

交通部台灣區國道高速公路局

南區工程處七十二年年度工作年報

中華民國七十二年十二月編印

序

本處於民國七十及七十一年兩年間，曾先後編印“業務研究報告書”出版，該報告書主要內容，係由本處從業人員依行政及技術部門業務分類，各就其過去一年內經辦之業務及研究心得或譯述有關文獻，撰集成文，以提供同仁參考，並就正於各級長官與同業先進，立意至佳。其編輯方式，着重於單篇報導，對本處在該年內執行之業務及動支經費等尚乏有系統之統計分析；同人等有見及此，為賡續此項業務研究報告書逐年出版，並配合實際需要計，乃決定自七十二年度起，按會計年度之時序，每年定期編印，並更名為“交通部台灣區高速公路局南區工程處工作年報”本年報內容，除刊載一年來本處各單位工作實況及經費人力等運作情形外，並選載該年內本處同人對相關業務研究心得及譯述具有參考價值之技術性報導。本七十二年度工作報告有關本處業務之各項數據，係自七十一年七月一日起截至七十二年六月三十日為止；因此次編撰工作起步較遲，故延至本（七二）年十二月底方始付印，嗣後自應於每會計年度結束後立即着手進行，並限於當年九月底以前完成，如此方不失時效，此點尚有待我工作同仁盡力改善。又本年報編撰工作，係由本處各單位承辦業務人員負責蒐集撰稿，各單位主管悉心審核，最後由副處長彙編成冊，因彼等本身業務原極繁重，此項額外工作有時不得不利用公餘時間進行，其敬業精神，實令人由衷欣佩，惟以時間匆促，難免有疏忽遺漏或欠妥之處，仍祈長官，先進及同業等不吝賜正。

吳 俊

民國七十二年十二月於台南市

交通部台灣區國道高速公路局南區工程處七十二年年度工作年報

目 錄

壹、前 言

貳、工程業務	1
一、養護工作	1
二、景觀維護	7
三、養路經費執行之檢討	15
四、新工及改善工程	17
五、新營工務段業務	21
六、岡山工務段業務	29
叁、機料業務	37
肆、保養場工作報告	50
伍、電台工作報告	55
一、新營電台	55
二、台南電台	59
三、岡山電台	65
陸、人事業務	68

柒、會計業務	71
捌、總務與服務	75
一 購置及報損	75
二 公文稽催	78
三 服務事項	79
玖、研究與心得	83
工程心得	
一 岡山收費站剛性路面修復方式之討論	83
二 本路嘉義～台南段路面改善工程報告	96
三 八堵交流道鋼橋講習心得	111
研究發展	
四 工程織布應用於台南～高雄段（南下）路面加鋪工程之研究	129
五 高速公路路面改善之研究	140
六 工程織布、橡膠、硫磺應用於路面工程及瀝青路面廢料回收再生之研究	148
七 利用報廢輪胎保護橋基之商榷	188
八 汽車冷氣系統之維護	200
九 渦輪增壓機簡介	207
拾、結 語	226

壹、前言

本處主要任務在維護本路南部地區自嘉義交流道北端至高雄市臨海路終點共長112公里路段（樁號261^k+300～373^k+240）之暢通，為提高本路段服務水準；除對本路既有之各項設施，作經常性之保養維護使能作最有效之使用外，並隨時改進在使用時所發現之缺失。因此，每年經辦業務及研究心得宜有詳實之記錄與統計分析以供日後參考，乃有編輯年報之議。

依照我國現行會計年度慣例，本（七十二）年度起自七十一年七月一日，截至七十二年六月卅日為止。本年報資料之蒐集即以會計年度為準。本處在本年度內辦理之各項業務及同仁之研究心得均儘量編列在內，俾存供參考之用。

本年度自七十一年七月伊始，本處業務遵照本局既定方針，由前任郭處長明松負責執行；迄七十二年三月十六日，郭前處長榮升本局副總工程司，由繼任吳處長俊廣續完成本年度各項工作。

本年報之編撰，係由本處各單位承辦同仁就平時經辦業務作有系統之整理後完成之報告，另為部分同仁於公餘對相關問題作進一步研究後提出之心得，分別由各單位主管詳為審核。彙編後定稿，同仁等以學識經驗均屬有限，疏失遺漏在所難免，仍祈上級長官及工程先進不吝賜正。

貳、工程業務

一、養護工作

本處工程業務除年度計劃中興辦之規模較大工程係以招商發包方式辦理外，其餘養護工作大部份均由養護工負責辦理。本處現有三等養護工五十四人，分配新營、岡山二工務段各二十七人；一、二等養護工八十三人，屬技術工，由本處機動調配於各有關單位工作。

本處新營、岡山二工務段分別成立下列四個工作隊，負責轄區內之各項養護工作：

- (一)道工班：每一工務段編有兩個道工班，各以新營、岡山交流道為分界點，分別稱為南班及北班，同時將每一道工班中每個道工劃明責任區，責成每個道工分別負責執行其責任區內之路面清潔維護，路肩割草、路況報告及其他雜項工作。
- (二)路面隊：負責各該段轄區內路面坑洞或輕微損壞路面之修補及路面標鈕脫落之補貼等工作。平時成員4人，視工作量之多寡作機動性調整。
- (三)護欄隊：沿線護欄，時因車禍撞毀，必需及時修復，各工務段均成立工作隊負責檢修，此為本處自辦工程中最繁重之項目。平時各段編組一隊，成員4人；如損毀數量過大人手不敷，則臨時增組一隊協助，或以部份發包完成之，以爭時效。
- (四)植生隊：負責各交流道路面清潔維護，割草及花木修剪等美化景觀工作，各段植生隊均以臨時點工8～13人充任隊員，由主辦工程司兼任隊長。

本年度養護工出工情形及工作成果，分別統計如下：詳附表(一)

表(一) 七十二年度養護工(三等二) 出工情形統計表
七十二年度養護道工出工情形統計表

段別 出工情形 月份		新 營 工 務 段										岡 山 工 務 段									
		出工數	公(差)出	公休	事假	病假	補值休日	其他	合計	出率 %	出工數	公(差)出	公休	事假	病假	補值休日	其他	合計	出率 %		
71年 7 月		686	17	198.5	7	28.5	13		950	72.21	721.62	1	227	6	24.38	11.5	0.5	992	72.74		
8 月		646	19	210	1	41.5	12.5		930	69.46	670.25	20	214	1	29.75	10		945	70.93		
9 月		651.5	14	217	0.5	28	12		923	70.59	667.81		219.5	8.5	33.19	9		938	71.20		
10月		577.5	12	325.5	0.5	35	10.5		961	60.09	598.8	18	336	6	26.7	4.5	2	992	60.36		
11月		622	10.5	248	2	36.5	11		930	66.88	656		253.5	11	28	4.5	1	954	68.76		
12月		631	50	201.5		35	12.5		930	67.85	715.75	30	208	13.5	23.75	1		992	72.15		
72年元月		597	25	279	1	47	12		961	62.12	661.25	1	288	18	22.75	1		992	66.66		
2 月		575.5	9	238	4	31.5	10		868	66.30	588.5	1	272	16.5	18			896	65.68		
3 月		673	12	217		47.5	11.5		961	70.03	672	25.5	212.5	1	23.5	2	2.5	939	71.57		
4 月		628	18	232.5	0.5	39.5	11.5		930	67.53	676.75	3	233.5	5	18.25	1.5	1	939	72.07		
5 月		667.5	12.5	217	20	32	12		961	69.46	742.8		22.4	3	16.7	5	0.5	992	74.88		
6 月		652	13.5	210	8	36	10.5		930	70.11	700.75		224	12	21.25		2	960	73.00		
合 計		7607	212.5	2794	44.5	438	139		11235	67.71	8072.28	99.5	29.2	101.5	286.22	50	9.5	11531	70.00		

表(三) 七十二年年度養護工作統計表 (岡山工務段)

月 份	工 作 項 目	路 基			路 面			橋 涵			安 全 設 施			景 觀			排 水 設 施			營 繕 及 其 他									
		修 補 坡	普 造 土 運 m³	其 他	修 青 理 路 面	雜 清 物 除	其 他	橋 樑 基 礎	橋 涵 台 護	其 他	修 護 理 欄	標 牌 誌 護	其 他	割 草 m²	澆 水	其 他	溝 渠 理	管 井 理	其 他	水 電 護	車 場 理	其 他							
71年	工作數量	7			全綫	全綫					9座		80,000	22	186	356	41	0											
7月	出工數	20	18	38	32	220	16			0	75	8	16	99	148														
8月	工作數量										22座	8座																	
	出工數		40	40	28	53.5	46			0	56	12	64	132	279	24	154.5	457.5											
9月	工作數量										29座	17座			206,230														
	出工數		52.5	52.5	12	94		106		0	109.5	7	34.5	151	386.5	23	150.5	560											
10月	工作數量										40座	13座																	
	出工數		2	2	10.5	154.5	24	189		7	91	11.5	46	148.5	498.5	18	124.5	641											
11月	工作數量										74座																		
	出工數		0	0	21	189	3	213		2	108	4.5	33	140.5	466	11	179	656											
12月	工作數量										28座																		
	出工數		0	0	16	196	0	212		9	21.5	30.5	56.5	160	452	16.5	48	516.5											
72年	工作數量				11處						33座	4			532752														
1月	出工數			0	8	279	7.5	294.5		9	99.5	1.5	30	131	581	5.5	105	691.5											
2月	工作數量																												
	出工數			0		312	3	315		0	93.5	3.5	44	141	448		160	608											
3月	工作數量																												
	出工數		3.5	3.5	10.5	174.5	18	203		0	101.5	8.5	25.5	135.5	785		101.5	886.5	5										
4月	工作數量														430550														
	出工數		3	3	18	65.5	18.5	102		10.5	99	3	30.5	132.5	756.5	10.5	123	890	4										
5月	工作數量										30座																		
	出工數			3.5		125.5	3	128.5		37	106		27	133	741	16	74	831	12										
6月	工作數量										28座	3座																	
	出工數							149		4	98.5	2	35.5	136	718.5	7.5	121	847											
合 計	工作數量																												
	出工數																												
出工百分率		0	27	122.5	161.5	156	202.5	139	2307.5	0	13	111	124	1132	65.5	442.5	1640	6280	154	1527	7941	62	0	81.5	143.5	145	17.5	470.5	633
			1.24 %				17.82 %		0.96 %			12.66 %		61.32 %					1.11 %						4.89 %				

對於七十二年度養護工作，本處檢討結果有關缺點暨須作改進之處分別臚陳於下：

1. 出工率偏低：從統計表可見新營工務段出工率 67.71 %，岡山工務段為 70.0 %，顯然偏低。究其因係養護工依照本局規定，每個月均可請二次病假，因之一般養護工無論有病或無病，每月均依例請病假二天；而對部份工作有熱忱，不輕易請病假者並無獎勵辦法，間接影響整個團隊之工作情緒。按本年度新營工務段請病假者佔總出工數之 5.8 %，岡山工務段佔 3.5 %，本處曾建議製訂全勤獎金制度以資激勵。並囑各工務段應嚴格管理養護工請病假手續以杜絕裝病不出工，杜絕投機心理，提高出工率。

2. 工作效率偏低：工作效率偏低主要原因，經檢討如下：

(1) 實際工作時間過短：各工務段養護工作人員每天上午 8:10 自工務段出發上工地，約 9:00 至 9:30 分別送達，而 10:30 至 11:00 又從工地將工作人員接回工務段用膳、休息，下午出工時亦然。故距工務段較遠者，實際工作時間極為有限，每天耗費在接送之時間及費用太多，直接降低了工作效率。本處有見及此，已決定自下（七十三）年度（七十二年七月一日）開始實施中午不回段，改以送便當及茶水至工地，臨時工人亦儘量僱用當地居住者直接自行至工地報到工作之方式以期提高工作效率。

(2) 工作考核獎懲有欠嚴明：各工務段之養護里程相當長（新營工務段 $261^{\text{K}} + 300 \sim 319^{\text{K}} + 000$ 養護 57.7 公里，岡山工務段 $319^{\text{K}} + 000 \sim 373^{\text{K}} + 240$ 養護 54.24 公里），養護工分散工作，督導、考核不易，且養護工作單調，部份工作人員對本身之工作及對機具之認識不夠，又本身技術亦不嫻熟，無法發揮機具之最高功能，造成工作效率普遍低落現象。尤其尚無對工作成效良好者予以鼓勵之適當辦法，亦無對工作不力者警惕及訓練辦法，以致工作效率難予改進。

本處基於以上事實，將加強養護工之編組，對各項養護工作擬實施評鑑，並研辦適切之獎懲制度，針對各項缺點作適當之訓練工作，期在下年度有顯著改進。

表(四) 七十二年 度 養 護 里 程 暨 路 況 表

項 目		單 位	新營工務段	岡山工務段	本處總計
路面	四 線 道	公 里	57.7	44.24	101.94
	六 線 道	公 里	—	10	10
	八 線 道	公 里	—	—	—
	合 計	公 里	57.7	54.24	111.94
交 流 道		處	3	5	8
橋 梁	300 ^m 以上橋梁	座	4	2	6
	300 ^m 以下橋梁	座	34(16)	58(6)	92(22)
	合 計	座	38	60	98
涵 管		道	300	220	520

註：1 跨越橋已包括在內（括弧內表示跨越橋數）。

2 新營、仁德，二處人行陸橋未包括在上表，以上交流道未完成不包括在內。

二、景觀維護

(一)自辦部份執行情形：

1. 岡山工務段

(1)植生工作隊。

其編組為主辦工程司兼隊長乙名，養護工4名，點工8～13名，小貨車乙輛，水車2輛。負責轄區沿線（319^k+000～373^k+240）喬木及永康、仁德、岡山、楠梓和高雄等五個交流道喬木、灌木之養護，並負責經常性割草及每日之清潔維護等工作。另試行育苗並管理仁德休息站南下空地內苗圃等。本項七月至十月上旬，點工工資支出205,200.00元，十月下旬開始編列預算辦理，其結算金額合計達930,700.00元。

(2)路肩邊坡2.5公尺以上區域之割草工作。

除由養護工約13～14人分成兩個道班，每人負責3公里左右路段做定期巡迴性割草和路面清潔外，另照大局指示增僱點工3～4人配合加強做經常性的割草工作。每名養護工或點工每月約可割除責任區域內雜草乙次。本項點工工資全年度共支出187,500.00元。

2. 新營工務段

(1)植生工作隊。

其人員編組和工作情形與岡山工務段大致相同，負責轄區沿線（261^k+300～319^k+000）及嘉義、新營和麻豆等三個交流道。本項七月至十二月上旬點工工資支出227,250.00元。十二月上旬起開始編列預算，其結算金額為899,325.00元。

(2)路肩邊坡2.5公尺以上區域之割草工作。

其方式同岡山工務段。另增僱三名點工分別負責新營、新市兩收費站附近和新營服務區出入口路段之清潔維護和邊坡割草等工作。本項點工工資全年度共支出499,575.00元。

(3)261^k+300～319^k+000中央分隔帶雜草清除。

另行僱用點工895工辦理全線清除高莖類雜草乙次。於十二月上旬竣工，結算金額：321,900.00元。

(4)邊坡撒播相思樹種子。

僱用點工約100工辦理。於七月下旬竣工。結算金額：35,040.00元。

以上有編列預算部份共七件。其結算金額兩段共計（930,700.00+1,256,265.00=）2,186,915.00元。點工工資共計（392,700.00+726,825.00=）1,119

, 525.00 元。總計3,306,490.00 元整。

(二)養護工程發包部份執行情形：

1. 岡山工務段

(1)岡山段植物養護工程。(71—21—06)。

內容為中央分隔帶植物和邊坡灌木之養護，項目包括澆水、噴施農藥、追肥、修剪、中耕除草、補植及移植等。工期約11個月，結算金額：3,600,000.00 元。

(2)台南、高雄段邊坡割草(72—1)工程。(72—21—16)。

於雙十節前完工，割草面積為483,505 M²。結算金額：509,614.00 元。

(3)台南、高雄段邊坡割草(72—2)工程。(72—21—22)。

於年底前完工，面積為494,393 M²。結算金額：509,224.70 元。

(4)台南、高雄段邊坡割草(72—3)工程。(72—21—40)。

於春節前完工，面積為453,220 M²。結算金額：494,009.80 元。

(5)台南、高雄段邊坡割草(72—4)工程。(72—21—51)。

於六月上旬完工，面積為477,343 M²。結算金額：405,646.00 元。

(6)高雄交流道及五甲臨海路段路面清潔及景觀維護(72—1)。(岡工72—04)。

工期60天，結算金額：194,869.00 元。

(7)高雄交流道及五甲臨海路段路面清潔及景觀維護(72—2)。(岡工72—14)。

工期60天，結算金額：146,636.00 元。

(8)高雄交流道及五甲臨海路段路面清潔及景觀維護(72—3)。(岡工72—28)。

工期90天，結算金額：182,645.10 元。

(9)高雄交流道及五甲臨海路段路面清潔及景觀維護(72—4)。(岡工72—39)。

工期90天。結算金額：229,006.00 元。

(10)高雄交流道及五甲臨海路段路面清潔及景觀維護(72—5)。(岡工72—47)。

工期45天。結算金額：103,414.80 元。

(11)岡山交流道—岡山收費站間路面清潔及景觀維護(72—1)。(岡工72—05)。

工期60天。結算金額：161,000.00 元。

(12)岡山交流道—岡山收費站間路面清潔及景觀維護(72—2)。(岡工72—16)。

工期120天。結算金額：210,600.00 元。

(13)岡山交流道—岡山收費站間路面清潔及景觀維護(72—3)。(岡工72—37)。

工期90天。結算金額：196,500.00 元。

(14)岡山交流道—岡山收費站間路面清潔及景觀維護(72—4)。(岡工72—46)。

工期60天。結算金額：109,000.00 元。

(15)永康高雄段邊坡坪方種植草皮(岡工72—15)。

種植斗六草面積 $1,581 \text{ M}^2$ 。結算金額：17,391.00 元。

(10) 邊坡銀合歡挖除工程。(岡工 72 — 41)。

於 $(331^{\text{K}} + 140 \sim 332^{\text{K}} + 400)$ 北上邊坡挖除面積為 $11,680 \text{ M}^2$ 。結算金額：219,000.00 元。

2. 新營工務段：

(1) 新營段植物養護工程。(72 — 31 — 44)。

內容和項目均同岡山段植物養護工程。結算金額：4,296,950.00 元。

(2) 嘉義新營段邊坡長草割除(72 — 1)工程。(72 — 31 — 07)。

於去年底前完工，割草面積為 $497,831 \text{ M}^2$ 。結算金額：568,042.00 元。

(3) 嘉義新營段邊坡長草割除(72 — 2)工程。(72 — 31 — 47)。

於六月中旬完工，面積為 $352,384 \text{ M}^2$ 。結算金額：362,885.00 元。

(4) 新營台南段邊坡銀合歡及長草割除工程。(72 — 31 — 24)。

於元旦前完工，面積為 $436,230 \text{ M}^2$ 。結算金額：431,860.70 元。

(5) 麻豆台南段邊坡銀合歡及長草割除工程。(72 — 31 — 48)。

於六月中旬完工，面積為 $480,834 \text{ M}^2$ 。結算金額：528,900.00 元。

(6) 新營服務區，交流道附近邊坡割草及銀合歡砍除工程。(72 — 31 — 49)。

於六月中旬完工，面積為 $129,656 \text{ M}^2$ 。結算金額：520,000.00 元。

(7) 嘉義台南段跨越橋邊坡割草(72 — 1)工程。(新工 72 — 12)。

於十月底前完工，面積為 $168,850 \text{ M}^2$ 。結算金額：219,505.00 元。

(8) 嘉義台南段跨越橋邊坡割草(72 — 2)工程。(新工 72 — 44)。

於五月底前完工，面積為 $173,120 \text{ M}^2$ 。結算金額：225,056.00 元。

(9) 嘉義麻豆交流道割草工程。(新工 72 — 10)。

於雙十節前完工，面積為 $189,232 \text{ M}^2$ 。結算金額：189,232.00 元。

以上共發包 25 件，結算金額合計為 $(7,288,556.40 + 7,342,430.70 =) 14,630,987.10$ 元整。

(三) 植物種植工程發包部份執行情形：

1. 岡山工務段：

(1) 岡山段沿線空地樹籬橋台植物種植工程。(72 — 21 — 21)。

樹種有愛文芒果、鳳凰木、菩提樹、九重葛、夾竹桃、金露花、扶桑、春不老和月桔等。施工地點為 $(334^{\text{K}} + 633 \sim 362^{\text{K}} + 601)$ 。於三月底竣工，六月底驗收接管。結算金額：1,251,199.00 元。

(2) 岡山段綠籬代替鐵絲網栽植工程。(72 — 21 — 46)。

樹種有夾竹桃和菩提樹。地點為 $(339^{\text{K}} + 350 \sim 341^{\text{K}} + 100)$ 。於四月底竣工

，五月上旬起計養護期120天。合約金額：469,020.00元。

- (3) 371^K ~ 373^K 沿線空地植物種植工程。(72—21—48)。

樹種有樟樹、印度紫檀、可可椰子和金露花等。於六月中旬竣工，並起計養護期120天。合約金額：579,000.00元。

- (4) 沿線空地種植植物工程。(岡工72—18)。

樹種有聖誕紅和斑叶金露花。地點為(361^K + 800 ~ 362^K + 410)。於十一月底竣工，四月上旬驗收接管。結算金額：199,000.00元。

- (5) 本路終點兩側花台種植工程。(岡工72—20)。

樹種有龍柏型黃心榕和球型月桔。於雙十節前竣工，三月下旬驗收接管。結算金額：205,000.00元。

- (6) 高雄交流道各路口景觀工程。(岡工72—25)。

樹種有使君子、炮仗枚、凌霄花、黃椰子和威迪利亞菊。於元月中旬竣工，六月上旬驗收接管。結算金額：163,029.00元。

- (7) 橋台背牆及迴車道排水改善工程(景觀部份)。(岡工72—27)。

樹種有威迪利亞菊。於五月上旬竣工，下旬即驗收接管。結算金額：60,000.00元。

- (8) 371^K + 400 ~ 373^K + 200 兩側人行道邊植樹(71—21—30)。

樹種有黃心榕。於七月上旬竣工，年底驗收接管。本項為本處71年度養護費保留款內勻支，結算金額：768,776.80元。

- (9) 永康交流道美化工程。(南工71—17)。

樹種有酒瓶椰子、旅人蕉、鳳凰木、可可椰子、九重葛、麒麟花、樹蘭和聖誕紅等。於九月底竣工，四月底驗收接管。本項為大局71年度養護費保留款內勻支，結算金額：1,549,242.00元。

- (10) 岡山交流道美化工程。(南工72—03)。

樹種有塔型細葉羅漢松、球型月桔、長穗鐵莧、南美朱槿、非洲海棗和鐵樹等。於五月中旬竣工並起計養護期120天。本項為大局72年度養護費內勻支。合約金額：550,000.00元。

- (11) 仁德國中附近南下邊坡綠籬及隔音林栽植工程。(南工72—08)。

樹種有印度橡皮樹、木麻黃和金露花。於六月上旬竣工，並起計養護期120天。合約金額：350,400.00元。本項為大局72年度養護費內勻支。

2. 新營工務段：

- (1) 新營段綠籬代替鐵絲網栽植工程。(72—31—44)。

樹種有金露花。地點為(312^K + 500 ~ 313^K + 050, 314^K + 350 ~ 314^K

- + 900)。於四月底竣工並起計養護期120天。合約金額：419,136.00元。
- (2)新營段跨越橋台綠化工程。(新工72—37)。
- 樹種有木麻黃和聖誕紅。地點為16座跨越橋台附近。於四月上旬竣工並起計養護期120天。合約金額：230,000.00元。
- (3)新營收費站停車場美化工程。(新工72—43)。
- 樹種有印度橡皮樹、球型黃心榕、春不老和威迪利亞菊。於四月下旬竣工，六月中旬驗收接管。結算金額：153,800.00元。
- (4)新營工務段加強美化工程。(新工72—48)。
- 樹種有球型黃心榕、雪梨藍桉、垂柳、樟樹、矮性黃槐、炮仗花等。於五月下旬竣工、六月底驗收接管。結算金額：130,701.00元。
- (5)卡車司機休息室空地種植工程。(新工72—11)。
- 樹種有柳樹、威氏鐵莧、南美朱槿和黃心榕。地點為新營服務區北上側。於十月底竣工，五月中旬驗收接管。結算金額：67,380.00元。本項由站區維護費列支。
- (6)新營服務區停車場安全島增植工程。(新工72—28)。
- 樹種有榕樹和艷紫荊。於元月中旬竣工，五月底驗收接管。結算金額：106,860.00元。本項由站區維護費列支。
- (7)嘉義交流道加強美化種植灌木草花工程。(屬69—148之一部份)。
- 樹種有叢形白花羊蹄甲、王蘭、金葉黃槐和梔子花。於九月底竣工，三月中旬驗收接管。結算金額：496,324.00元。本項由大局69年度養護費保留款內列支。
- (8)嘉義交流道加強美化種植喬木工程。(屬69—149之一部份)。
- 樹種有大葉山欖、黑板樹和紅花羊蹄甲。結算金額：1,031,988.00元。工期和經費來源同前。
- (9)新營交流道美化工程。(南工72—16)。
- 樹種有黑板樹、火焰木、木棉、可可椰子、象牙樹、紅瓶刷子樹、六月雪和變葉木等。於九月下旬竣工，三月中旬驗收接管。結算金額：1,834,900.00元。本項由大局71年度養護費保留款內列支。
- (10)麻豆交流道美化工程。(南工72—05)。
- 樹種有鳳凰木、南美朱槿、檳榔、威迪利亞菊、黃心榕和芒果等。於六月中旬竣工，並起計養護期120天。合約金額：650,000.00元。本項由大局72年度養護費內列支。
- (11)新營服務區南下側增設景觀設施工程。(南工72—14內之植物種植部份)。
- 樹種有楓香、鳳凰木、長春花、玉葉金花、威迪利亞菊和菲律賓草等。於六月底前完成發包。合約內部份金額：486,170.50元。經費來源同前。

(12)新營段沿線美化工程。(南工 72—20)。

樹種有台東漆、黑板樹、光臘樹、威氏鐵莧和鑲邊旋葉鐵莧。地點為(263^號 + 150 ~ 301^號 + 000)。於六月底前完成發包。合約金額：547,000.00 元。

經費來源同前。

以上屬本處72年度養護費列支者；共有(7 + 4 =) 11件，其結算或合約金額合計為：
(2,926,248.00 + 933,667.00 =) 3,859,915.00 元。

其餘年度保留或站區維護費或由大局支援等經費來源者，共有(4 + 8 =) 12件，其結算或合約金額合計為：
(3,218,418.80 + 5,220,622.50 =) 8,439,041.30 元。

總計：12,298,956.30 元。

四景觀維護經費統計(由以上資料製表如下)：

經 費 類 別		段 別		(-) 岡山工務段		(二) 新營工務段		合 計	
A、本處72年度養護費列支者	一、自辦部份(成立預算者)	件	萬元	件	萬元	件	萬元	件	萬元
		3	93.1	4	125.6	7	218.7		
	二、養護工程發包部份	16	728.9	9	734.2	25	1,463.1		
	三、植物種植工程發包部份	7	292.6	4	93.4	11	386.0		
	(成立工程預算部份小計)	(26)	(1,114.6)	(17)	(953.2)	(43)	(2,067.8)		
B、本處年度保留或站區維護費，或由大局支援等經費者。	四、未成立預算自辦部份點工工資		39.3		72.7		112.0		
		4	321.9	8	522.1	12	844.0		
以上總計(A + B =)		30	1,475.8	25	1,548.0	55	3,023.8		

註：表內一、自辦部份(成立預算者)所列金額，大部份均為點工工資。少部份則為器具、材料費。如與表內四、未成立預算部份點工工資相加，即(132.4 + 198.3 =) 330.7 萬元可視為本處72年度景觀維護點工工資總額。

(四) 檢討：

1. 自辦部份：

- (1) 植生工作隊本處成立最早，大部份將點工固定分配於各交流道地區，以為養護植生及景觀重點。其餘點工則靈活調派支援各工地。其成效大致良好。惟須經常派員考核，如能每日巡查並記錄其確實工作量以為派工及管理參考，工作效率當能提高。然本路係一長條狀，巡迴督導費時且植生隊隊長本身工作相當繁重，目前只能不定時抽查並加強考核。
- (2) 劃分責任區由養護工辦理路肩邊坡 2.5 公尺寬割草亦為本處養護特色之一，對於路容景觀幫助很大。但因路肩常有小石塊，容易因割草機之操作飛濺到車道碰壞車輛擋風玻璃，而致糾紛，故必須特別小心防範，以免影響行車安全。

2. 養護工程發包部份：

- (1) 本處位於台灣南部，氣候型態屬於冬季乾旱，夏季炎熱多雨而有颱風。因此雜草在夏季生長特別迅速，而且種類繁多，形成雜亂，影響景觀，造成本處養護經費之最大負擔。除了植生隊在交流道割草，養護工辦理路肩 2.5 公尺寬割草外。其餘邊坡（含跨越橋）每年至少須發包兩次辦理全面性割草以維景觀。目前割草均使用肩背式動力割草機，工作效率是 $1,000 \sim 1,500 \text{ M}^2/\text{工天}$ ，本處總割草面積約 276 公頃，約須 $1,842 \sim 2,763 \text{ 工天}$ 才能全部割除乙次，似嫌太慢，希望能找到更有效率的，更有經濟效益的機械來取代，或者在不影響水土保持的條件下，適度使用殺草劑來取代人力並節省經費。
- (2) 中央分隔帶植物養護工作係依大局指示交由森林開發處承辦。本年度養護效果良好，尤以新營段的扶桑進步很多。整體來講除小部份補植路段尚須加強養護外，其餘均生長良好，具有遮光及美化功能。
- (3) 本處甚為重視收費站景觀；新市、新營收費站係僱用點工檢拾垃圾、票根和割草外，岡山收費站則採用發包方式辦理，其內容尚包括清洗車道等。兩種方式均對收費站的清潔產生立即效果。
- (4) 除雜草外，邊坡上的銀合歡也是不受歡迎的植物，它本是水土保持極佳的材料，但因花後結莢及樹型雜亂而影響觀感，本處將逐年發包挖除。
- (5) 新營工務段轄區均在嘉南平原，跨越橋特多（16 座），加上三個交流道，常常發生區域性積水現象，影響已植植物之生育。由於平原洪水為患，有時五年一次或十年一次難以預測，在設計種植地點和樹種時應列入考慮。

3. 種植工程發包部份：

- (1) 種植工程養護期依規定應為 120 天，因此年底後發包，常會拖過年度結算期限，須辦理經費保留，影響預算執行績效。因此本處有三項發包工程縮短養護期為 30 或

60天者。

- (2)因受經濟不景氣影响，各項工程發包搶標情形很普遍，植物種植工程亦不例外。但因而影响施工品質，造成監工困擾，而致驗收扣款，均非我們所願見到的。所以我們將儘可能把工程投機部份去掉，即如樹種單價分為種植和養護兩部份，定植後不能期望下雨自然成活，每養護澆水乙次算乙次的錢，本處將朝此方向鼓勵承商加強養護及重視養護。以提高樹種成活率。
- (3)種植工程驗收接管後，大部份樹種尚須3～4年的時間須要養護才能自然成長，此段時期由於數個或數十個種植工程接管累計的結果，常造成工務段養護上的負擔，如何應用現有的人力、物力及經費做最有效的支配來美化本處轄區景觀，一直就是我們努力的方向。願各位同仁同心同力來達成。
- (4)對於樹種的選擇，並無一定準則，往往因人而異而差別很大，本處向以容易栽植，來源普遍之樹種為設計原則。同時對已發包之樹種生育情形予以比較觀察。如岡山段沿線空地樹籬橋台植物種植工程內設計有六種綠籬植物：九重葛、夾竹桃、金露花、扶桑、春不老及月桔。現經初步巡視結果以春不老最為整齊，金露花次之。將繼續觀察其以後生育情形並注意養護經費使用較少，樹型美觀並能做為綠籬者多予採用。

(六)本處已成活景觀植物數量表：

本年度已成活景觀植物統計如下表，供作參考：

景 觀 植 物 數 量 表

項 目		喬木(株)	灌木(株)	花卉(M ²)	綠籬(M)	草坪(公頃)
新 營 工 務 段	沿 線 邊 坡	3,758	19,914	—	11,388	110.3
	交 流 道	1,463	19,008	—	1,270	28.0
	中央分隔帶	—	46,228	—	—	13.9
	服 務 區	1,226	2,932	225	—	2.5
	小 計	6,447	88,082	225	12,658	154.7
岡	沿 線 邊 坡	3,151	24,520	—	12,765	91.6

山 工 務 段	交 流 道	439	14,617	—	1,325	19.1
	中央分隔帶	—	35,616	—	—	9.2
	休 息 站	450	3,009	324	—	1.7
	小 計	4,040	77,762	324	14,090	121.6
本 處 合 計		10,487	165,844	549	26,748	276.3

三、養路經費執行之檢討

(一)前 言：

養路可分為平時養護、機動養護及災害搶修與修復三部份。平時養護，可依照年度預算，分月分類擬定計劃，按部就班去執行，經費充裕時則多辦，能使路況較佳，服務水準較高，經費不足則少辦，難免路況較差，服務水準亦較低。機動養護，是針對偶發事件的處理，事先無法預料，例如金屬護欄遭車輛撞毀，必須儘速修復，以維交通安全，路面因久雨受損壞，必須迅速補修，否則損壞擴大不可收拾。而災害搶修與修復，更屬急要，必須即刻搶修，以維持交通的暢通。

(二)經費來源：

養路經費，有其固定來源，係按年度編列預算，並依量入為出之原則執行，養路業務並無絕對標準，經費充裕時自能提高養護標準，反之就很難達到預期目標。災害搶修部份可報請專款補助，但偶發事件之處理，刻不容緩，以致常有遭遇經費不足之困難。

(三)經費分析、工程件數與分類：

本處72年度經常養護費原列預算為8668.1萬元，後經高公局刪減為8408.9萬元

。茲將執行情形列表說明如下：

(附表1)：經費分析

項 目	①歲 入 (萬元)	②歲 出 (萬元)	所佔百分比 (②/①)%	備 註
72年度分配數	8408.9			
養護工工資		2368.0	28.16	詳說明1
辦理養護工程		5165.9	61.43	
購置工程材料		542.0	6.45	
全線電費(嘉義—高雄)		270.0	3.21	
其 他		330.0	3.92	詳說明2
合 計	8408.9	8675.9	103.17	本處自行調度201.1萬元 高公局專款補助65.9萬元

說明：1 養護工工資包括工資、平安保險、勞保費、加班費、誤餐費等。

2 其他包括零星工料費、購置養護物品等。

(附表2)：養護工程經費分類

(單位：萬元)

類 別 段及經費	路基路面 維 護	景 觀 維 護	安全設施及 標誌標線	排水設施 維 護	結構工程 維 護	公共設施 維 護	合 計
新營工務段	439.9	953.2	496.1	542.2	69.8	36.5	2537.7
岡山工務段	423.5	1114.5	426.3	272.4	195.8	195.7	2628.2
合 計	863.4	2067.7	922.4	814.6	265.6	232.2	5165.9

(附表3)：養護工程件數

(單位：萬元)

類 別 段及件數	路基路面 維 護	景 觀 維 護	安全設施及 標誌標線	排水設施 維 護	結構工程 維 護	公共設施 維 護	合 計
新營工務段	10	17	23	18	5	3	76
岡山工務段	14	26	22	15	5	11	93
合 計	24	43	45	33	10	14	169

四、經費控制與執行：

所謂經費控制，就是在核定之預算範圍內，依照預定進度去執行工作計劃，表面上看雖很簡單，但執行時所遭遇之困擾頗多。例如養護工程，預算金額與發包金額不可能完全相同，有時可能節餘而另作他用，但有時則因單價太低以致發包不成，而不得不增加預算金額，又各項工程結算時，其結算金額亦不可能全與攬約金額相同，其增減金額難以預料。如此增增減減，若能達到歲入與歲出相差至最少限度，便屬難能可貴了。

本處七十二年度經常養護費分配數為 8,408.9 萬元，經執行結果為 8,675.9 萬元，超出之 267.0 萬元在本處公路維護—維護費內調度 201.1 萬元，另由高公局專款補助 65.9 萬元，至年度結束時（即 72.6.30 止）已支付 8,048.5 萬元，佔 93%，尚在執行中之工程 627.4 萬元，依法辦理保留，佔 7%，綜上所述執行情形尚稱良好。

(五) 檢討與建議：

1. 本處七十二年度經常養護費分配數為 8,408.9 萬元，經執行結果為 8,675.9 萬元，其中支付養護工工資為 2,368 萬元，佔 28.16%，支付全線（嘉義—高雄）電費為 270 萬元，佔 3.21%，故實際用於養護工程之經費僅為 6,037.9 萬元，佔 71.80%，實嫌不足，以致對若干待辦工程，時有力不從心之感。嗣後編列年度預算時，養護工工資似宜列入人事費內，如此則養護工程經費可以全部用之於工程本身，較符實際情況。
2. 本處七十二年度依照規定辦理發包之養護工程總計 169 件（以工料費辦理者不計），但金額僅為 5,165.9 萬元，平均每件約為 30.6 萬元，屬於零星之小型工程居多，此種小型工程發包費用雖不大，但結算、驗收均需按規定手續辦理，與大型工程並無差別，處理上實感繁瑣，今後宜儘量將性質相同之工程合併編列預算，以減少工程件數，以節省時間、人力、財力。
3. 養護工程於辦理結算時，常發生工程數量自然增減甚多之情事（並非新增工作項目），此種原因係編列工程預算時，工程數量預估不實所致，且有部份工程完工時間與結算驗收時間相隔甚久（植物種植工程有養護期者例外），以上均足以影響經費之控制。嗣後編列預算時，工程數量應精確估算，儘可能減少以「按實做數量」辦理結算，俾使誤差距減至最低程度，工程竣工後，應即辦理結算驗收，切勿留至年度將結束時集中在 6 月份辦理。

四、新工及改善工程

本處本年度依照高公局既定計劃興辦之新工及改善工程共有廿二件，均由高公局指撥專款辦理。其內容列表說明如下：

七十二年度新工及改善工程執行情形表：

項次	工 程 名 稱	施 工 地 點	預 算 科 目	開 工 日 期	竣 工 日 期	發 包 工 程 費 (元)	備 註
1.	岡山收費站超重車卸貨場及破舊車停車場工程	岡山收費站	重點維護費	71 12 22	—	C CO 後 3,006,032	工期120工作天尚在施工中(3%)
2.	新營收費站增設地磅設施工程	新營收費站	"	72 3 5	72 7 21	2,993,882	
3.	岡山交流道美化工程	岡山交流道	"	72 4 11	72 5 19	550,000	養護期中 未辦理結算驗收
4.	麻豆交流道美化工程	麻豆交流道	"	72 5 10	72 6 18	650,000	"
5.	曾文溪橋北端警衛房外圍水防道路改善工程	曾文溪橋北端警衛房	配合地方道路改善	72 5 27	72 6 26	105,367	
6.	仁德國中附近南下邊坡綠籬及隔音林栽植工程	328 ⁸ + 920 ~ 329 ⁸ + 420	重點維護費	72 5 10	72 6 7	350,400	養護期中 未辦理結算驗收
7.	本路岡山、新市、新營收費站單身宿舍新設鐵窗工程	岡山、新市、 新營收費站	建築及設備費	72 3 22	72 5 5	231,220	
8.	水上交流道新建工程	269 ⁸ + 884 ~ 271 ⁸ + 034	"	71 8 20	—	119,800,000	工期450日曆天尚在施工中(56.74%)

9.	嘉義—台南段路面整修第二期工程	261 ^元 + 300 ~ 319 ^元 + 000 南下車道	建築及設備費	72 7 19	—	145,600,000	工期150工作天尚在 施工中
10.	里程碑圖識換新工程	265 ^元 ~ 370 ^元	交通部專款補助	72 5 8	72 5 30	109,200	
11.	標誌牌更新工程	嘉義—高雄	高公局專款補助	72 6 22	72 9 8	1,292,635	
12.	曾文及八掌溪橋 橋墩保護工程	曾文及八掌溪橋	災害搶修費	72 6 5	—	1,955,000	工期90日曆天尚在 施工中 (25 %)
13.	觀光地區 指示標誌工程	嘉義—高雄	觀光局專款補助	72 5 20	—	2,160,000 (南區1,089,000)	工期120工作天尚在 施工中 (15 %)
14.	新營服務區擴建工程	新營服務區 (南下)	其他設備費	72 10 26	—	3,300,000	工期180日曆天尚在 施工中
15.	新營服務區南下側 增設景觀設施工程	〃	公路維護費	72 7 9	—	4,000,000	工期180工作天尚在 施工中
16.	嘉義—台南段深水井新建工程	274 ^元 + 470 (北上)	重點維護費	72 8 8	72 9 8	539,000	
17.	台南—高雄段深水井新建工程	370 ^元 + 700 五甲附近	〃	72 8 9	72 9 15	539,435	

18.	新營服務區車輛檢驗間新建工程	新營服務區(南下、北上)	特別預算	72 8 20	—	CCO 後 3,347,000	工期 90 日曆天尚在 施工中
19.	新營段沿線美化工程	263 ^元 + 150 ~ 301 ^元 + 000	重點維護費	72 7 25	72 8 10	547,000	養護期中未辦理結 算驗收
20.	仁德多霧段增設交流式強力電子閃光燈工程	329 ^元 ~ 331 ^元	道安會報補助款	72 7 4	72 9 17	1,740,000	
21.	本路嚴禁路肩超車加設顯蔽路面工程	嘉義—高雄	交通部專款補助	72 7 25	—	699,000	工期 70 工作天尚在 施工中
22.	嘉義—高雄段橋樑裝設防眩板玻璃纖維基座工程	〃	重點維護費	72 8 8	—	949,066	工期 60 工作天尚在 施工中
合 計 (22 件)						293,393,237	

說明：發包工程費一欄，所列金額，除養護期中及施工中之工程表示合約金額外，其餘均係結算金額。

近年來本路交通量激增，重型車輛超載之情形日益嚴重；除在各收費站增設地磅，加強交通管理，限制超載車輛行駛，並對損壞之路面作有效之改善，以確保本路服務之水準外。對路面之改善，需要龐大經費，遵照高公局指示將分年分期辦理，七十二年度內即辦理嘉義、台南段第二期（南下）工程，目前尚在施工中。

為適應地區交通之需求，本年度廣續辦理水上交流道新建工程，交由榮民工程事業管理處負責承辦。截至本年度結束已完成百分之五十七左右，現正極積趕工中。另為改進本路景觀，增加植物種植，更新標誌牌及美化各交流道等工作均分頭進行，期使本路用路人有更舒適美好之感受。

本年度新工及改善工程之經費總共近新台幣三億元，為提高工作績效，由新工工務所專責辦理新工，改善工程則由新營、岡山二工務段就管轄路段分別主辦，在分工合作下逐一克服困難，冀在規定工期內順利完成任務。

五、新營工務段業務

(一)任務編組：

1. 編制職員 17 名
 2. 一、二等養護工 19 名
 3. 三等養護工 27 名
 4. 編制職工 4 名
 5. 點工司機 3 名
- 植生隊暨養護工 19 名

合 計：89 名

(二)養護範圍：

$$261^{\kappa} + 300 \sim 319^{\kappa} + 000 \quad \text{計} \quad 57.7^{\kappa m}$$

內含

1. 交流道三處：嘉義、新營、麻豆
2. 戰備道一處：麻豆
3. 服務區一處：新營（南北側各一處）
4. 收費站二處：新營、新市

(三)機具配置：(參閱四機料業務(二)現有車輛機械數量表)

1. 公務車 1 輛
2. 工程車 8 輛
3. 工程卡車及機械車輛 28 輛
4. 割草機 38 具

(四)經辦工程(七十二年度經辦工程)

七 十 二 年 度 經 辦 工 程

1. 六十萬元以上工程

工 程 名 稱	發包工程費(元)	施 工 期 間
1.新營段植物養護工程	4,300,000.00	71 8 21 ~ 72 6 22
2.嘉義交流道加強美化種植喬灌木工程	1,042,374.00	71 8 2 ~ 71 9 27
3.新營交流道美化工程	1,890,000.00	71 7 8 ~ 71 9 25
4.嘉義、台南段路面沉陷灌漿改善工程	1,282,000.00	71 12 19 ~ 72 4 23
5.新營交流道整地及排水改善工程	3,100,000.00	71 12 18 ~ 72 6 14
6.嘉義、台南段路面標線重繪工程	984,384.00	72 1 27 ~ 72 3 25
7.嘉義、新營、麻豆交流道P.C路肩改善工程	753,224.00	72 3 8 ~ 72 5 17
8.嘉義、台南段邊坡坍方修復工程	663,000.00	72 6 10 ~ 72 7 16
9.麻豆交流道美化工程	650,000.00	72 5 10 ~ 72 6 18
10.嘉義、高雄段標誌更新工程	1,292,635.00	72 6 22 ~ 72 9 8
11.曾文及八掌溪橋樑墩保護工程	1,955,000.00	72 6 5 ~ 72
12.新營收費站增設地磅設施工程	2,950,000.00	72 3 5 ~ 72 7 21
合 計	20,862,617.00	

2. 二十四萬以上至六十萬工程

工 程 名 稱	發包工程費(元)	施 工 期 間
1.嘉義、高雄段告示牌裝設工程	519,999.00	71 8 16 ~ 71 10 20
2.嘉義、台南段部份路肩暨RD173增設護欄工程	376,480.00	71 8 25 ~ 71 11 19
3.嘉義、台南段72年度第一次鐵絲網柵欄修復工程	478,000.00	71 9 6 ~ 71 12 31
4.嘉義、台南段交通安全設施修復工程	510,000.00	71 9 11 ~ 72 3 26
5.中央分隔帶及邊坡雜草清除工程	525,000.00	71 9 20 ~ 71 12 8
6.仁德、新營站區廣場改善及新設雨棚工程	475,000.00	71 11 1 ~ 72 1 10
7.嘉義、台南段72年度第一次橋樑伸縮縫整修工程	250,502.00	71 11 20 ~ 71 12 6
8.嘉義、台南段邊坡長草割除工程	587,000.00	71 11 25 ~ 71 12 19
9.新營、台南段邊坡銀合歡及長草割除工程	431,861.00	71 11 29 ~ 72 1 1
10.新營、新市收費站不找零錢標誌新建工程	248,292.00	71 12 26 ~ 72 1 13
11.嘉義、台南段箱涵護坡整修工程	394,000.00	72 2 11 ~ 72 3 31
12.麻豆交流道排水改善工程	434,000.00	72 2 6 ~ 72 4 22
13.新營服務區司機休息室花架新建工程	390,000.00	72 3 22 ~ 72 6 11

14.新營 段綠籬 代替鐵絲網栽植工程	419,136.00	72	4	9	~	72	4	25
15.嘉義、台南段72年度第二次橋樑伸縮縫整修工程	276,000.00	72	4	14	~	72	5	31
16.嘉義、台南段72年度第三次鐵絲網柵欄修復工程	557,998.00	72	4	30	~	72	6	19
17.新營服務區交流道附近邊坡割草及銀合歡挖除工程	520,000.00	72	5	17	~	72	6	13
18.本路觀光地區指示標誌工程	558,600.00	72	5	24	~	72		
19.新市收費站剛性路面改善工程	478,000.00	72	7	8	~	72	8	15
20.嘉義、新營段邊坡長草割除工程	362,900.00	72	5	22	~	72	6	13
21.麻豆、台南段邊坡銀合歡及長草割除工程	528,900.00	72	5	17	~	72	6	11
合 計	9,321,668.00							

3. 二十四萬以下工程

工 程 名 稱	發包工程費(元)	施 工 期 間
1. 嘉義、台南段72年度第一次路面坑洞修復工程	151,085.00	71 8 1 ~ 71 11 8
2. 嘉義、台南段72-1金屬護欄修復工程	169,611.00	71 7 13 ~ 71 10 30
3. 嘉義、台南段路面標誌修補工程	121,000.00	71 9 28 ~ 71 10 5
4. 新營、新市收費站增設電動門及柵欄改建工程	190,000.00	72 1 10 ~ 72 2 24
5. 297 ^k + 031 ~ 150.95 RT 側溝增設漿砌卵石工程	121,700.00	71 8 6 ~ 71 8 20
6. 278 ^k + 636 ~ 670 LT 側溝增設漿砌卵石工程	48,600.00	71 8 13 ~ 71 8 19
7. 嘉義、台南段72-2金屬護欄修復工程	220,366.00	71 9 13 ~ 71 10 10
8. 嘉義、台南段路面標誌修補工程	24,500.00	71 9 11 ~ 71 12 1
9. 310 ^k + 540, 310 ^k + 950 暨 318 ^k + 425 增設吊溝工程	60,000.00	71 10 9 ~ 71 10 18
10. 嘉義、麻豆交流道割草工程	189,232.00	71 9 30 ~ 71 10 9
11. 卡車司機休息室前空地種植工程	78,180.00	71 10 20 ~ 71 10 27
12. 嘉義、台南段跨越橋邊坡割草工程	219,505.00	71 10 20 ~ 71 10 29
13. 嘉義、台南段72-3金屬護欄修復工程	73,500.00	71 11 1 ~ 72 2 28

14.新營段 $268^{\text{E}} + 072$ $313^{\text{E}} + 075$ $314^{\text{E}} + 994$ 等跨越橋之箱梁底因超高車撞損修復工程	49,000.00	71 11 10 ~ 71 11 11
15.嘉義、台南段 RC 環護坡修復工程	23,000.00	71 11 5 ~ 71 11 16
16. $306^{\text{E}} + 320$ 灌溉箱涵保護工程	63,542.00	71 12 1 ~ 71 12 10
17.嘉義、台南段72年度第二次路面坑洞修復工程	102,385.00	71 11 1 ~ 72 2 28
18.新營服務區 22M 高照明燈改裝工程	45,000.00	71 12 9 ~ 71 12 24
19.嘉義、台南段塩水溪橋南面西端護坡修復工程	134,175.00	71 12 18 ~ 72 5 16
20.嘉義、台南段排水管進出口清除工程	112,252.00	71 12 5 ~ 71 12 22
21.新市收費站遷建籃球場工程	207,000.00	71 12 26 ~ 72 3 2
22.嘉義、台南段排水箱涵進出口清理工程	143,000.00	71 12 20 ~ 72 1 15
23.嘉義、台南段路面標誌修補工程	19,200.00	71 12 24 ~ 72 6 14
24.新營服務區發電機房外牆洗石子工程	88,000.00	72 1 31 ~ 72 3 5
25.嘉義、台南段吊溝清理工程	90,300.00	71 12 18 ~ 71 12 30
26.舊有路面標鈕整修工程	203,600.00	71 12 26 ~ 72 1 24
27.新營服務區停車場安全島種植工程	106,860.00	72 1 11 ~ 72 1 20

28.303' + 680 RT. RC 環護坡漿砌卵石護坡修復工程	18,000.00	72 1 26 ~ 72 1 31
29.嘉義、台南段72-2鐵絲網柵欄修復工程	223,500.00	72 2 16 ~ 72 3 31
30.277' + 611 跨越橋引道 0' + 060 增設涵管工程	97,021.00	72 2 5 ~ 72 3 7
31.新營收費站單身宿舍周圍圍籬改善工程	214,000.00	72 4 27 ~ 72 6 11
32.舊有路面標線整修工程	61,115.00	72 2 3 ~ 72 2 7
33.新營服務區增設T型標誌新建工程	37,996.00	72 2 25 ~ 72 3 9
34.嘉義、台南段72-4金屬護欄修復工程	51,556.00	72 3 1 ~ 72 6 30
35.嘉義、台南段72-3路面坑洞修復工程	66,180.00	72 3 1 ~ 72 6 23
36.新營段跨越橋台綠化工程	230,000.00	72 3 9 ~ 72 4 6
37.嘉義交流道RD, No 159 暨 SLOW MOV 3 側溝淤土清除工程	42,000.00	72 3 20 ~ 72 3 30
38.嘉義、台南段排水溝淤泥清理工程	159,300.00	72 3 12 ~ 72 3 23
39.新市收費站單身宿舍周圍圍籬改善工程	25,298.00	72 5 15 ~ 72 5 31
40.曾文急水溪橋守護營舍改設強力聚光燈配合設施工程	186,000.00	72 4 8 ~ 72 5 7
41.曾文溪流域增設告示牌工程	51,700.00	72 4 15 ~ 72 4 30

42.新營收費站停車場美化工程	155,040.00	72	4	14	~	72	4	27
43.嘉義、台南段跨越橋邊坡割草工程	225,056.00	72	5	10	~	72	5	24
44.266 ⁺ +155 ~ 389 中央分隔帶增設內面工程	27,100.00	72	5	1	~	72	5	20
45.新營工務段前積土整平及排水溝淤泥清理工程	36,630.00	72	4	19	~	72	4	26
46.新營收費站停車場改善工程	122,000.00	72	5	2	~	72	6	14
47.新營工務段加強美化工程	133,229.00	72	5	18	~	72	5	23
48.舊有路面標線整修工程	187,450.00	72	5	20	~	72	6	13
49.新營服務區綠地整平工程	49,000.00	72	6	5	~	72	6	29
50.嘉義、台南段緣石進水井及人孔清理工程	210,000.00	72	6	1	~	72	6	9
51.新營收費站剛性路面橫向接縫填縫工程	139,800.00	72	6	24	~	72	7	2
52.曾文溪橋警衛房外圍水防道路改善工程	105,367.00	72	5	23	~	72	6	26
53.嘉義、台南段72-5金屬護欄修復工程	176,000.00	72	6	17	~	72	6	24
54.嘉義、台南段吊溝及護坡修復工程	51,000.00	72	6	22	~	72	6	26
55.嘉義交流道大排水溝崩坍部份修復工程	128,043.00	72	7	4	~	72	7	27
合 計	6,263,974.00							

4. 工料費工程有四十餘件未包括在內

六、岡山工務段業務

(一)人員編組：

1. 編制職員 16名
2. 約僱磅工操作員 3名
3. 一、二等養護工 19名
4. 三等養護工 27名
5. 編制職工 4名
6. 點工：司機3名 植生隊暨養護工 19名
7. 磅工 3名
- 合 計：94 名

(二)養護範圍：

319⁺ + 000 ~ 373⁺ + 240 計：54.24 公里

內含 交流道五處：永康、台南、岡山、楠梓、高雄

戰備道一處：仁德

休息站一處：仁德（南北側各一處）

收費站一處：岡山

地 磅一處：岡山

(三)機具配置：

1. 公務車 1 輛
2. 工程車 7 輛
3. 工程卡車及機械車輛 25 輛
4. 50 T 吊車 1 輛
5. 割草機 48 具

四作業區分：

1. 路基路面及景觀維護～全年計發包 18 件（13,095,422 元）；詢價 26 件（4,162,525 元）；工料款辦理 3 件（15,680 元）。合計 47 件；17,273,627 元。
2. 結構工程維護～
全年計發包 4 件（1,725,504 元）；詢價 2 件（247,241 元）；工料款辦理 6 件（68,644 元）。合計為 12 件；2,041,389 元。
3. 安全設施及標誌標綫維護～
全年發包 10 件（5,307,176 元）；詢價 16 件（1,714,639 元）；工料款辦理 4 件（21,440 元）。合計為 30 件；7,043,255 元。

4. 排水設施維護～

全年發包 4 件 (1,356,189 元) ; 詢價 10 件 (1,287,172 元) ; 工料款辦理 2 件 (14,561 元) 。合計 16 件 ; 2,657,922 元。

5. 公共設施維護～

全年發包 4 件 (1,021,131 元) ; 詢價 6 件 (643,666 元) ; 工料款辦理 7 件 (73,408 元) 。合計 17 件 ; 1,738,205 元。

6. 其他大局撥款施工工程～

全年發包 5 件 ; 5,905,418 元。

統計全年辦理各項維護工程為 127 件 ; 36,659,816 元。(詳細資料如附件)。

(五) 配合事項：

1. 車禍現場清理

全年因車輛肇事，損及本路設施者達 166 件，其餘未損及本路設施者，均未列入。
(詳細資料如附件二)

2. 取締侵佔路權用地案件

本段歷年來洽請公路警察局第五隊及縣市警察局配合辦理之各類案件如附件三示，計達 17 件。雖經本段多次派員會同各經管警察機關辦理，惟效果均不彰。取締方式有待重新訂定，以解決歷年來之懸案。

(六) 檢討與建議：

1. 與公路警察隊有繼續協調必要之事項

- (1) 勤務指揮中心通報發生車禍之地點務求正確，並略述現場狀況，俾便有效調集人力及清掃工具前往處理。
- (2) 現場警力應待工作人員清理完畢並收完交通管制器材後，方可撤離，以有效維持行車秩序及保護工作人員安全。
- (3) 如肇事人因故不在現場或肇事人、車資料無法於現場填妥者，請警方於日後約談肇事人時，同時通知段內前往補填損毀設施調查表並由肇事人補簽章，俾利結案。

2. 有關養護工程授權辦理範圍～

- (1) 依附件一所示，全年以工料款方式辦理者，計 22 件；平均每件工料款為 8,806 元，或每月 2 件為 17,612 元。該金額頗小，惟對加速養護工作推展極有助益，建議繼續辦理。
- (2) 24 萬以下工程，授權段內辦理詢價者，全年為 60 件，平均每月 5 件；其中有 16 件之金額為 6 萬元以下者，即約有 30 % 之工程，經費較低，而辦理詢價及承攬之工作均相同。建議將 6 萬元以內之工程，於預算奉核定後，於驗收後連同決算報處，免再簽訂攬約。

附件：一

七 十 二 年 度 工 程 發 包 工 程

	養護費—路基路面及景觀維護		養護費—結構工程		養護費—安全設施及標誌標線維護		養護費—排水設施		養護費—公共設施維護
72-21-02	358,599.70	72-21-14	530,359.80	72-21-09	106,655.50	72-21-28	331,017.00	72-21-04	62,130.00
72-21-16	509,614.00	72-21-37	436,884.60	72-21-03	430,491.80	72-21-26	206,656.00	72-11-17	200,000.00
72-21-17	503,145.70	72-21-42	413,560.00	72-21-13	525,703.00	72-21-25	374,494.00	72-21-49	262,401.60
72-21-22	509,224.70	72-21-52	344,700.00	72-31-33	274,503.60	72-21-19	444,022.50	72-21-50	436,600.00
72-21-34	1,185,151.00			72-21-30	227,852.00				
72-31-39	565,736.00			72-21-31	584,601.00				
72-21-40	494,009.80			南工 72-10	572,000.00				
72-21-47	374,487.00			72-21-41	509,270.00				
72-21-45	548,940.00			南工 72-11	336,100.00				
72-21-21	1,251,199.00			南工 72-21	※1,740,000.00				
72-21-06	3,600,000.00								
南工 72-03	※ 550,000.00								
72-21-46	※ 469,020.00								
72-21-48	※ 579,000.00								
南工 72-08	※ 350,400.00								
72-21-51	405,646.00								
南工 72-17	※ 550,000.00								
南工 72-22	※ 291,250.00								
小計 18 件	13,095,422.90	4 件	1,725,504.40	10 件	5,307,176.90	4 件	1,356,189.50	4 件	1,021,131.60

總計：40 件

22,505,425.30 (÷ 562,636 元/件)

※表示未歸結之工程，填發包工程費

七十二年度 24 萬以下工務段詢價工程

養護費——路基路面及景觀維護	養護費——結構工程	養護費——安全設施及標誌標線維護	養護費——排水設施維護	養護費——公共設施維護
岡 72-04 194,869.00 岡 72-05 161,000.00 岡 72-10 21,850.00 岡 72-13 218,130.80 岡 72-14 146,636.00 岡 72-15 17,391.00 岡 72-16 210,600.00 岡 72-17 194,742.00 岡 72-18 199,000.00 岡 72-20 205,000.00 岡 72-23 157,010.90 岡 72-25 163,029.00 岡 72-26 255,450.00 岡 72-27 60,000.00 岡 72-28 182,645.10 岡 72-36 335,225.00 岡 72-37 196,500.00 岡 72-39 229,006.00 岡 72-41 219,000.00 岡 72-42 22,000.00 岡 72-44 47,334.00 岡 72-46 109,000.00 岡 72-47 103,414.80 岡 72-50 339,675.00 岡 72-56 32,524.00 岡 72-60 141,493.00	岡 72-55 22,498.00 岡 72-61 224,743.80	岡 72-03 69,446.00 岡 72-08 27,000.00 岡 72-12 80,346.00 岡 72-19 137,437.00 岡 72-24 0 岡 72-29 26,050.00 岡 72-30 48,571.00 岡 72-32 111,452.00 岡 72-33 48,026.00 岡 72-34 117,158.00 岡 72-40 226,000.00 岡 72-43 20,390.00 岡 72-45 231,697.40 岡 72-51 223,966.00 岡 72-57 239,200.00 岡 72-59 108,000.00	岡 72-01 93,862.00 岡 72-02 176,179.00 岡 72-11 231,600.00 岡 72-21 44,800.00 岡 72-31 238,712.80 岡 72-35 210,844.00 岡 72-38 86,356.20 岡 72-48 39,500.00 岡 72-52 56,670.00 岡 72-53 108,648.00	岡 72-06 194,474.00 岡 72-07 71,900.00 岡 72-09 163,332.00 岡 72-22 58,950.00 岡 72-49 83,010.00 岡 72-58 72,000.00
26 件	2 件	16 件	10 件	6 件
4,162,525.60	247,241.80	1,714,639.40	1,287,172.00	643,666.00

總計：60件 8,055,244.80 (÷ 134,254 元/件) 另外代辦中油界橋 162,612.00

小計

七 十 二 年 度 自 辦 工 料 款 工 程

	養護費——路基路面及景觀維護		養護費——結構工程維護		養護費——安全設施及標誌標線維護		養護費——排水設施維護		養護費——公共設施維護
71 7 30 新盛	3,900.00	72 1 8 國森	9,000.00	71 11 18 明泰	6,550.00	71 8 19 首華	6,372.00	71 9 14 永鴻	11,000.00
71 8 20 騰輝	4,580.00	72 1 29 祥上	12,200.00	71 11 25 明泰	1,500.00	71 9 7 首華	8,189.00	71 9 14 永鴻	7,000.00
72 6 14 新盛	7,200.00	72 5 10 國森 高維	24,844.00	72 4 15 福殿	2,390.00			71 9 23 協興	19,000.00
		72 5 28 新盛	12,000.00	72 4 27 國統	11,000.00			71 12 30 明光	1,000.00
		72 6 2 國統	3,600.00					72 1 18 明光	422.00
		72 7 6 國統	7,000.00					72 5 9 西風	15,750.00
								72 6 20 路力	19,236.00
3 件	15,680.00	6 件	68,644.00	4 件	21,440.00	2 件	14,561.00	7 件	73,408.00

小計

總計：22件 193,733.00 (÷ 8,806 元/件)

七十二年度其他工程（非分配本段之養護費）

72-21-15	永康高雄段邊坡坍方修復工程（72-2）	512,566.00	大局工程災害搶修費
72-21-20	仁德休息站 南下屋頂防水改善工程 北上	348,754.00	72年站區維護費
南工 72-01	岡山收費站超重車卸貨場及破舊車停車場工程	CCO後 ※ 3,006,032.00	
72-0413	觀光地區指示標誌工程	總工程費2,160,000.00 南工處1,089,000.00	
南工 72-23	嘉義—高雄段橋樑裝設防眩板玻璃纖維基座工程	※ 949,066.00	

月 份	件 數	損 毀 設 施 統 計	擇 要 摘 記
1.	11.	金屬護欄板 475 片	
2.	12.	R C 柱 955 支	
3.	13.	樹木 99 株	
4.	21.	平式鐵絲網柵欄 172 公尺	
5.	20.	鏈式鐵絲網柵欄 61.5 公尺	
6.	15.	架空標誌步架結構 1 處	
7.	11.	橋欄附掛標誌牌及鋼架 1 處	
8.	22.	路燈桿 2 支	
9.	6.	250 W 鈉光燈具 3 盞	
10.	4.	// 水銀燈具 2 盞	
11.	16.	巨型標誌工梁 3支	
12.	15.	路面油漆清除一處 300 M ²	
合	計 166	(刨除)	
		岡山收費站 //	
		No. 8 車道肇事：票亭全毀二次	
		票亭玻璃撞破二次	
		No. 3 車道肇事：票亭全毀一次	
		No. 2 車道肇事：票亭受損一次	
		安全島警示燈 二處	
		載重車過磅指示牌 三次	
		南下便道柵欄 一次	
		車道木製柵欄 三次	

附件 三 工 程 計 算 書

取締侵佔路權用地案件			
時 間	業 主	地 點	略 敘
70 7 9	張桐源等四戶	371 ^K +400~800 右側	違建房屋
70 7 9		364 ^K +516~526 左側	興建倉庫未留防火巷
70 8 25		372 ^K +530 北上	堆置雜物影响路容
70 9 19	世允公司	358 ^K +300 北上	違 建
70 11 24		367 ^K +700 北上	與本路鄰接道路常有拖、卡車任意停置
70 12 1		楠梓各交流道	各流道橋下車輛任意停放
70 12 11		372 ^K +530 北上 370 ^K +920 北上	堆置雜物及木屑
71 2 10	利達貨櫃公司	臨海路口	於路權內興建圍牆
71 3 30		370 ^K +500 北上 370 ^K +100 南下	違建木造及堆置油桶及易燃品
71 4 29		368 ^K +068 北上 373 ^K +020 南下	橋下堆置 R . C 管及堆置模板
71 7 20	楊 金 墩	365 ^K +556	橋下被市民任意傾倒垃圾及堆積木料
71 8 7	巫 義 昭	354 ^K +890 南下	塔建遮陽棚
71 8 17	王 大 樹	362 ^K +500 南下	塔建木造鴨寮
71 10 16		362 ^K +620 南下	未留防火巷
71 10 21	吳 新 發	臨海路南下	塔蓋違建洗車場
71 11 8	白光營造廠	365 ^K +480 365 ^K +730 南下	木造屋違建
72 6 1		370 ^K +000~373 ^K +000	鳳山市、五甲段侵佔塔建豬舍

叁、機料業務

機料課主要業務為機具車輛之申購、驗收、調度管理、工程材料與機具車輛材料之採購、驗收、保管、調撥等工作，以及機具車輛使用、保養之督導、考核暨各項經費預算之編擬，執行控制，此外通信業務與器材之管理督導亦為工作項目之一。茲將本年度業務執行情形分項報告如下。

(一)現有員工人數：本課職員編制為八名，惟以機料專業人員補充不易目前尚未補足，職工十七名已額滿。

現有員工人數統計表

職稱	職 員						職 工			備 註
	副 工 程 司	工程員	助理工 程 員	材料管 理 員	材料員	雇 員	作業手	司 機	料 工	
人數	2	1	1	1	1	1	4	9	4	
合計	7						17			

(二)現有車輛機械數量表

本年度內增加車輛計有裕隆小貨車四輛，標誌車四輛，垃圾車一輛，清掃車一輛及45噸吊車一輛。重機械方面有混凝土切割機一台，輕型鏟裝機三台（其中一台調撥北區使用），小型震動壓路機一台及柴油發電機一具。茲將截至七十二年六月卅日止本處現有車輛機械數量列表如下。

現有車輛機械數量表

72年6月30日

項目	機 械 名 稱	處本部	岡 山 工務段	新 營 工務段	新 工 工務所	新 營 服務區	仁 德 休息站	合 計	備 註
1.	小 轎 車	1						1	
2.	大型交通車	1						1	
3.	旅行(小客)車	6	1	1	1			9	
4.	小 貨 車	5	5	6	2	1	1	20	公務車合計31輛
5.	廂型工程卡車		2	2				4	
6.	框型工程卡車			1				1	
7.	高空工作車	1						1	
8.	標 誌 車		2	2				4	
9.	工程救險車	1	1	1				3	
10.	清 掃 車		2	2				4	新營段壹輛汽油車
11.	小型清掃車	1						1	無牌照
12.	消防水車		3	3				6	
13.	傾 卸 車		1	1				2	
14.	農藥噴灑車	1						1	
15.	垃 圾 車			1				1	車輛合計58輛
16.	50噸吊車		1					1	
17.	裝 載 機	1						1	
18.	小型裝載機		1	1				2	
19.	牽引式割草機		1	1				2	

20.	堆 高 機	1						1	
21.	混凝土切割機		1	1				2	
22.	空氣壓縮機		1					1	
23.	磁鐵吸集機			1				1	
24.	標誌清洗機		1	1				2	
25.	震動壓路機		1	1				2	
26.	瀝青保温箱			1				1	
27.	發 電 機		1	1		2	2	6	
28.	照明發電機		1	2				3	
29.	護欄用發電機			1				1	
30.	劃 線 機			1				1	
31.	深水泵浦		1	1				2	
32.	吸 塵 機		1	1				2	
33.	路面破碎機		1	1				2	
34.	抽泥沙機		1					1	
35.	動力剪枝機		1					1	
36.	鋸 木 機		1					1	
37.	夯 土 機		1	1				2	
38.	平面壓實機		1	1				2	
39.	肩背式割草機	2	45	38		4	2	91	另庫存31部
40.	手推割草機	2	3					5	
41.	地 磅		2					2	

(三)工程材料購置預算執行情形：

工程材料購置預算係按各工務段估算在年度內養護工程所需局供之工程材料予以編擬，並在經常養護費項下統籌支應，分別報請大局購撥或由本處自行購用，茲將本年度本處工程材料購置預算 5,777,600 元之執行情形列表報告如下。

七十二年工程材料購置預算執行情形一覽表

付款與否	項目	材 料 名 稱	訂約日期	合 約 文 號	付款日期	付 款 金 額	備 註
已 付 款 部 份	1.	護 欄 板	71 9 1	71業內購字070號	72 5 16	690,892.00	
	2.	鐵 絲 網	71 11 29	" 075 號	72 5 30	828,200.00	
	3.	無反光標鈕	71 12 5	" 078 號	72 6 10	362,340.00	付九成款
	4.	反光標鈕	71 12 10	" 077 號	72 5 26	625,000.00	
	5.	鐵 絲 網	72 1 25	72函機字003號	72 4 20	688,336.00	
	6.	反光標鈕	72 2 25	" 005 號	72 5 13	625,000.00	
	7.	電 纜	72 3 1	" 006 號	72 5 5	111,100.00	
	8.	整修護欄板	72 4 8	" 007 號	72 5 2	130,585.00	
	9.	反光標鈕	72 4 10	72業內購字008號	72 6 30	299,500.00	
	10.	黃色反光膠紙			72 5 5	30,000.00	
	11.	萬能角鋼			72 5 13	61,880.00	
	12.	銀色反光膠紙			72 5 25	30,000.00	
	13.	橋隧照明用納光			72 6 23	66,000.00	
未 付 款 部 份	1.	無反光標鈕	71 12 5	72業內購字078號		40,260.00	付一成款
	2.	標誌用鋁製品	72 5 28	" 010 號		462,730.00	
	3.	電 纜	72 6 13	" 011 號		60,450.00	
	4.	防腐墊木	72 6 22	" 012 號		298,200.00	
移充工程費使用						367,127.00	
合 計						5,777,600.00	

四、機具使用費預算執行情形

機具使用費係按年度內所需車輛機械用汽油、柴油、車輛牌照稅燃料稅、監理規費、車輛機械材料，及保險費等編立預算，經報准後依計劃執行並負責控制預算。

本年度核准預算額為12,509,100元，全年已使用10,428,449元，並移充工程費使用2,080,651元。茲將本年度機具使用費之執行情形分別報告如下。

(1) 耗用油料統計表

七十二年度耗用油料統計表

年 月	汽 油			柴 油			備 註
	數量 (公升)	金額 (元)		數量 (公升)	金額 (元)		
71	7	20,229.48	566,425 44	13,920.17	201,842 90		
	8	20,998.45	587,956 60	15,114.50	219,160 25		
	9	23,756.58	665,184 24	14,624.38	212,053 51		
	10	21,715.73	608,040 44	15,288.64	221,685 28		
	11	19,666.25	550,655 00	14,989.51	217,347 75		
	12	21,300.67	596,418 76	17,688.80	256,487 60		
72	1	18,865.58	528,236 24	16,831.55	244,058 20		
	2	14,890.47	416,933 16	14,651.39	212,445 30		假日多耗用量較少
	3	18,551.67	455,203 42	16,908.42	242,382 20		
	4	19,815.68	515,207 68	18,492.55	258,895 70		
	5	21,305.45	553,941 70	17,712.26	247,971 64		
	6	22,831.00	593,606 00	16,492.27	230,891 78		
合 計		243,927.01	6,637,808 68	192,714.44	2,765,222 11		

(2) 汽車檢驗情況及税金

汽車檢驗情況及税金

稅 年 月	汽 車 檢 驗		汽 車 保 險 費	汽 車 燃 料 使 用 費	汽 車 牌 照 使 用 費	合 計
	次 數	規 費				
71 7	12	961.00	828,455.00	248,836.00		1,078,252.00
8	7	1,288.00				1,288.00
9	6	1,549.00				1,549.00
10	13	2,010.00	45,876.00			47,886.00
11	14	2,040.00	21,523.00			23,563.00
12	6	885.00				885.00
72 1	6	934.00				934.00
2	2	582.00				582.00
3	8	835.00	19,452.00			20,287.00
4	6	600.00			364,860.00	365,460.00
5	13	1,895.00				1,895.00
6	9	1,320.00				1,320.00
合 計	102	14,899.00	915,306.00	248,836.00	364,860.00	1,543,901.00

(3) 停車及過橋費全年使用 4,885 元。

(五) 機具維護費預算執行情形

機具維護費乃年度內保養修理車輛機械所需材料配件、修理費、水電費以及修護技工保養獎金與司機安全獎金等編立預算報准後按計劃執行並負責控制預算。

本年度核準預算額為 8,806,400.00 元，全年使用 7,237,043.50 元移充工程費使用 1,569,356.50 元。茲將執行情形列表報告如下。

單位：元

月 份	費 用 別	修 理 費	材 料 費	水 電 費	保養獎金及司機 安 全 獎 金
71 年 7 月		16,200.00	286,463.00	80,921.00	138,568.00
8 月		20,334.00	258,948.00	119,605.00	136,600.00
9 月		145,222.00	293,185.00	90,924.00	137,672.00
10 月		74,380.00	308,639.00	75,386.00	140,056.00
11 月		8,950.00	261,895.00	61,044.00	141,096.00
12 月		32,587.00	394,776.00	50,283.00	141,200.00
72 年 1 月		27,622.00	1,054,881.00	50,020.00	141,968.00
2 月		7,697.00	170,697.00	47,967.00	168,080.00
3 月		52,248.00	291,440.00	50,569.00	137,141.00
4 月		44,976.00	251,915.00	50,629.00	139,301.00
5 月		11,200.00	265,458.00	71,367.00	141,800.00
6 月		130,160.00	517,879.00	64,508.00	141,520.00
合 計		571,576.00	4,356,176.00	813,223.00	1,705,002.00

(六)通信業務及通信器材之管理督導事項

本處轄區內設有三處基地電台，即新營電台、台南電台及岡山電台。其無線電通信涵蓋範圍為本處轄區路段。其工作項目可分為下列四項。

1. 通信業務

- (1)通信法令規章建議修正之彙辦。
- (2)通信作業執行之監督。
- (3)行動無線電話裝設申請之彙轉及其使用執照之換領。
- (4)通信保密教育之執行與考核。
- (5)話務員訓練之督導及考核。

(6)各種表報之編製與彙辦。

2. 裝備維護

本處通信裝備及公路警察隊行動電話維護，保養作業之協調與監督。

3. 通信器材

通信器材、零件及油料之請領（購）、管理、盤點、核發與報銷。

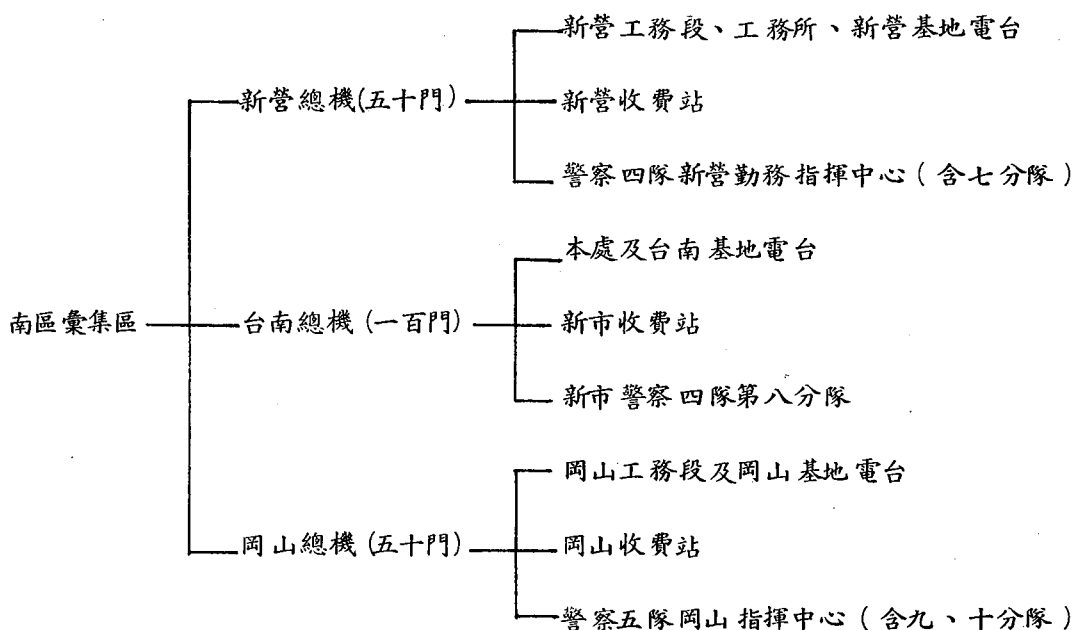
4. 其他有關各電台通盤性問題之彙辦。

茲將通信業務分別提出報告如下：

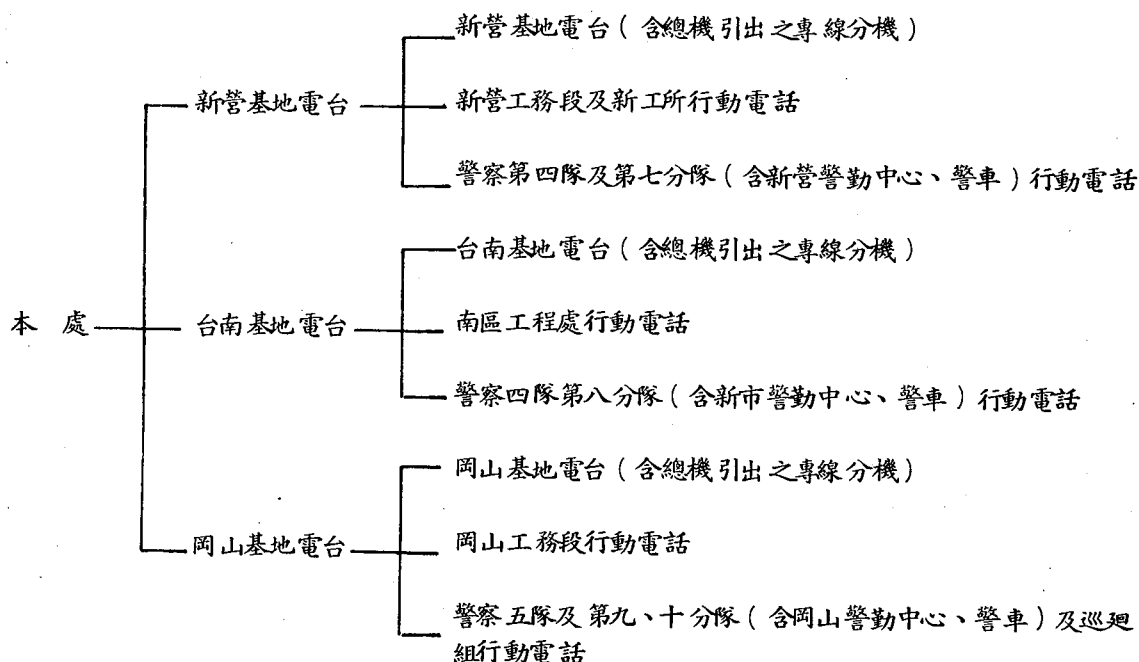
(A)現有員工人數：每一基地電台員工有八人合計廿四人。

台 別 \ 職 別	人 數	台 長	工 程 員	領 班	約 雇 話 務 員	技 工	合 計
台 南 電 台		1	1	1	4	1	8
新 營 電 台		1	1	1	4	1	8
岡 山 電 台		1	1	1	4	1	8
合 計		3	3	3	12	3	24

(B)自動交換總機連接電話機之使用單位分配情形如下表：



(C)基地電台通信裝備維護責任之劃分如下表：



(2)基地電台之裝備

茲將各單位裝備列表統計如表(一)及表(二)。

表(一)

通信機器、儀表、裝備統計表

72年6月30日

編號	名稱	處本部	新營台	台南台	岡山台	合計	備註
A - 02 03	基地台收發訊機		3	2	3	8	
A - 06 07	行動台收發訊機		2	2	3	7	
A - 09	無線電終端機		2	2	2	6	
A - 12	電壓穩定器		1	1	1	3	
A - 14	汽油引擎發電機		2	2	2	6	
A - 19	錄音機		3	3	3	9	
B - 14	示波器		1	1	1	3	

B - 15	三 用 表		1			1	
B - 16	DC/RF 校準表		1	1	1	3	
B - 02	汽車電瓶測試器		1	1	1	3	
B - 18	晶體曲線掃描器	1				1	
B - 17	調頻信號產生器	1				1	
B - 08	數字頻率表	1				1	
B - 07	成音振盪器	1				1	
A - 19	電源供應器	1				1	
B - 04	交流電壓表	1				1	
B - 06	直流複用表	1				1	
B - 21	功 率 表		1	1	1	3	
B - 19	積體電路測試器		1	1	1	3	
B - 05	攜帶測試器	1				1	
B - 09	督導測試器	1				1	
B - 21	數字式複用表		1			1	
B - 22	電路板維修機		1			1	

註：1. 另有車裝行動電話17部：處本部3，新營段6，岡山段8

2. A類：裝備，B類：儀表

表(一)

本處行動電話數量統計表

72年6月30日

單 位	處本部	新 營 工務段	岡 山 工務段	新 營 電 台	台 南 電 台	岡 山 電 台	合 計
數 量	3	6	8	2	2	3	24

(E)工作績效統計：

茲將本年度各電台無線電話使用量，通信裝備維修以及通信設施為民服務等統計列表如下：

七十二年度各電台無線電話使用量統計表

次 區 分 單 位	新營電台	台南電台	岡山電台	合 計	備 註
行動台對行動台	4,929	1,267	2,759	8,955	
行動台對分機	19,767	5,138	26,928	51,833	
行動台對市話	11,924	5,720	8,928	26,572	
行動台對終端機	1,157	184	327	1,668	
終端機對長途市話	286	154	9	449	
分機對行動台	325	12	41	378	

七十二年度各電台通信裝備維修統計表

次 區 分 單 位	新營電台	台南電台	岡山電台	合 計	備 註
基地台收發訊機	3	0	3	6	
無線電終端機	2	3	3	8	
行 動 電 台	27	16	105	148	
發 電 機	2	3	2	7	
其 他	16	0	15	31	

七十二年各電台通信設施為民服務統計表

次 項 目	單 位 數	新營電台	台南電台	岡山電台	合 計	備 註
車輛故障及車禍服務		338	774	2,129	3,241	
長途市話轉接服務		286	48	41	375	對方付款
其 他 服 務			32	168	200	

(七)結 語

本年度在預算控制方面，機具使用費節省 2,080,651 元，機具維護費節省 1,569,356.50 元，移充工程費使用，績效尚屬良好。

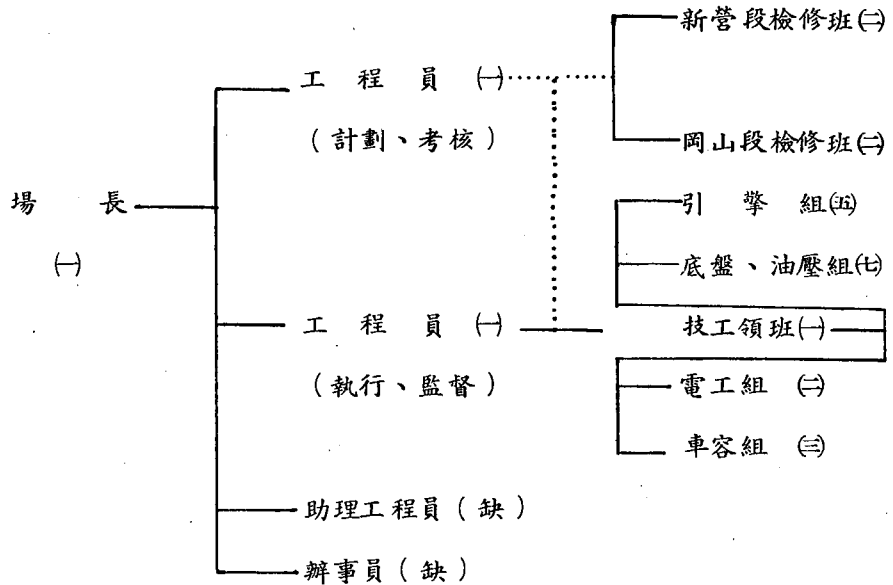
本處之機械車輛使用，司機作業手之管理，機械及工程材料之採購、使用、保管等，機械車輛之保養督導，通信業務及器材之管理督導等工作，應如何去執行並研究發展以收良好之機料績效，達到配合工程之進行，為本項工作之目標。今後當更朝此目標努力以赴，俾爭取最高之榮譽。

肆、保養場工作報告

本場成立於民國六十七年三月，依據局頒養護機械管理要點之規定，計劃、執行本處所屬各項養護機械、車輛之各級維護事項；編制職員人數應有五人，現有職員3人；編制內修護技工人數（含工務段檢修班技工）應有24人，目前本處實有修護技工22人。

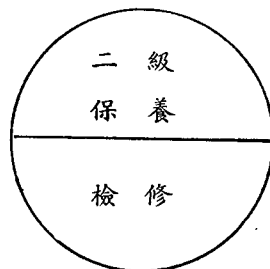
(一)組織系統與工作分配

(1)組織系統與人員配置：

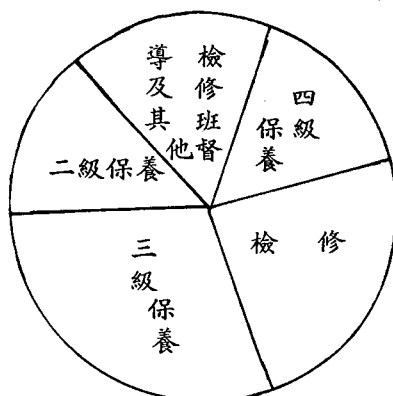


(2)工作分配：

a：工務段檢修班：負責工務段所屬機械、車輛及工務段轄內服務區、休息站養護設備之二級保養及檢修。



b：保養場：負責處本部機械、車輛二級保養及全處機械、車輛三級、四級保養及檢修。



(二)本處所屬機械、車輛配置：

數量 分類	使用單位	新營段	新工所	處本部	岡山段	合計	備註
有牌照機械、車輛		21	3	16	18	58	
無牌照機械、車輛		19	0	3	19	41	
地磅		0	0	0	2	2	
割草機：肩背式		42	0	2	47	91	另庫存備用30部
手推式		0	0	2	3	5	

(三)本處所屬機械、車輛按生產國籍統計：總數：227 部

國名	數量	備註
中華民國	16	
美國	27	
德國	11	
日本	168	含小型割草機 126 部
英國	2	
法國	1	
義大利	2	

四全年機械、車輛養護次數統計 (71年 7月至72年 6月)

項目	單位	輛次	月份	71						72					月平均
				7	8	9	10	11	12	元	2	3	4	5	6 (輛次)
二級保養	新營段			43	52	49	57	63	58	58	61	73	73	63	71 60.08
	保養場			20	12	23	20	10	18	23	15	32	37	16	30 21.33
	岡山段			43	43	61	63	54	76	55	86	87	79	58	57 63.50
	合計			106	107	133	140	127	152	136	162	192	189	137	158 144.92
三級保養	新營段			26	12	15	21	4	0	2	1	1	1	1	0 7.00
	保養場			30	43	27	35	43	23	32	37	27	30	41	32 33.33
	岡山段			10	15	18	9	7	0	0	0	0	3	2	1 5.42
	合計			66	70	60	65	54	23	34	38	28	34	44	33 45.75
四級保養	引擎			2	0	0	0	1	1	1	1	1	2	0	1 0.83
	車身			0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	4 0.58
檢修				227	207	173	143	124	187	187	108	182	176	167	190 172.58

(四)檢修部位分析 (民國71年7月至72年6月)

輛次 部位	71 7			8			9			10			11			12		
	7			8			9			10			11			12		
	保養場	新營段	岡山段	保養場	新營段	岡山段	保養場	新營段	岡山段	保養場	新營段	岡山段	保養場	新營段	岡山段	保養場	新營段	岡山段
引擎系	45	25	16	31	19	25	16	20	18	13	7	8	18	10	7	21	13	23
底盤系	30	12	23	25	6	50	12	15	44	21	5	25	13	5	14	17	17	24
電系	20	6	5	12	8	5	9	3	2	11	4	5	19	7	1	8	3	4
車客	15	3	3	10	4	3	10	4	7	10	6	7	12	1	1	27	4	7
其他	17	5	2	5	2	2	6	5	2	10	2	10	11	1	4	3	12	4

輛次 部位	72 元			2			3			4			5			6		
	元			2			3			4			5			6		
	保養場	新營段	岡山段	保養場	新營段	岡山段	保養場	新營段	岡山段	保養場	新營段	岡山段	保養場	新營段	岡山段	保養場	新營段	岡山段
引擎系	40	19	14	10	19	4	23	44	15	24	20	16	10	23	26	20	20	15
底盤系	34	13	16	16	11	6	10	9	10	13	14	15	17	7	9	17	22	14
電系	5	1	11	6	4	4	8	5	5	15	8	7	19	3	4	12	4	3
車客	20	7	7	14	2	3	35	7	3	18	10	10	35	2	3	53	9	4
其他	4	3	3	4	3	2	3	1	4	2	2	2	5	1	3	3	7	5

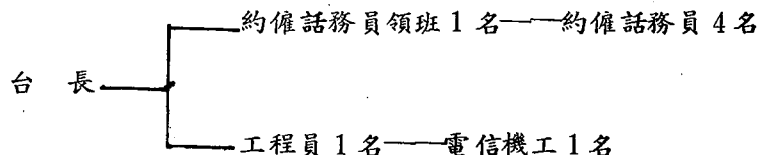
(六)全年保養、檢修績效：

	單位	71	7	8	9	10	11	12	72	2	3	4	5	6	月平均
	部	177	176	194	201	191	191	191	192	191	195	203	204	207	193.5
機械、車輛總數	部	177	176	194	201	191	191	191	192	191	195	203	204	207	193.5
機械、車輛總里程	公里	109,783	107,598	119,608	125,680	121,911	132,008	122,605	101,948	121,209	122,488	125,648	123,048	119,461.17	
機械工作小時總數	小時	2,130.52	3,922.82	3,360.23	3,315.28	2,806.69	3,846.25	3,405.91	1,708.43	3,754.16	4,574.14	3,618.54	5,983.23	3,531.35	
基礎技工人數	人	21	21	21	21	22	22	22	22	22	22	22	22	21.67	
保養修理費總數	元	601,293.60	510,080.30	521,963.30	520,045.70	505,407.40	526,139.00	570,795.80	726,570.50	663,976.90	421,941.10	492,786.40	531,293.50	549,357.79	
每一技工分攤機械、車輛數	部 / 人	8.43	8.38	9.24	9.57	8.68	8.68	8.73	8.68	8.86	9.23	9.27	9.41	8.93	
每一技工分攤作業里程	公里 / 人	5,227.76	5,123.71	5,695.61	5,984.76	5,541.41	6,000.36	5,572.95	4,634.00	5,509.50	5,567.63	5,711.27	5,593.09	5,513.50	
每一技工分攤工作小時	小時 / 人	101.45	186.80	160.01	157.87	127.57	174.83	154.81	77.65	170.64	207.91	164.48	269.69	162.81	

伍、電台工作報告

一、新營電台

(一)組織系統(六十七年九月一日成立，六十八年元月三日開始作業)



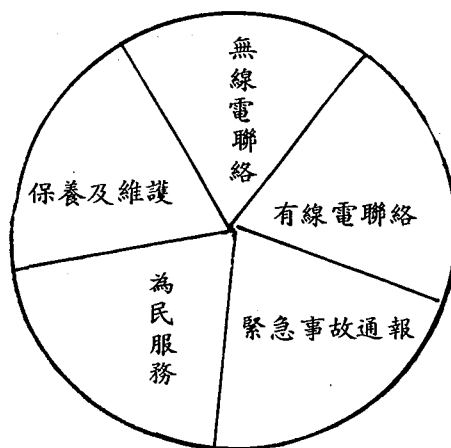
(二)任 務

1. 提供本路公務車(含巡邏警車)UHF無線電公務聯絡使用，聯絡方法有UHF無線電與UHF無線電相互聯絡，UHF無線電話與本路任何有線電話分機相互聯絡，UHF無線電話與電信局有線電市話相互聯絡。
2. 提供3條中繼線50門自動交換機供新營工務段、新營電台、新營收費站及警察第四隊等18支分機公務聯絡使用，同時並轉接所有外線打進之自動電話。
3. 保養及維護責任區內所屬之行動電話及基地電台之收發訊機，終端機、發電機等裝備。
4. 提供為民服務電話民衆在本路發生事故，借用本通信系統。
5. 緊急或重大交通事故之通報。

(三)通信裝備及業務

本台通信裝備除軍事緊急情況另從規定外，平時供本路交通管理，道路養護及本路各單位有關人員公務使用。本台設有電信局架設之PB50交換機乙套，負責新營工務段、新營電

台、新營收費站及警察第四隊勤務指揮中心等單位之電話轉接工作。除此本台另設有本路專用超高頻(UHF)行動無線電通信裝備，可與裝配選定相同頻道行動無線電話之公務車(含警車、工程車等)直接通話，以提供本路交通管理及道路養護業務之需要。本台之通信裝備係全日(24小時)開放使用，其通信業務在人員精簡之原則下，以期達到迅速、確實、安全之三大目標。



七十二年度新營電台無線電話使用次數統計表

單位：次

項次	通信類別	71年7月	8月	9月	10月	11月	12月	72年1月	2月	3月	4月	5月	6月	總計
1.	行動台對行動台	350	403	491	475	100	402	484	470	473	499	424	358	4,929
2.	行動台對分機	1,624	1,556	1,708	1,816	1,549	1,689	1,715	1,564	1,738	1,774	1,523	1,511	19,767
3.	行動台對市話	862	964	1,008	1,081	1,000	992	1,129	1,004	1,039	974	947	924	11,924
4.	行動台對終端機	113	95	98	121	109	104	37	103	112	103	82	80	1,157
5.	終端機對長途市話	31	34	28	27	31	31	7	11	27	20	11	28	286
6.	分機對行動台	3	15	20	36	55	83	28	22	11	22	16	14	325
	總計	2,983	3,007	3,353	3,556	2,844	3,301	3,400	3,174	3,400	3,392	3,003	2,915	38,388

四 維護與保養

1. 本台無線電通信裝備維護係依照「高速公路各基地電台通信裝備維護責任劃分表」辦理。
2. 保養分平時保養、定期保養、緊急保養及架遷保養四種。
3. 有線電裝備係向電信局租用，其維護作業由新營電信局負責，但平日保養均由本台辦理。

七十二年度新營電台所屬通信設施保養檢修測試統計表

單位：台次

次 數 月 份	項 目	行動電台	其他電台	終端機	發電機	電壓穩 定器	其 他	總 計
71月 7月		85	14	9	9	6	15	138
8月		84	13	8	8	5	18	136
9月		75	13	8	10	4	17	127
10月		82	12	11	10	4	21	140
11月		79	13	10	11	5	19	137
12月		90	12	8	9	6	16	141
72年 1月		86	14	8	8	4	13	133
2月		74	10	8	9	4	10	115
3月		81	13	11	11	5	17	138
4月		83	15	10	10	6	15	139
5月		85	14	12	8	5	16	140
6月		84	16	12	10	4	18	144
總 計		988	159	115	113	58	195	1,628

七十二年度新營電台裝置行動電話統計表

次 數	裝 置 日 期	單 位	車 輛 類 別	牌 照 號 碼
1	71 8 13	新 工 所	工 程 車	67-2125
2	71 8 19	公 警 四 隊	覆 面 巡 邏 車	73-2518
3	72 3 3	新 營 工 務 段	工 程 救 險 車	66-1532

新營電台通信設備維護數量統計表

單位：台次

行動電台	基地電台	終端機	發電機	電壓穩定器	檢修儀表及工具	其他	總計
27	3	2	2	1	10	5	50

七十二年度新營電台專用聯絡電話系統故障檢修統計表

單位：次

項次	項 目	71年 7月	8月	9月	10月	11月	12月	72年 1月	2月	3月	4月	5月	6月	總計
1.	本台專線	0	2	0	0	2	0	0	0	1	2	0	0	7
2.	新營-台南	2	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	7
3.	新營-岡山	0	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	5
4.	203	2	4	1	0	0	0	0	0	0	2	1	0	10
5.	206	0	2	1	0	0	0	0	2	0	1	2	0	8
6.	分 機	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	4
	總 計	5	13	2	0	3	0	0	2	3	9	4	0	41

(四)為民服務

本路目前路邊電話系統尚未裝設完畢，因此行旅如遇特殊事件，向巡邏警車求助時，則需本台協助該巡邏警車之行動無線電話，經由本地電信局長途台「108」之轉接使行旅能及時獲得所需傳達的訊息而達到目的。

七十二年度新營電台為民服務統計表

項 目	使用次數	備 考
服 務 拋 錨	338	民衆在本路發生車輛故障、拋錨、借用本路通信系統。
服務長途市話	286	民衆在本路上借用公警用巡邏車、經由本台值班員轉接對方付款長途電話。

(六)緊急或重大交通事故之通報

- 1 凡在本台涵蓋範圍內發生緊急或重大交通事故由本台負責通報大局泰山電台“205”。
- 2 凡台灣汽車公司在本台涵蓋範圍內發生交通事故一律報大局人事(二)“287”。

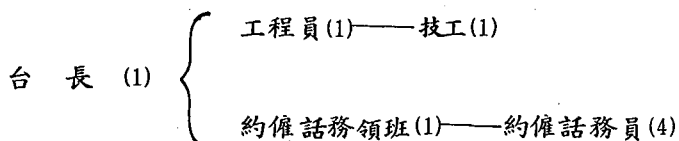
二、台南電台

台南電台（以下簡稱本台）成立於民國六十七年九月一日，於六十八年元月三日正式開放，實施通信作業，本台所屬無線電通信涵蓋轄區，地形平坦，視野廣濶，道路沿途無高山峻嶺，以及高大建築物之阻擋，通信情況良好。

本台位於高速公路325^k+200處，標高14.2公尺，行駛於本路而裝有行動無線電台（簡稱行動電話）之警察巡邏車、工程車、督勤車及特種車輛等，在本台轄區內，使用本台專用通信頻道通話清晰良好，越區使用則因受電力影響，通話效果不彰。本路裝有行動電話之車輛，如長途行駛於高速公路上，並欲隨時與沿途有關單位取得電話聯繫，於上路之前與行駛中均應熟記大局所頒發之高速公路電話系統使用簡介手冊，第二頁：本路行動電話頻道選用及變頻道位置參考表，第三頁：撥接本路專用聯絡電話系統各電台地區總機編號，得心應手，非常方便。

本台配備有，有線電電話自動交換機兩台（每台50門，兩台共100門），以中繼線路接於台南市電信局彙集局，構成有線電通信網路，可通台灣各地區，另以本路專用線，逕接於彙集局，構成本路有線電專用通信網路，可直撥本路各基地電台總機（交換機）所屬各分機。本台二十四小時開放，值班話務員負責提供有線電電話及無線電行動電話之服務，以及行動無線電話與有線電電話互相接轉，接駁電話，市話及長途電話，均甚便利。

(一)組織系統



(二)任 務

(1)台南電台有線電電話及無線電電話通信作業

1. 民國七十二年度台南電台通信設施使用統計表：

項次	次數 區分	71 月	八 月	九 月	十 月	十一 月	十二 月	72 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	合 計
1	交通事故	9	17	8	8	6	8	6	3	3	14	7	7	96
2	取締違規	20	15	17	13	19	17	28	12	28	20	29	27	245
3	緊急救援	71	84	73	70	70	53	62	73	50	51	74	37	768

4.	為民服務	17	18	19	13	15	6	8	9	5	4	16	14	144
5.	巡邏	408	427	515	639	411	384	497	451	536	482	479	510	5,739
6.	道路養護	9	37	29	10	43	65	37	11	27	29	8	7	312
	總計	534	598	661	753	564	523	638	559	649	600	613	602	7,304

2. 民國七十二年度台南電台無線電電話使用統計表：

項次	次數 月份 區分	71 七 月	八 月	九 月	十 月	十一 月	十二 月	72 一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	合 計
1.	行動台對行動台	104	85	103	154	79	90	120	119	131	110	88	84	1267
2.	行動台對分機	335	397	460	515	390	356	432	367	461	475	483	467	5138
3.	行動台對市話	462	567	555	546	416	425	464	487	510	477	411	400	5720
4.	行動台對終端機	27	23	11	10	13	12	26	12	17	7	11	15	184
5.	終端機對長途市話	7	6	13	10	34	41	14	6	2	5	7	9	154
6.	分機對行動台	1	0	3	0	2	2	1	0	2	0	0	1	12
	總計	936	1078	1145	1235	934	926	1057	991	1123	1074	1000	976	12475

3. 民國七十二年度台南電台為民服務電話使用統計表：

項次	次數 月份 區分	71 七 月	八 月	九 月	十 月	十一 月	十二 月	72 一 月	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	合 計
1.	車輛故障服務	66	85	77	67	55	47	57	61	44	53	66	36	714
2.	車禍服務	3	6	1	5	2	5	5	3	3	9	5	13	60
3.	長途電話服務	7	6	4	7	4	1	4	1	1	3	7	3	48

4.	其他(尋人找物、滅火傳話)	0	1	3	2	4	3	3	4	1	2	3	6	32
	總計	76	98	85	81	65	56	69	69	49	67	81	58	854
註 記														

(2) 台南電台無線電終端機錄音監聽

無線電通信最不保密，為了防止通信人員在通話時無意中洩漏國家機密，造成國家重大損失，無線電終端機均裝有錄音設備，各基地電台為監聽錄音作業執行單位，特製訂「通話守則」十二項，凡違犯所列第一項至第五項情事之一者視為「通信洩密」，違犯第六項至十二項情事之一者視為「通信違規」。本台一年來尚未發現重大通信洩密及通信違規事件，輕微之通信違規，先行勸告，設若不聽從勸告，即切斷其通話。

(3) 通信裝備保養維護

1. 本台同仁對於通信裝備設施使用，以及平時保養維護，均能各盡其責，本台於民國七十二年度高速公路養護考評，榮獲本路電台通信組冠軍優勝紀念牌一面。
2. 本台於本(72)年六月底，完成無線電天線鐵塔油漆工程(以環氧樹脂鋅粉底漆，和銀鋁色環氧樹脂面漆各一層)。
3. 本(72)年度本台所屬行動電話裝卸工程統計表

行動電話編號	原裝車輛	拆卸原因	新裝車輛	裝車原因
6775	67-2128	調派新營服務區	67-2140	支援水上交流道新工所
6436		車輛進廠大修		原車出廠裝回
6432		車輛進廠大修		原車出廠裝回
6430		無線電機故障拆回本台檢修		無線電機修復裝回
6426		//		//

6422		車輛進廠大修		原車出廠裝回
6418		無線電機故障拆回 本台檢修		無線電機修復裝回
6412		車輛損壞進廠大修		原車出廠裝回
6797		車輛送外修理		原車修復裝回

4. 通信故障排除：

- ① 有線電：專線 27 次。分機 24 次。
- ② 無線電：無線電終端機 3 台次。收發訊機無。
- ③ 發電機：故障 3 台次。

5. 通信維護：

- ① 行動電話：16 台次。
- ② 無線電終端機 3 台次。
- ③ 基地電台收發訊機 0 台次。
- ④ 無線電天線鐵塔警示燈全年無故障。
- ⑤ 發電機 3 台次。

6. 定期及不定期保養維護檢查。

- ① 警察巡邏車、公（工）務車、督勤車、工程救險車、輔助行動電台（警勤中心）等行動電話共 298 台次。
- ② 基地電台性能測試 24 台次。
- ③ 基地電台通信裝備保養檢查（自辦）24 次。
- ④ 發電機每週六上午每台試機 30 分鐘，並做清潔保養。

(三) 通信教育

- (1) 保密教育：本處為使通信裝備使用人員熟悉有關通信保密規定，提高通信安全警覺，每年按期實施通信保密教育，其成績以 80 分為合格，本台本年度通信保密訓練測驗結果，參加七人，成績 96 至 100 分者有六人，91 至 95 分者有一人，成績優良。

(2) 通信在職教育：

- 1 通信保密：依據大局交管組規定，本路使用通信裝備有關人員所訂定研讀課目，計有(1)國家機密保護法。(2)動員時期電信監察實施辦法。(3)台灣區公民機構專用無線電台管制作業與保密規定。(4)高速公路行動無線電話通信守則。(5)高速公路無線電話監聽錄音作業要領。(6)其他（有關通信保密規定）。其教材每半年傳閱本台各同

仁一次，以充實通信保密教育。

2. 通信作業：

- ① 本台領班及話務員之在職教育，以局頒「交通部台灣區國道高速公路局通信裝備作業管理要領」、「高速公路行動無線電自動電話使用手冊」、「高速公路電話系統使用簡介」為通信作業教材，對於電話之接轉，應講求電話禮貌、態度（語氣）表現親切感。
- ② 工程員及技工之在職教育，除必需研讀通信作業教材外，並應研讀局頒「通信器材管理要點」，以及本台現有通信裝備技術手冊。
- ③ 為充實電台同仁吸收新的通信電子知識，本台訂有「無線電界月刊」及「電子情報月刊」。選購之參考書有「CMOS電路原理與應用」（楊武智編譯）、「CMOS電路故障分析與檢修」（張博堯編譯）、「微處理機微電腦講座」「基本電學原理」等。

四年度預算經費：

電台年度預算科目計有：汽油、機油、蒸餾水、高壓膠布、焊錫絲、天線鐵塔之天線檢查及整理、電器維護線料添置、修護工具之添置及儀表修理費、冷氣機保養費、清潔用品、防護油料等十一項。高公局核定每年每台新台幣五萬元，其科目名稱為「通信設備及專線租金」，因此該預算並未發至電台，而由會計室統籌運用。電台不負責控制預算進度，如有使用必要，先填寫物品請購單，奉批准後，交採購單位辦理。零星之電台急用品（保險絲、焊錫絲、油料、電子零件等），如其單項價目不超過新台幣伍佰元時，可使用電台零用金（3,000元）先行採購，再填寫物品請購單連同購物收據，一併報核。

(五)研究發展：

(1) 避雷針與天線之研究

本路所屬各電台天線鐵塔被雷電所殛之事，時有所聞，嚴重者鐵塔彎曲變形，無線電收發訊機、終端機燒毀，輸送電纜爆裂，損失不貲。本台於六十九年八月間亦遭受雷殛一次，兩台終端機均燒毀，經吳工程員（機務），奮力搶修，兩台併裝一台，維持本路通信。自此以後，遍尋有關避雷設備參考資料，在建築管理法規建築設備編避雷設備一節，發現本台天線鐵塔之收發訊機天線，其高度與避雷針突針高度相差無幾有關。為慎重計，特商請工務課指派工程司，利用測量儀器。測量避雷針突針與主、副機收發訊天線頂端所構成之安全保護角，確未達到要求標準。因此專案報局建議改進，終獲採納。本路各電台收發訊機天線未在避雷針安全保護角以內者，均做適度之降低，現已改進完畢。

(2) 通信業務研究

於七十年度，曾撰寫通信業務研究報告一篇，其檢討與建議事項，頗受上級重視。兩年來有一部份已做改進措施。

(3) 高速公路資訊系統研究

本台工程員（機務）吳榮光，對於高速公路資訊系統研究，資料豐富，思微週詳，設計獨創，圖解明確，頗具學術價值，刊載於本處七十一年業務研究報告書中。希望通信前輩，有研究興趣者，抽暇翻閱，批評指導。

(六) 結 語

通信作業，是一種為很多人服務的工作，沒有特定的服務對象，更沒有特種權利。我們的責任是如何提高通信品質，確保通信安全，讓使用通信工具者，有一種滿意感。因此我們必須努力於以下工作：

(1) 講究通信作業方法

值班話務員處理通信業務，應迅速確實，注意禮貌，態度莊重，答話親切，不可嬉語。如因資料不全或情況不明，不能立即應答時，應查明後據實回答，不可敷衍應付，或做不實之回答。發現行動電話使用人有洩密違規情事，請聽從值班話務員之勸告，及時停止。不聽勸告之重大過失，以錄音帶存證，報請上級處理。其他服務不滿意之處，請各位使用電話者，隨時提醒我們改進，並請批評指教。

(2) 加強保養維護責任

通信裝備使用人以及保養維護者，均應有正確的觀念和責任感。尤其須有保養重於修護，修護重於購置之觀念，利用你的本能視覺、聽覺、嗅覺和觸覺去關心它，愛護它。行動電話保管使用者，應把它視為你最得力，最忠實的助手，你給它一份關懷，則它回報你的更多。

(3) 努力學習研究

通信電子發展進步神速，已非前人日新月異，所能形容。三十年前的無線電收發報機，是由真空管所裝配，體形既大且重，電晶體取代真空管之後，無線電收發報機，小而輕便，今天的積體電路，小到使你無法用肉眼看見，必須使用放大鏡，這個渺小的東西，其功能却勝過龐大的真空管。就以本台現用無線電終端機一台，如改用真空管裝配，以300倍的空間也無法容下。有線電話也是一樣，兩部電話機間，用被覆線連接，相距超過三公里以上，通話就發生困難，其使用線料之重，約100公斤。現在發明了光纖電纜，通信電路增加，通信距離增遠，都歸功於科學發達，通信電子工業進步。通信已不限於地平面，對外太空傳真通信已使用很久了。這些雖然與我們的工作無直接關係，但是我們必須不斷的吸收通信電子發展新的知識，以利通信裝備汰舊更新工作。願以「學無止境」「學而後知不足」與本路通信從業同仁共勉之。

三、岡山電台

本台於67年9月1日成立，人員於68年元月3日編組完成，同時實施講習並開始作業。

高速公路現為本省重要交通系統之一，有關道路之保養，維護交通流量之保持暢通，臨時偶發事件之及時處理與障礙之即刻排除等，莫不依靠良好之通信聯絡，而本台即為達成上述任務重要環節之一。僅以本年報之資料提供瞭解與參考，尚祈對本台作多方面的指正。

(一)組織概況：

電台設編制內台長，工程員各一人約僱領班一人，約僱話務員4人及編制內電信技工1人，合計8員。

(二)現有保養維護裝備數量：

項次	名稱	數量
1.	行動無線電收發訊機	38
2.	主發射接收機	3
3.	終端機	2
4.	檢修用儀表	7
5.	油機(發電機)	2

(三)通信量統計比較：

項次	名稱	70年度	71年度	72年度
1.	行動台對行動台	4,048	3,957	2,759
2.	行動台對分機	23,287	31,625	26,928
3.	行動台對市話	9,572	10,932	8,928
4.	行動台對終端機	589	481	327

5.	分機對行動台	61	13	9
6.	終端機對長途市話	11	9	41

(四)通信裝備檢修與維護：

依規定公路警察第五隊及岡山工務段所屬行動無線電話機均為本台保養維護。本(72)年度維護檢修概況如下：

項次	名稱	保養	檢修
1.	行動無線電收發機	988	105
2.	主發射接收機	156	3
3.	終端機	24	3
4.	發電機	104	2
5.	其 它	10	15

(五)為民服務：

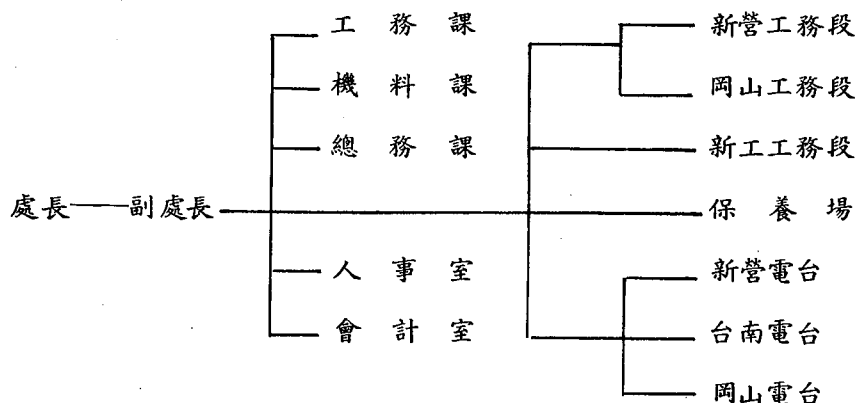
七十二年為民服務電話統計			
項次	項目	使用次數	備註
1.	違規取締，路檢贓車等	1,287 次	
2.	肇事、車禍等	318 次	
3.	車輛拋錨	524 次	
4.	對方付款長途市話	41 次	
5.	其他(生病、查號等)	168 次	

(內結 語：

今後我們所要努力的方向則秉持敬業與樂群的精神，使通信裝備保持完整及通信暢通，立即排除所發生的故障，如此才能使我們的工作趨於完善。

陸、人事業務

一 組織系統：



二 任務：

本處受國道高速公路局指揮監督，辦理國道高速公路261^k + 300至373^k + 240路段計111.94 km之下列事項：

- (一) 養護及拓建工程。
- (二) 交通管理及行車安全維護。
- (三) 路邊設施之營運管理。
- (四) 沿線環境之整理與維護。
- (五) 用地、房屋與其他財務之備置、保管、運用及財務處理。
- (六) 研究發展及其他有關事項。

三 員工人數：

本處現有編制內職員105人，其中技術類人員計有70人，佔職員總人數67%；業務類人員計有35人，佔職員總人數33%。約僱職員24人，其中話務員領班3人，話務員11人，管理員5人，服務員2人，地磅操作員3人。編制內工人111人，其中事務性技工13人，一、二等養護技工83人，工友15人。約僱工人83人，其中三等養護工54人，磅工3人，技工5人，工友21人，總計員工323人。

四 人員異動：

本(72)年度職員新進者，15人；離職者14人，調(升)職者8人。

五 員工獎懲：

本(72)年度員工受功績獎勵者，計有記功一次者3人；嘉獎二次者10人；嘉獎

一次者 21 人。受行政處分者，計有記過者 3 人；申誡者 4 人；書面告誡者 1 人。

六 自強康樂活動：

本處為員工聯誼促以發揮團隊精神，提高工作效率，加強辦理自強活動、休假旅遊及星期例假日正當休閒活動，並訂頒年度計劃，據以推行：

(一)七十一年九月廿九、卅兩日，舉辦撞球錦標賽，十二月廿九、卅兩日，舉辦棋藝競賽。

(二)七十一年十月卅日下午，為紀念先總統 蔣公誕辰暨慶祝本處成立九週年，特舉辦頗饒趣味之競賽，諸如迷你馬拉松、滾輪胎、拔河、香火傳遞、同步競賽等；並舉辦電影欣賞會，參加員工及眷屬甚為踴躍。

(三)七十一年十二月十、十一兩日暨同月十七、十八兩日，本處員工及其眷屬，分往溪頭、杉林溪暨梨山、武陵、福壽山農場等地活動。

四七十二年二月廿四日，舉辦春節南部地區員工聯歡晚會。

(五)七十二年三月卅日，舉辦七十二年度員工慶生會。

(六)七十二年三月廿四、廿五兩日，舉辦羽毛球競賽。

(七)七十二年四月廿九、卅兩日，舉辦桌球比賽，及七十二年度模範勞工表揚。

(八)七十二年五月十九、廿兩日，舉辦「慶祝 蔣總統經國先生就職五週年」籃球邀請賽，計有中華日報、台南空軍醫院、公路警察局第四、五兩隊、本局新市、新營、岡山三收費站等單位組隊參加。

(九)七十二年六月十八、十九兩日，本處員工及其眷屬，前往墾丁公園活動。

(十)本處各單位員工，常利用週末或例假日，自行結隊，前往附近名勝地區遊覽，或參觀名人書畫展，以增加休閒生活情趣。

七 員工配置情形：

本處編制員工配置於各單位工作，其調配情形如下表：

[illegible]

柒、會計業務

甲、公路維護費：

本處七十二年度預算奉核定151,075,000 元，實支142,443,000 元(94.3 %)其詳細科目列表如附表(一)。實支數與七十一年度相比較如附表(二)。

乙、服務區休息站管理維護費：

七十二年度預算奉分配本處12,869,000 元，實支12,337,000 元(95.9 %)；其明細列表如附表(一)。實支數與七十一年度相比較如附表(二)。

丙、檢討：

本年度經費：控制尚稱得宜，實支數為分配數之94.4 %，各單位均能在審慎控制下靈活運用；惟支付數多集中於年度結束前之5、6月份，如能於年度開始時即有週詳之計劃，並依照計劃逐項確實執行，則可望進度更趨正常，不致於年度結束時顯得忙亂，特列表(附表一)如下，以作今後執行預算之借鏡。

附表：(一)

交通部台灣區國道高速公路局南區工程處
72年度公路管理維護預算支出比較表

單位：新台幣千元

計劃名稱	科目名稱 預算數與實支數 所屬月份	人事費		業務費		維護費		旅運費		設備費		特別及機密費		合計	
		預算數	實支數	預算數	實支數	預算數	實支數	預算數	實支數	預算數	實支數	預算數	實支數	預算數	實支數
公路	7	2,938	2,218	661	651	9,132	3,589	157	104	42	2	7	7	12,937	6,571
	8	2,932	2,238	658	652	9,125	3,771	155	135	42	4	2	2	12,914	6,802
	9	2,932	2,255	658	450	9,125	4,584	155	147	42	26	2	1	12,914	7,463
	10	2,932	2,233	658	566	9,125	4,742	155	75		4	2	2	12,872	7,622
	11	2,932	2,272	658	447	9,125	8,154	155	107		2	2	2	12,872	10,984
	12	2,932	2,358	658	508	9,125	6,585	155	69		31	2	2	12,872	9,553
	1	2,932	2,775	658	608	9,125	7,986	155	93		8	2	2	12,872	11,472
	2	2,932	2,392	658	597	9,125	8,434	155	91		1	2	2	12,872	11,517
	3	2,932	2,272	658	801	9,125	11,144	155	104		10	2	2	12,872	14,333
	4	2,932	2,282	658	735	9,125	6,909	155	188		19	2	1	12,872	10,134
	5	2,932	2,270	658	832	9,125	13,029	155	267		14	2	3	12,872	16,415
	6	2,932	2,386	658	773	9,125	20,054	155	210		24	2	3	12,872	23,450
維護	流入數(流出數)			29		(48)				19					
	保留數(裁減數)			(230)	78	(3,254)	6,049	(54)						(3,538)	6,127
	合計	35,190	27,951	7,698	7,698	106,205	105,030	1,808	1,590	145	145	29	29	151,075	142,443
	7	378	277	376	307	270	102	18	5	224				1,266	691
	8	378	299	369	416	270	217	18	4	224				1,259	936
	9	378	419	369	381	270	222	18	14	224	7			1,259	1,043
	10	378	308	369	373	270	159	18	9		534			1,035	1,383
	11	378	363	369	366	270	113	18	13		45			1,035	900
	12	378	339	369	310	270	75	18	2		5			1,035	731
	1	378	336	369	254	270	213	18	15		7			1,035	825
	2	378	555	369	325	270	428	18	1					1,035	1,309
站息	3	378	355	369	347	270	90	18	4					1,035	796
	4	378	340	369	294	270	207	18	3		15			1,035	859
	5	378	335	369	300	270	163	18	13		3			1,035	814
	6	378	404	369	407	270	855	18	3		56			1,035	1,725
	流入數(流出數)			50		(50)									
	保留數(裁減數)			(129)	276	(95)	49	(6)						(230)	325
	合計	4,536	4,330	4,356	4,356	3,095	2,893	210	86	672	672			12,869	12,337
	總計	39,726	32,281	12,054	12,054	109,300	107,923	2,018	1,676	817	817	29	29	163,944	154,780

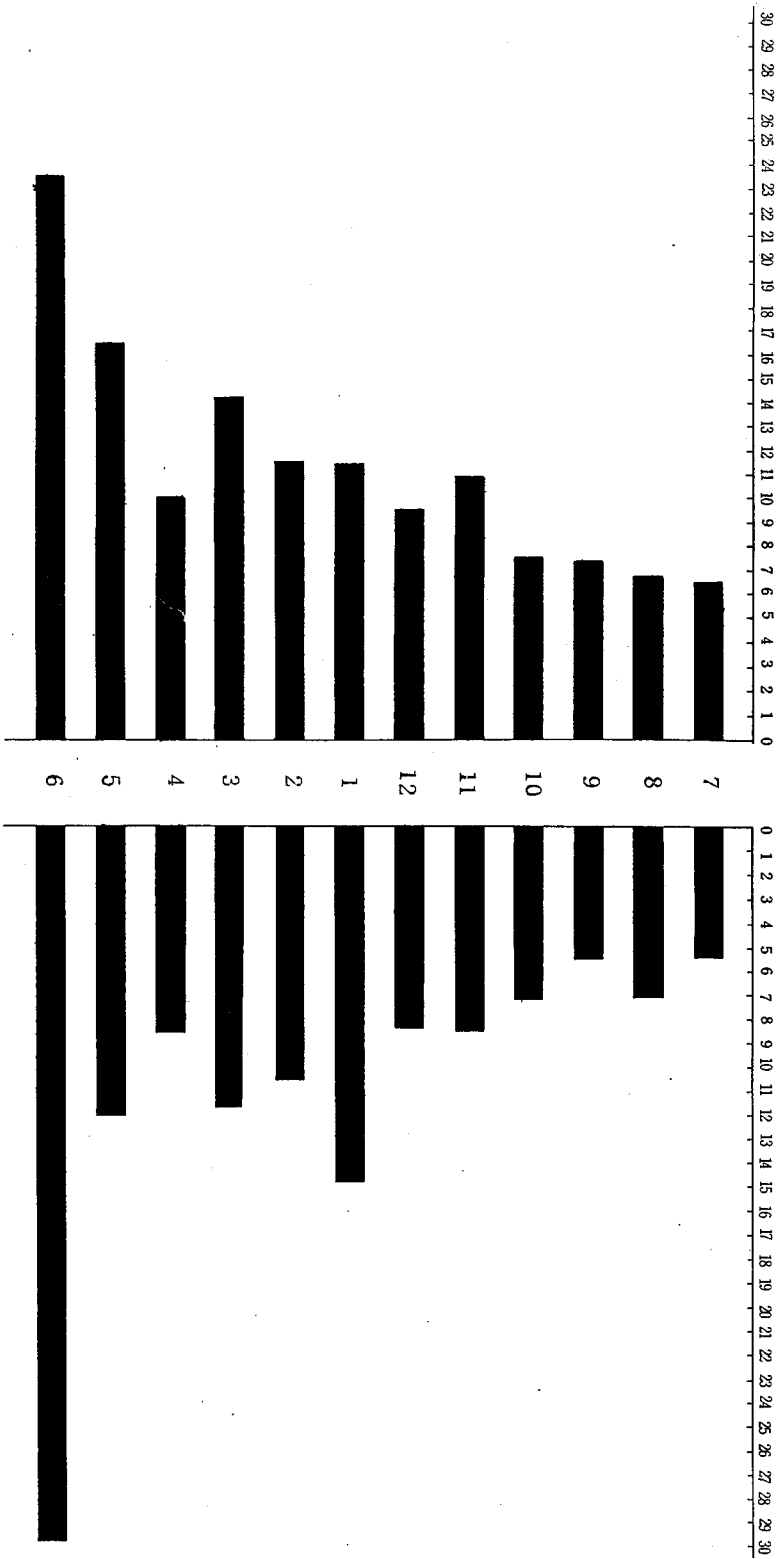
註：資料來源：本處72年度各月份會計報告

交通部台灣區國道高速公路局南區工程處

附表：(ㄟ)

公路維護實際支用數比較

單位：新台幣百萬元

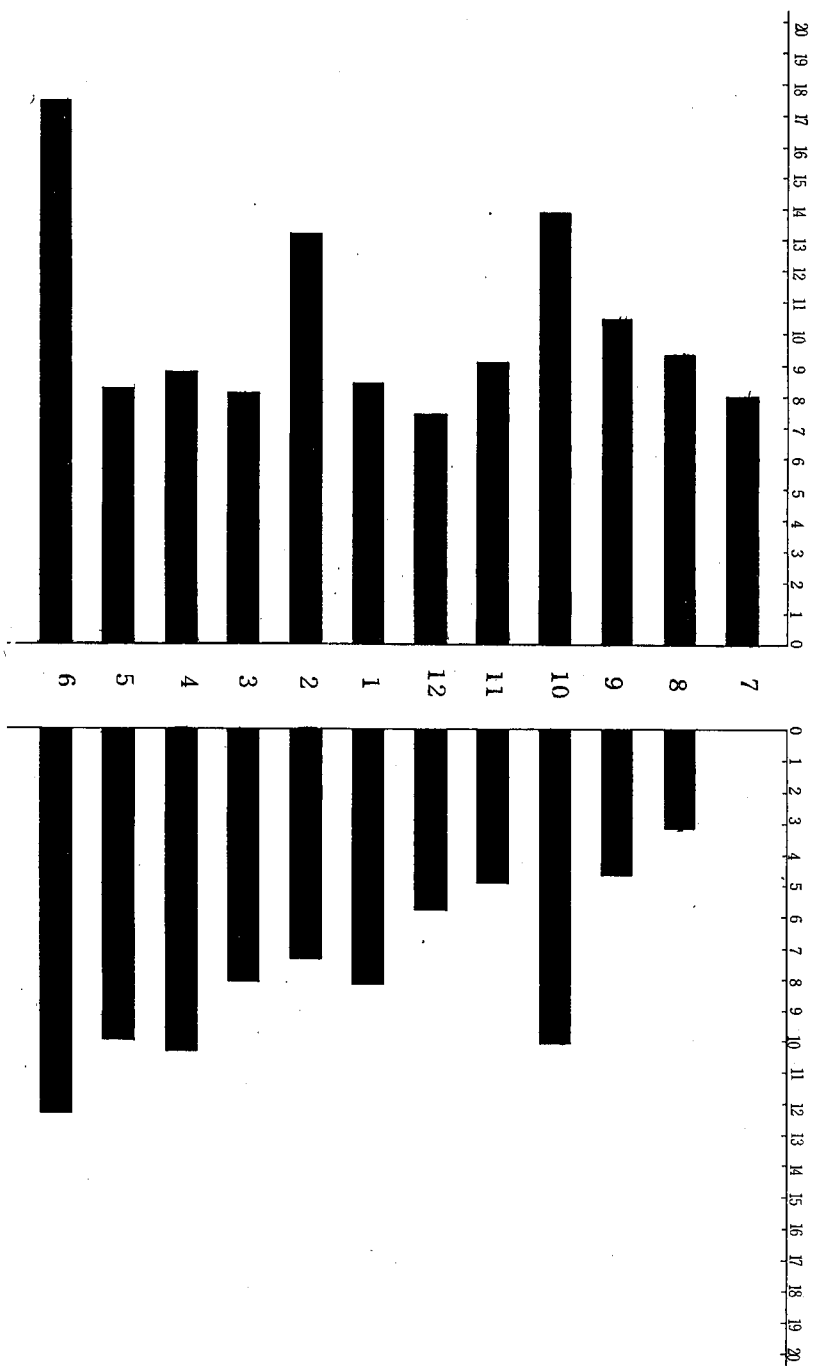


資料來源：本處71、72年度公路管理維護預算支用比較表

附表：(三)

交通部台灣區國道高速公路局南區工程處
服務區休息站管理維護實計支用數比較

單位：新台幣拾萬元



資料來源：本處71、72年度公路管理維護預算支用比較

捌、總務與服務

一、置產及報損

(一)72年度本處添購設備計有：

1. 機具：31件 價值新台幣：3,820,881.66 元
2. 用具：305 件 價值新台幣：32,407,715.17 元
3. 合計：336 件 價值新台幣：36,228,596.83 元

詳細內容列表如表(一)。

(二)72年度報損減少設備計有：

1. 機具：42件 價值新台幣：3,722,478.81 元
2. 用具：107 件 價值新台幣：1,244,328.00 元
3. 合計：149 件 價值新台幣：4,966,806.81 元

詳細項目列表如表(二)。

表(一) 七十二年度財產增加數量及價值統計表

年	月	機 械 及 設 備			交 通 運 輸 及 設 備			雜 項 設 備		
		財 產 名 稱	數 量	價 值	財 產 名 稱	數 量	價 值	財 產 名 稱	數 量	價 值
71	7	電 鑽	1	4,600 00				鐵 櫃 等	6	12,610 00
	8	柴油發電機	1	258,000 00	收發訊機等	5	563,084 00	洗衣機等	4	18,280 00
	9	電 鑽	1	4,300 00	擴 大 機	1	21,130 00	電 扇 等	5	8,550 00
	10	輕型裝載機等	4	1,226,150 00	電視機等	2	79,700 00	電冰箱等	92	456,664 00
	11	小型壓路機等	4	1,006,042 00	電話機按裝	4	37,800 00	餐 車 等	12	9,500 00
	12							汽車冷氣機等	3	35,300 00
72	1	數字頻率表等	19	1,320,289 66	收發訊機等	53	7,996,004 79	乾粉滅火器等	10	14,060 00
	2							排 風 機	2	1,280 00
	3	測 斜 儀	1	1,500 00	垃 圾 車	1	2,985,123 36	熱水器等	6	9,780 00
	4				50 T吊車等	6	20,013,836 02	迴轉椅等	20	33,960 00
	5				收錄音機等	10	5,450 00	瓦斯桶等	7	11,640 00
	6				手 推 車	2	2,800 00	飲水機等	54	91,163 00
合 計			31	3,820,881 66		84	31,704,928 17		221	702,787 00

表(二)

七十二年度財產減損數量及價值統計表

年	月	機械及設備			交通運輸及設備			雜項設備		
		財產名稱	數量	價值	財產名稱	數量	價值	財產名稱	數量	價值
71	7									
	8									
	9				小貨車	2	680,000 00	滅火器	2	2,945 00
	10	肩背式割草機	30	211,040 00						
	11							老虎鉗	2	10,800 00
	12									
72	1	清溝車	1	2,957,438 81						
	2	肩背式割草機	10	74,000 00						
	3									
	4									
	5							影印機等	33	455,863 00
	6	輕型裝載機	1	480,000 00				辦公桌等	68	94,720 00
合計			42	3,722,478 81		2	680,000 00		105	564,328 00

二、公文稽催

72年度公文處理及稽催成果統計如表(三)，其處理平均速度為3.3天，尚在要求之3.5天以內。

表(三) 交通部台灣區國道高速公路局南區工程處72年度各月份公文稽催成果管制統計表

項目 數量	收文統計	各月份已結案統計	文統												存查	當月份待辦統計		全年 度 創 稿 統 計			
			合計	發文												件數	%				
				小計	1 - 3天辦結			4 - 6天辦結			7 - 15天辦結			16 - 30天辦結					31天以上辦結		
					件數	%	件數	%	件數	%	件數	%	件數	%							
																			件數	件數	件數
總計	3,286	3,274	12	3,276	2,455	1,870	76.2	386	15.7	186	7.6	13	0.5			3.3	821	10	0.3	1,328	
工務課	2,207	2,198	9	2,200	1,904	1,472	77.3	285	15.0	135	7.1	12	0.6			3.2	296	7	0.3	698	
機料課	285	283	2	283	123	81	65.9	20	16.3	22	17.8					4.1	160	2	0.7	323	
總務課	240	239	1	239	90	70	77.8	15	16.7	5	5.5					3	149	1	0.4	91	
人事室	497	497		497	308	224	72.8	62	20.1	21	6.8	1	0.3			3.3	189			195	
會計室	54	54		54	27	21	77.8	3	11.1	3	11.1					3.3	27			9	
保養場	3	3		3	3	2	66.7	1	33.3							3				12	
附註	1 本表係由72年度各月份統計資料彙集製成。 2 各月份已辦結案件欄內未含創稿案件。 3 截至當月末辦件數欄內計有兩件係上年度待辦件轉入。 4 各工務段及新工所代辦處稿案件均列入各業務相關單位資料內。																				

三、服務事項

(一)新營服務區

1. 高級長官蒞區巡視(以下照附表敘述)

國道高速公路局南區工程處七十二年度績優單位評選報告表								
單 位	新營服務區	主管 職務 姓名	督導： 胡 承 維 周 子 真	現 有 人 數	員	8	駐 地	台 南 縣 後 壁 鄉 竹 新 村 新 厝 72 號
					工	39		
績 <								

(二)仁德休息站

1 好人好事

國道高速公路局南區工程處七十二年度績優單位評選報告表								
單 位	仁德休息站	主管 職務 姓名	督導： 廖能繼	現 有 人 數	員	3	駐 地	台南縣仁德鄉中洲村一之 十五號
					工	11		
績 效 彙 舉	一、好人好事：							
	(一)七十二年二月廿八日本站南下管理員唐信長檢拾黑色彩花女用雙夾皮包乙個內有現金新台幣伍仟玖佰零叁元，郭燕玲空中商專學生證乙枚，女用髮夾乙隻，化粧品兩盒，由唐員親送警五隊處理。							
	(二)七十二年四月廿四日本站北上管理員盧漢士檢拾女用皮包乙個，內有現金叁仟貳佰元由盧員送交警五隊處理。							
績 效 彙 舉	(三)七十二年五月十日清晨，本站南下巡邏工黃元仲，巡邏時在廣場大樹邊檢拾皮夾乙個，內僅有高雄華喜餐廳董事長證件五枚，交管理員唐信長連絡吳董事長本人領回。							
	二、為民服務：							
	(一)七十二年六月十一日下午四時駐區督導廖能繼巡視北上停車場時發現貿聯貨櫃拖車，車頭冒煙，遂囑技工李春榮、陳榮輝、工友林水源協助司機，將冒煙撲滅因而未肇災害。							
績 效 彙 舉	(二)七十二年六月廿日南下停車場乙對家住佳里鎮青鯤鯨黃姓夫婦，因不慎開啓水箱蓋，被熱水燙傷，經管理員協助送往岡山空軍醫院治療。							
	(三)七十一年七月一日至七十二年六月卅日全年為旅客傳遞電話，及車輛故障救濟，或車禍與路警連絡約計卅餘次。							
	三、加強服務措施：							
績 效 彙 舉	(一)新增建男女廁所各乙座，每日來站休息旅客約計千人，舊廁所不敷供用，尤其遊覽車載來大批旅客時，則見四週隨地小便極不雅觀，經上級耗資二、三一、三一七元在南下與北上站區各增建廁所乙座，於七十一年十二月十九日竣工，七十二年三月廿五日驗收合格使用，旅客稱便。							
	(二)增建人行陸橋乙座，供兩邊旅客通行遊覽：上級業於北上與南下旅客擬通行參觀遊覽，均為中央分隔道路所阻，而員工通行時亦跨越高速公路，極端危險，鑒及需要，經耗資五、一〇三、三〇九元設計以鋼構造人行陸橋乙座於七十一							

績 效 彙 舉	<p>年十二月卅一日竣工，七十二年五月十一日驗收合格使用，旅客多此遊覽處所，瀏覽車輛通行高速公路之壯觀讚美不已。</p> <p>(三)實施供售通行回數票方便旅客：自七十一年七月一日至十二月卅一日，因係創設旅客諸多不知因此半年僅售二七五、九九〇元，但七十二年元月至七十二年六月卅日，旅客漸感方便，故售出增加七倍之多計一、九八一、九七五元。但是本站未設服務台亦無服務員，供售工作則由販賣部及管理員服務，包括售票、製表、繳款、及票證保管，節約用人費用達廿餘萬元。</p> <p>四增售便當點心項目：供應上列項目後，使旅客無枵腹之虞。</p>
總 評	<p>績 效：</p> <p>評 分：</p>

(三)提供場地晒稻穀或其他農作物

本處位處郊區，廣場均鋪有柏油路面，附近農民時常申請晒穀用地。72年度內計提供晒稻穀案件30件近十萬公斤，提供晒花生案件4件約有六萬公斤。在晒穀期間，本處同仁均予最大之方便，諸如供應茶水，夜間門禁，驟雨協助等等。

四提供廠商展示商品場所

為謀同仁福利與方便，在福利社附近提供場所給廠商展示語言教材、食品、服飾、及電器產品等21次。

玖、研究與心得

以下附載各篇，係本處同仁在本年度內於從事工作中或公餘之暇對相關業務研究之心得經整理付印俾作研究發展及改進之參考，尚祈上級長官暨工程先進賜予教正。

工程心得

一、岡山收費站剛性路面修復方式之討論

1.前 言

本路岡山收費站區之剛性路面長約六百七十公尺，設計為二十二公分厚的無筋混凝土。自六十七年高速公路全線通車後，由於車輛超載的影響，部份路面破裂，經多次以早強混凝土（早強劑為 Sika Set）修補，惟因路基排水問題未同時予以解決，故時壞時修，增加養護工務段甚多的困擾。（照片一為路面損壞的情形，黑色部份係以瀝青混凝土修補）。



照片 1

本處岡山工務段負責國道臺南—高雄段之養護工作；職責所在，遂多方面收集新發展的工程材料及技術資料，於七十一年十一月間，設計以鋼纖維混凝土施作路面，同時以蜂

巢式透水管處理路基排水問題；結果良好，雖歷經多次豪雨侵襲，已修復者尚無再次損壞之記錄。爰將該修復方法提出討論，並藉以就教於各工程先進。

2. 工程材料

本工程中，所使用之材料以鋼纖維 (Steel Fiber)、蜂巢式透水管及減水劑三項較為特殊；茲將其各項規格條列如下：

2-1 鋼纖維

本項鋼纖維採用日本鋼管株式會社 (N.K.K.) 所開發製造的“TESUSA”；每箱包裝為二〇公斤，(外觀如照片二所示)。



照片 2

(1) 組織特性

每根鋼纖維長度為

$30 \pm 2 \text{ mm}$ ；重量為 $59 \pm 5 \text{ mg}$

材料成份為 (以# 5030 A 為例)

抗拉強度 = 32 kg/mm^2

楊氏係數 = $2.1 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$

碳 C	錳 Mn	磷 P	硫 S	
0.05 %	0.31 %	0.013 %	0.016 %	重 量 %

(2) 用 量

依據 N. K. K. 技術報告，所建議之混合率為

① 體積百分比：0.3-2 %

② 重量用量：23.6-160 kg /m³

(3) 拌合方式

依據 N. K. K. 技術報告，鋼纖維加入混凝土中的方式有三種：

① 先將鋼纖維及粒料混和，再加入水泥和水拌合。

② 將鋼纖維倒入已拌合之混凝土中，再次拌合。

③ 將水泥、粒料和鋼纖維混和，再倒入已加有規定用水量之拌合機內拌合。

該技術報告特別強調，為避免鋼纖維拌合不均，形成球形，以上三種方式均應注意使鋼纖維與水接觸之時間愈短愈佳。本工程是採用第二種方式拌合。

(4) 預估效用

依據日本鋼材俱樂部編擬的鋼纖維混凝土手冊 (Manual of Steel Fiber Reinforced Concrete)，所列出 S. F. R. C. 對路面施工的效用如表一所示：

表一 公路鋪築用 SFRC 的效果

主 效 果	副 效 果	主要原因 (利用特性)
路面厚度的減少 (約可減半)	挖除土量、作業量的減少 混凝土使用量的節省 工期的縮短 施工經費的減少	抗彎強度大 抗疲勞強度大
接縫的減少 (約 可減至 $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{4}$)	行車舒適度的提高 通行車輛噪音的降低 接縫修補的減少 施工經費的節省	內部應力變小且抗拉、 抗彎強度增大，因此伸縮縫可以減少。
路面壽命的延長	再鋪築修理的延後	抗裂性強 車轍等路面變化小

	修補時交通停頓的減少 修補費用的節省	抗反覆疲勞強度大 翹曲應力不易發生 凍結融解的抵抗性大
薄層加鋪 (Overlay) 亦屬可能	修補時迅速完工、交通停頓的減少 修補經費的節省	撓曲性佳 車轍等路面變化小
破損的減少	行車安穩 公路壽命的延長 修補費用的節省	耐衝擊性佳
對凍結融解作用 抵抗性大	冬季公路損傷的防止 公路壽命的延長	對裂縫有拘束性 內部應力少，抗拉抗彎強度大，伸縮強度亦大。

2 - 2 減 水 劑

本工程所用減水劑是緒嘉公司所代理的“Sikament”，其規格等如次

(1)物理特性：

- ①外觀 - 濃褐色液體
- ②比重 $\sim 1.20 \sim 0.02$ (20°C)
- ③酸鹼值 - 7 ± 0.5
- ④粘度 $\sim 120 \pm 20$ CPS
- ⑤含氣量 $< 0.005\%$
- ⑥儲存期限 - 包裝良好情況下可無限期儲存
- ⑦固態成份 - 40%

(2)用 量

廠商建議用量為：單位體積水泥用量之 $0.8 - 1.0\%$ 。

(3)預估效用

依據中興大學臺電混凝土試驗研究中心的試驗報告，添加本劑後，確能迅速提高混凝土抗壓強度。

表二 Sikament 效用

中興大學臺電混凝土試驗研究中心試驗報告 報告編號 BE - 207 配合比例：

附加劑 (使用量)	s/a %	W / C	Alr %	坍度 cm	單 位 量 kg/m^3				
					Sikament	水	水泥	砂	1" - #4 粒 料
參考混凝土 (無)	46	0.505	2.0	12	—	202	400	785	921

Sikament (C×1%)	42	0.455	2.0	11	4.0	182	400	738	1,019
Sikament (C×2%)	41	0.390	2.0	12	8.0	156	400	749	1,077

試驗結果：

試 驗 項 目	參 考 混 凝 土	Sikament	
		C×1%	C×2%
減水率 %	—	90.1	77.2
空氣含量 %	2.0	2.0	2.0
凝結時間 時 - 分			
初凝	4 — 30	5 — 20	6 — 30
終凝	6 — 05	6 — 45	7 — 55
抗壓強度 kg/cm ² (%)			
三天	200	259 (129.5)	312 (156.0)
七天	281	360 (128.1)	419 (149.1)
二八天	388	437 (112.6)	510 (131.4)

2 - 3 蜂巢式混凝土透水管

本透水管為臺中市泰山水泥製品股份有限公司產品編號V.F.P - 150 O型管。

(1)規 格

表三為該公司所印製的規格及價目表。

(2)預估特性

如表四所列。

表三 蜂巢式透水管規格

型 別 TYPE	編號名稱 Nomina- tion	尺 寸 Dimensions(mm)				重 量 weight (kg)	單 價 Unit price N.T. \$	橡膠套 (接頭) 單 價	
		內徑 I.D.	管長 L	管厚 T	外徑 O.D			Unit Price for Rubber Collar NT\$	
O 型 Type O	V.F.P.-150	150	800	26	202	23 kg	240.00	A 級 42.00	B 級 30.00
	V.F.P.-200	200	1000	28	256	43 kg	380.00	52.00	40.00
	V.F.P.-250	250	1000	30	310	60 kg	420.00	60.00	47.00
	V.F.P.-300	300	1000	36	372	80 kg	500.00	70.00	55.00

表四 蜂巢式透水管強度

項 目	數 值	備 註
比 重 Specific gravity	1.8 — 2.0	
孔 隙 率 Porosity	10 — 20 %	
透 水 率 Rate of permeating	0.3 ~ 1.0 cc/cm ² sec	
壓 縮 強 度 Compressive strength	180kg/cm ²	
拉 伸 強 度 Tensile strength	15kg/cm ²	
彎 曲 強 度 Flexural strength	35kg/cm ²	

3.設 計 說 明

3 - 1 設 計

依現場調查剛性路面損壞情形，本工程施工方式分為二型：

- (1)第一型破裂面積較小，且路基材料尚未鬆散者，採用圖一方式，將瀝青處理底層及級配料基層挖除十五公分，放置 6mm ϕ 鋼線網，再澆注鋼纖維混凝土。

(2) 第二型破裂面積較大，路基已被淘空，下滲之水量較大者，採用圖二方式，於級配料底層下，加設蜂巢式透水管，以求迅速將下滲雨水排除於路基之外。

3-2 混凝土配比

本工程為避免影響收費站作業，規定混凝土試體三天的抗壓強度達 $240\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上，以便盡早開放通車。原依據各項材料特性所設計之配比為：

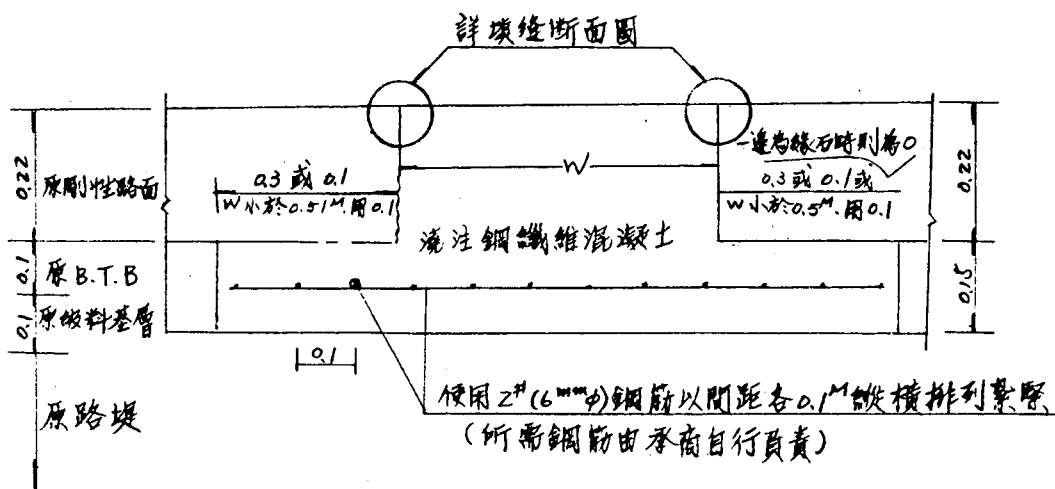
最大骨 材料粒徑 m. m.	水灰比 w/c %	坍 度 cm	單位體積含量 KG/M^3					附 註
			鋼纖維	水 泥	砂	# 1 # 4 粒料	減水劑	
25	40	7—10	80	450	630	1,085	5	1. 使用臺泥 I 型水泥 2. 減水劑用 Sikament

惟經實際試拌三種配比，並試驗其試體抗壓強度如下：

配 比 編 號	水灰比	坍 度	單位體積含量 KG/m^3						試 體 三 天 度		附 註
			鋼纖維	水	水泥	砂	# 1 # 4 粒料	減 水 劑	①	②	
I	0.34	6cm	80	135	400	720	1,100	1.1 % 水泥	270	275	
II	0.33	6	78.5	142	425	654	1,132	1.1 % 水泥	311	271	
III	0.32	6	78.5	145	450	630	10.85	1.1 % 水泥	294	311	

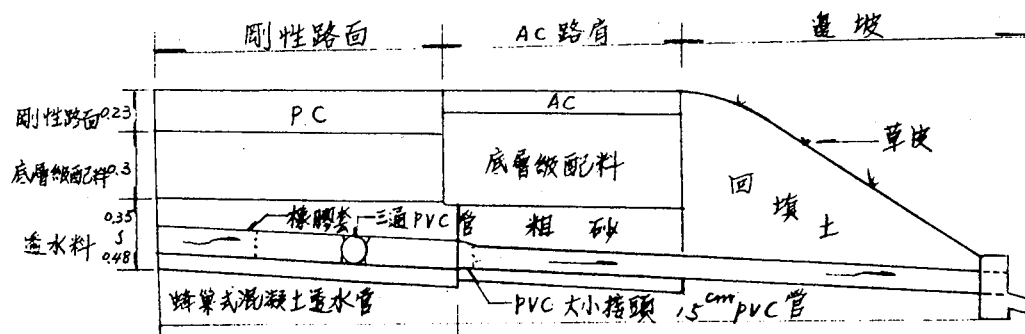
最後採用 配比 III 之設計，指定承包商照此公式拌合。

現場施工完成後，試體抗壓強度試驗結果，尚符合設計構想：



圖一 第 I 型修復方式

製 模 日 期		71.12.7				71.12.9			
抗壓強度 KC/cm ³	3 天	288	269	248	255	300	259	288	300
	2 8 天	375	433			439	404		



圖二 第 II 型修復方式

4. 施工步驟

茲利用照片，說明施工步驟如次：

4 - 1 第 I 型

(1)照片三 - 以鋸縫樣將已損壞路面切割。



照片 3

(2)照片四 - 以機具及人工將損壞路面挖除。

(3)照片五 - 鋼線網組立。

(4)照片六 - 鋼纖維混凝土施工。

4 - 2 第 II 型

(1)原路面切割及挖除。(同照片三、四)

(2)照片七 - 蜂巢式透水管組立。

(3)照片八 - 透水料及級配料底層回填。

(4)照片九 - 鋼纖維混凝土澆注及粉飾。

(5)照片十 - 灌縫後開放通車。

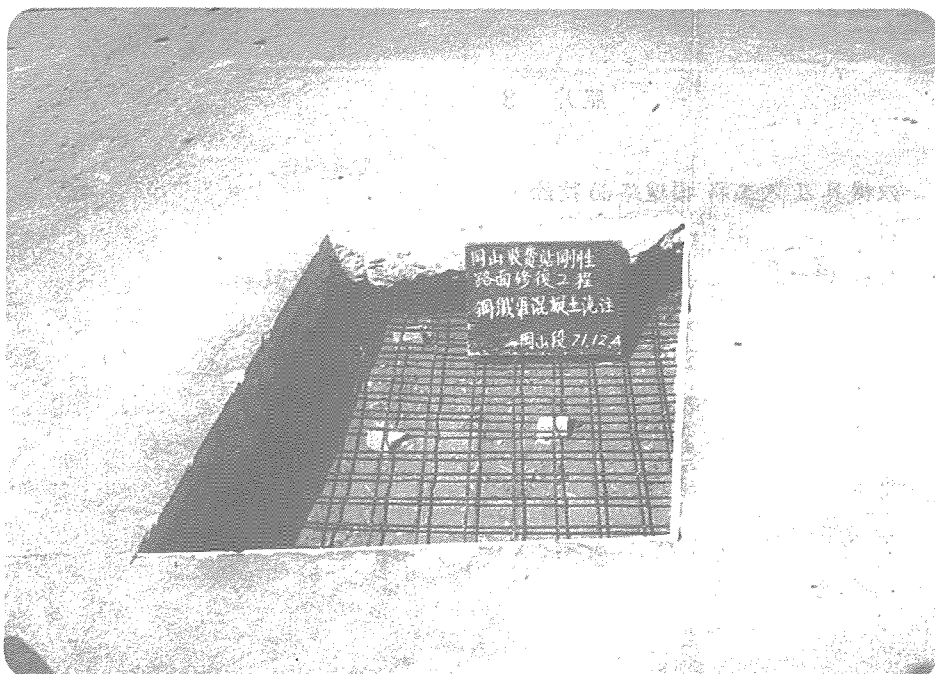
5. 檢討

(1)本工程所使用之纖維混凝土，每方單價雖然高達一六、〇〇〇元之多，但施工期間

較一般混凝土為短，對減少影響收費站正常作業，收效甚大；而且使用壽年亦較長，投資尚稱有利。



照片 4



照片 5



照片 6

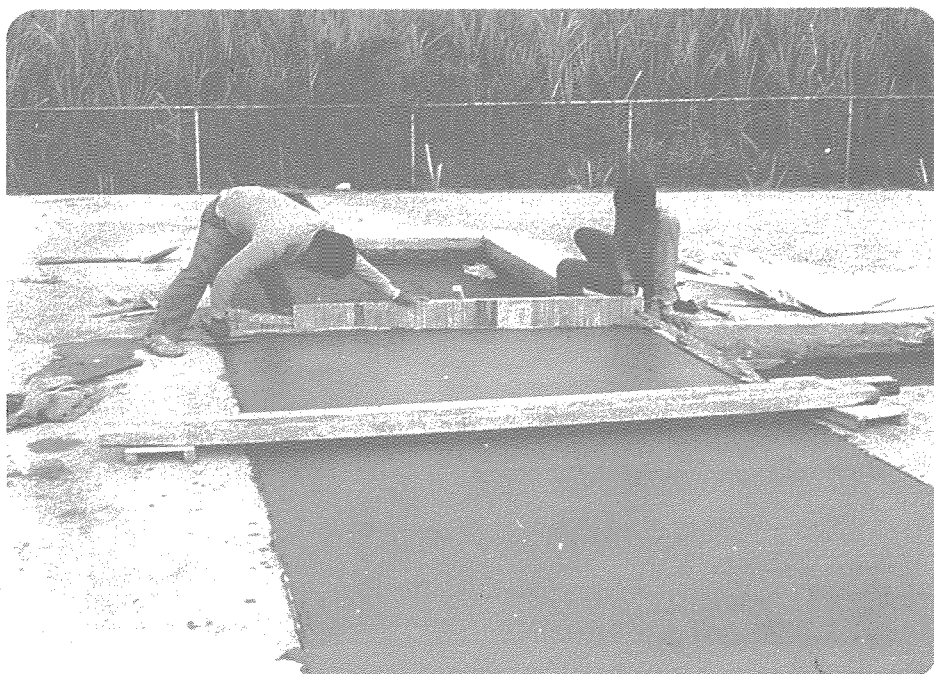


照片 7

(2)施工期間為避免天雨影響已挖除路面部份之路基穩定，雖曾以塑膠布等覆蓋，惟發現仍有雨水經由其他已失效的接縫處下滲，增加不少路基夯實工作的困擾。



照片 8



照片 9

- (3)蜂巢式透水管宜順路拱方向以三％—四％之斜度埋設，以減少挖方。塑膠排水管之出口設在坡腳，並設置混凝土板及端牆，以減少所排除雨水對邊坡產生冲刷的影響。
- (4)混凝土拌送車到達工地後，以60 KG／分鐘速率加入鋼纖維，全速16轉／分拌合一、二分鐘後，再加入規定劑量的減水劑，拌合均勻後，即行施工。
- (5)卸出之混凝土漿內，仍然發現有鋼纖維凝集成團的現象。此時宜以振動器打散或拋棄之。
- (6)剛性路面與瀝青混凝土路肩交界處，仍有裂縫產生。為避免雨水下滲，仍宜加以灌縫處理或沿該縱向接壤線另設計蜂巢式透水管排除之。

※ 參考資料

- (1)TESUSA Technical Bulltin ~ N.K.K. 株式會社
- (2)Manual of Steel Fiber Reinforced Concrete ~ 財團法人鋼材俱樂部。



照片 十

- (3)鋼纖維混凝土手冊—天愛企業有限公司
- (4)Sika 產品目錄—緒嘉實業公司
- (5)蜂巢式混凝土透水管—泰山水泥製品有限公司
- (6)「岡山收費站剛性路面修復工程」工程承攬—南區工程處

二、本路嘉義～台南段路面改善工程報告

1.緣 起

本路段起自 $261^{\text{E}} + 300$ 至 $319^{\text{E}} + 000^{\text{E}}$ 止計 57.7km，於新工期間分 31～36 等六個標段施工。係於 64 年 9 月起陸續開工，並在 67 年 10 月底全部完工。開放通車後，北上外車道（即重車道）發現裂紋，南下車道尚稱完整，為免路面損壞繼續擴大於 67 年 12 月至 68 年 4 月間辦理加鋪密級配瀝青混凝土 6 cm～14 cm 不等，該路段通車至今已逾四年，由於急速成長之交通量，以及頻繁重車行駛，北上外車道路面損壞情形逐漸嚴重。為確保高速公路服務效益，本局決定辦理路面改善工作。

2. 路況調查與資料之收集

(1) 車轍、側擠、冒油、龜裂、撓度（彭柯曼標）等調查測量。

(2) 試驗坑——2 m × 0.6 m 深至路基，其試驗項目如下：

- ① 路基：工地 CBR、乾密度、含水量、試驗室土壤分類最大乾密度、最佳含水量、壓實度 CBR。（圖一）



圖1 試驗坑與工地 CBR

② 基層：工地 CBR、乾密度、含水量、試驗室篩分析最大乾密度、最佳含水量、壓實度、含砂當量。

③ 底層與面層：瀝青含量，粒料篩分析，穩定值，流度，空隙率。

(3) 骨材調查與試驗：骨材佔瀝青混凝土 90 % 以上，材質良窳影響瀝青混凝土品質很大

，其調查項目為運距、價格、碎石場設備與能量等。試驗項目為洛杉磯磨損度（不得大於40%），五循環硫酸鈉健度試驗（不得大於9%），扁平率（不得大於10%），破碎率（不得小於90%）等。

3. 設 計

1. 依據路況調查與試驗資料，並按路面車轍、側擠、龜裂、冒油等輕重，分別以路面刨除機刨除損壞路面4 cm ~ 13 cm，以密級配瀝青混凝土（DGAC）補平，其上面加鋪6 cm DGAC及1.5 cm，開放級配瀝青混凝土（OGAC）。
2. 骨材依骨材調查與試驗採自高屏溪流域（屏東里港）濁水溪流域（雲林林內）。
3. 瀝青AC 85 ~ 100（儘量取下限值85）。
4. 粘層R.C-70。

4. 施 工

1. 設計所採用資料至施工已有一段時間，部份路況已有變化，於施工前再做一次路況調查，以現況調整施工方法。
2. 施工安全維護除依照「高速公路新工安全設施須知」外增加一部大型警戒車於施工路段上。車上裝有警戒燈、霧燈、探照燈、巨型指示標誌等，對於夜間行車導引有顯著效果。（圖2）
3. 路面刨除採用美國CMI公司自動控制冷式刨路機（含自動收料裝備），其工作能量為刨除寬度2.2m，深度13 cm最大速度21公尺/分。刨除原則為含油量較多或流度較大之路段，將其面層予以刨除，發生龜裂、側擠現象之路段則需先作取樣試驗



圖2 大型警戒車

，以確定其裂紋分佈深度，若僅及AC層則將其AC層刨除，若分佈至基層及路基時，其損壞原因在路基，則將基層及路基予以徹底翻修改善。（圖3、4、5）



圖3 CMI自動控制冷式刨路機



圖4 含油較多 流度較大

圖5 龜裂、側擠



圖6 清除AC 路面刨除後以大型空壓機

4. 路面刨除後AC 礫以 600 CFM 大型空壓機清除，原有施工層次結合不良以空壓機無法清除者，用人工鏟除。(圖6、7)



圖 7 施工層次結合不良需以人工鏟除



圖 8 噴灑粘層並作用油量試驗

5. 噴灑粘層 (RC = 70) 規定用油量為 $0.15 \sim 0.30 \text{ l/m}^2$ 需均勻噴灑為預防通車後冒油取下限 0.15 l/m^2 ，於施工中需經常做用油量試驗。(圖 8)
6. 施工機具進入工地前均需接收檢驗，合格後方准進駐工地，本工程鋪路機具共需四組每一組需配置：
- (1) 鋪路機 1 部，附有縱坡度自動平整儀，橫坡度自動控制儀其靈敏度均在 $\pm 3\text{m/m}$ 以內，另備 3m 長坡度板附水平氣泡器作為輔助控制。(圖 9、10)
 - (2) 播油車 1 部，需有低量均勻噴油能力。
 - (3) 水車 1 部 (500 ~ 1000 GAL)。
 - (4) $12^T \sim 18^T$ 重雙軸鐵輪壓路機 1 部。
 - (5) 9 輪膠輪壓路機 2 部，其作用為彌補因單部機械施工可能造成滾壓面或滾壓次數之不足。輪胎氣壓 (8.5 kg/cm^2) 影響 DGAC 壓實度很大。每週應測定補壓一次。
 - (6) 8^T 重雙軸鐵輪壓路機若鋪築 DGAC，需 1 部，鋪築 OGAC 則需 2 部，1 部做迅速壓實用，另 1 部修整用。
- 以上機具均不得漏柴油，壓路機重量均需合乎規定。施工中機具故障漏柴油必需立即鏟除修補。(圖 11)
- (7) 路面鋪築：本工程現場工程司對 AC 料初複終壓工地溫度控制尤為注意，使路面壓實度與平整度達到規範要求。(圖 12、13)

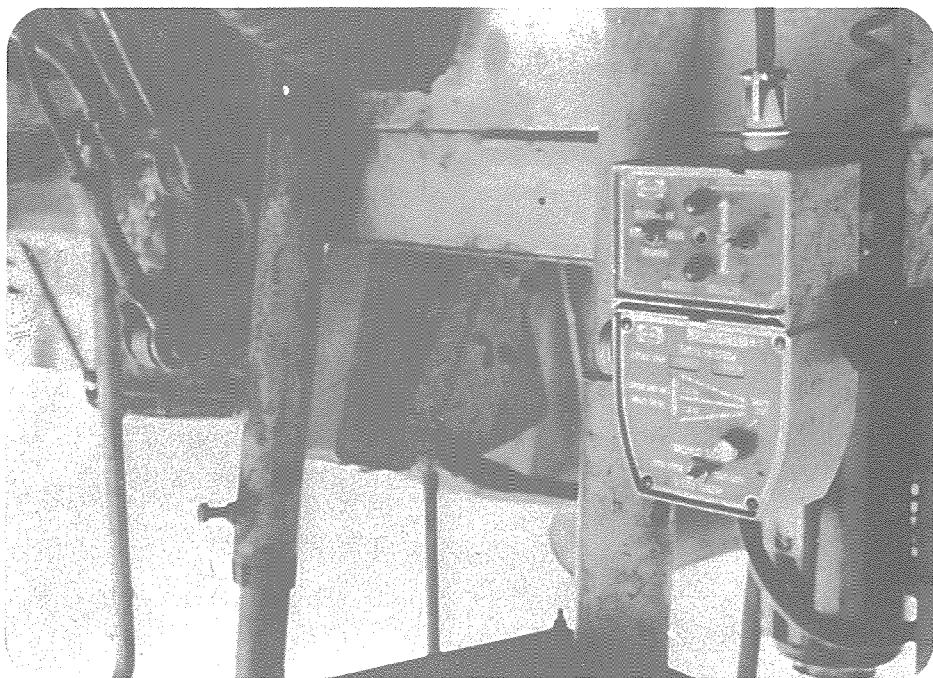


圖 9 鋪路機縱坡度自動平整儀，橫坡度自動控制儀

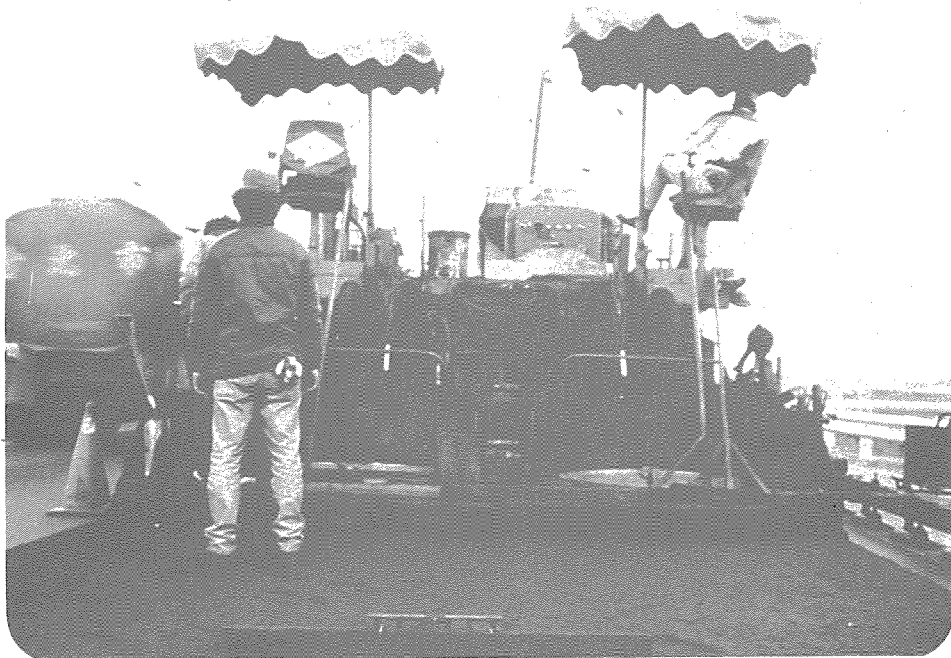


圖 10 3 m 長木製坡度板附水平汽泡器



圖 11 施工中鋪路機具故障漏柴油處應鏟除修補

(8)粘貼路面標鈕 需平順無折角。(圖 14)

(9)最後完成之路面需經工程司認可後，方可開放通車。(圖 15)

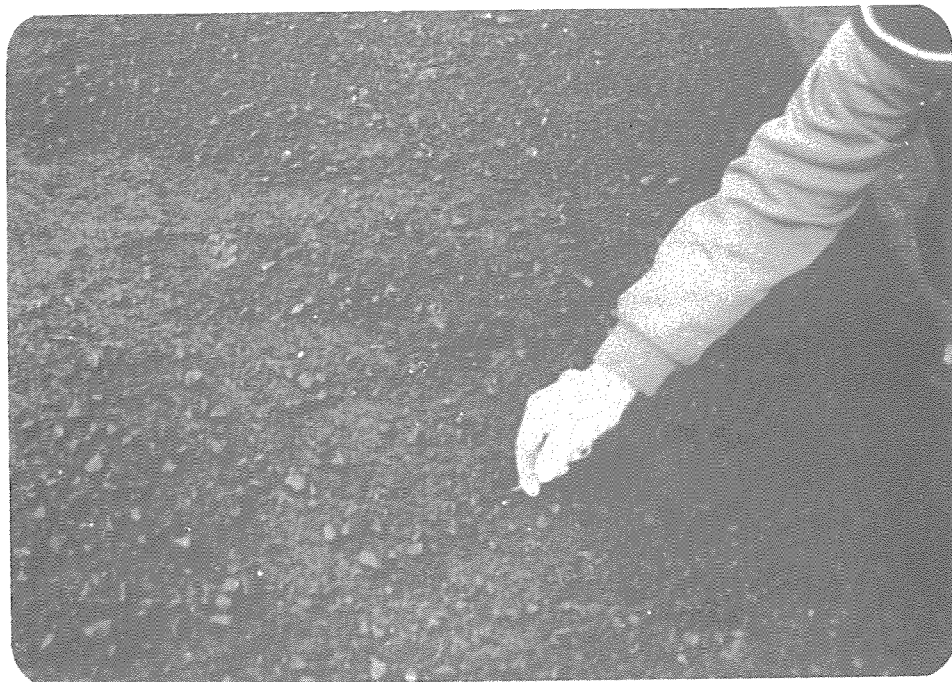


圖 12 AC 料滾壓前先測定溫度



圖 13 初、複、終壓



圖 14 粘 貼 標 鈕

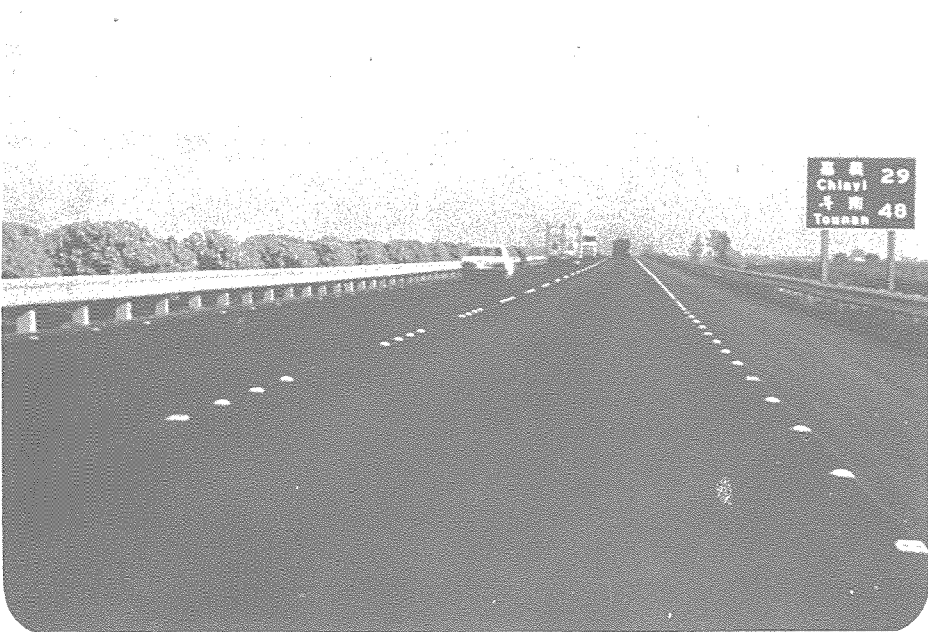


圖 15 路面改善完成後通車

5. 品 管

1. 碎石場——本工程所用粗骨材取自濁水溪及高屏溪上游，10~20 cm 左右均勻天然河床卵石經人工剔除硬度較差之風化石和吸油率較差之晶體岩石銜碎製成顆粒均勻扁平率低之碎石（圖 16、17）。細骨材亦取自濁水溪及高屏溪上游天然河床砂，經洗砂機沖洗污泥篩選而成。其性質分別如下：

比重： $2.626\text{g}/\text{cm}^3$ ，壓縮強度： $500\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上，

吸油率：0.774 %，吸水率：2.2 ~ 2.3 %

洛杉磯磨損度：19.4 %， Na_2SO_4 ，健度：4 ~ 5 %

扁平率：3 ~ 5 %，破碎面：97 ~ 98 %

細度模數：2.75



圖 16 以人工剔除不良卵石

2. 試驗室——瀝青混合物配合設計採用馬歇爾氏法，OGAC 採用較粗開放級配，期望對於路面的抗滑性與排水性均有較佳的效果。（圖 18）

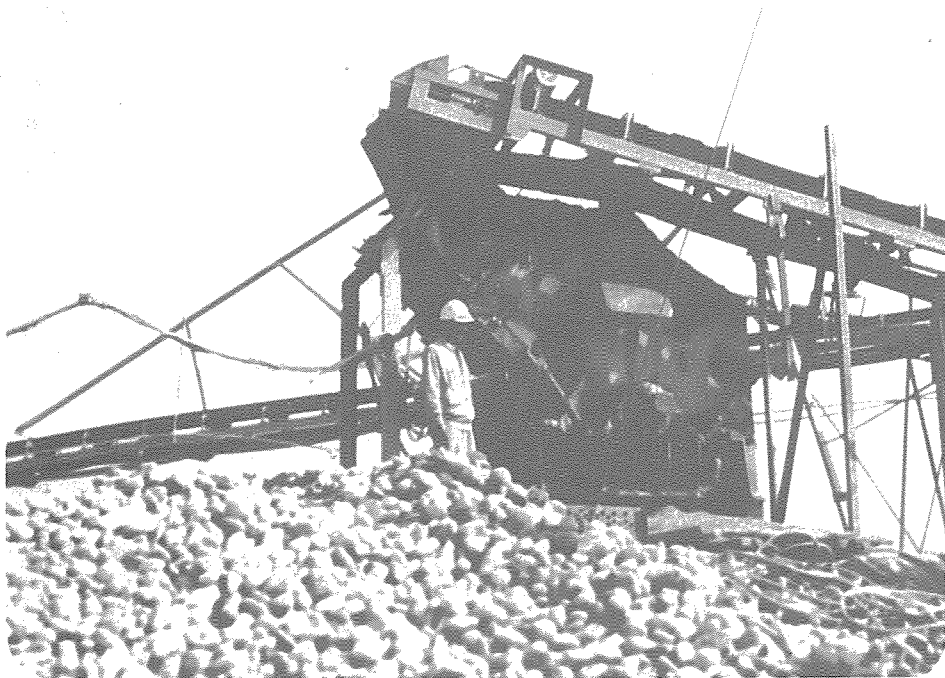
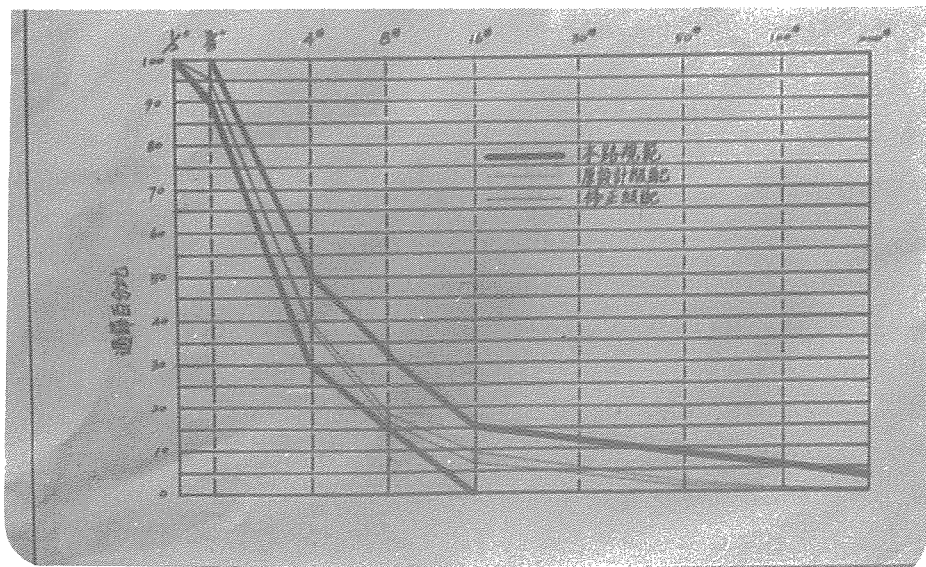


圖 17 10~20 cm 均勻天然河床卵石



篩 號	$\frac{1}{2}''$	$\frac{3}{8}''$	4 #	8 #	16 #	30 #	50 #	100 #	200 #
本工程規範	100	90-100	30-50	15-32	0-15	—	—	—	0 — 3
設計級配	100	95.7	39.7	17.6	8.6	5.5	2.5	0.6	0.3
修正級配	100	95.6	38.3	16.0	7.2	4.6	2.1	0.5	0.3

圖 18 開放級配粒料曲線圖

3. 瀝青拌合廠

(1) 本工程共有瀝青拌合廠 2^r/Batch 1 廠，1^r/Batch 2 廠，均具備溫度磅稱以及操作等自動設備，經檢驗試拌合格。(圖 19)

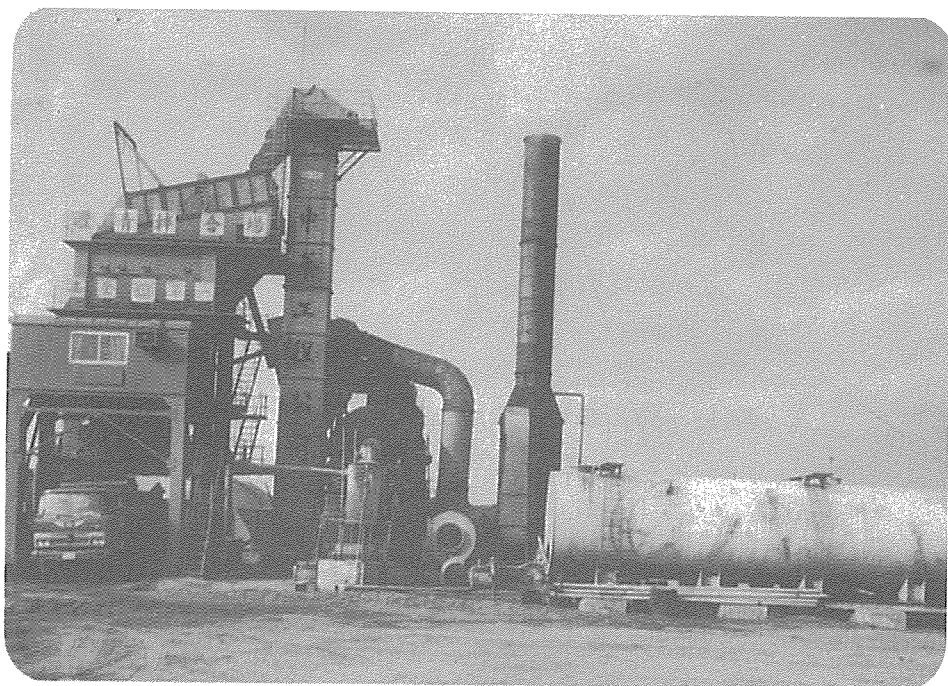


圖 19 2^r/Batch 中華工程公司新營瀝青拌合廠

(2) 本工程每一瀝青拌合廠均駐有駐廠工程司，每日需做冷粒料，熱粒料、抽油分析，馬歇爾氏試驗以及監督承商於 AC 料出廠前溫度測定、過磅、加蓋帆布、填具出廠單等作業。(圖 20、21)

(3)不定期試驗如粗骨材洛杉磯磨損度 Na_2SO_4 健度以及瀝青針入度等試驗。



圖 20 AC 料出廠前溫度測定



圖 21 AC 料出廠前過磅及加蓋帆布

4. 工 地

- (1)以目測法判定AC料品質，如溫度過高或過低，拌合不均含油量過高或過低，運料不潔等，以便退料。若無法以目測法判定，則取樣試驗，為剔除重做之依據。
- (2)施工每一路段需做二次壓實度試驗，三次Hi-Lo平整度試驗。據統計鑽取試體320個，其壓實度分別為98-100%佔91%，97%佔7%，96%佔0.6%，95%佔1.1%，94%佔0.3%符合本工程規範要求。平整度除施工接頭少數不平外，其餘均合乎本工程規範要求。(圖22、23)



圖 22 以鑽機鑽取試體



圖 23 Hi - Lo 平整度試驗

六、結 語

本工程交由中華工程公司承辦，由本處任務編組成立新工工務所負責監工。自71年7月19日開工至72年2月5日完工（原工期為180工作天）使用167.5工作天，提早12.5工作天。有關監工準則，除依據工程合約，特訂條款，以及本路施工標準規範外，並參酌本局郭副總工程司明松著熱拌瀝青混凝土路面施工時應注意事項，本處古主任兆潛翻譯日本道路公園瀝青路面維護修復要領等辦理，其實際成效，尚待觀察日後路況另作定論。惟路面工程之良窳因素特多，或有些微之瑕疵實所難免。寄望從工作中能吸取更多之經驗，藉以改進本路路面工程之缺失，減低路面維護費用。

三、八堵交流道鋼橋講習心得

本局為提升各單位工程人員對於鋼結構工程之水準，藉此次八堵交流道第一期鋼橋工程開展之際，特於本（七十二）年六月廿六日至七月二日，舉辦「八堵交流道鋼橋施工監督人員講習」，參加受訓之學員除實際負責監造該工程之北區工程處橋工所外，並由工務組、技術組及北、中、南各區工程處選派優秀工程人員，二十餘人參加，使各單位人員均能有機會體認鋼結構工程之施工要點，以增加專業經驗及有關新知。

壹、前言

在十大建設之一中國鋼鐵公司未完成建廠之前，一般工程用鋼板之供應均賴進口，因本省屬海洋氣候地區濕度高，鋼料防銹保養費用極大，故歷來大小橋梁幾乎都採用預力混凝土或鋼筋混凝土結構。自中鋼公司建廠完成後，國產鋼板品質已符國際標準，兼之資訊系統近年在工程技術上的應用突飛猛進，目前已有多型之電腦程式可從事繁雜的設計計算、繪圖及數量計算工作，甚至已有數家公營鋼結構專業公司，如唐榮鐵工廠、春源鐵工廠等也擁有電腦自動控制設備，可從事鋼板的繪線、裁剪及鑽孔等工作，既準確又省時。加以國產油漆品質也日益改進，只要選料正確，施工切實，保養五年以上絕無問題，鋼橋的保養費已不像往昔昂貴。因此，美觀又經濟的各型式新穎鋼橋，已陸續出現。如台北市之愛國東路曲線鋼橋、建國南北路民族路口之立體曲線鋼橋及6號路曲線鋼橋，台北縣市界之福和二橋及位於高雄仁愛河之高雄橋。

本路除仁德休息站人行鋼橋外，八堵交流道曲線鋼橋係首座公路鋼橋，為配合高速公路高度的路線標準需求採用克羅梭曲線設計，精度要求甚高，加以橋址附近的地形環境特殊，將來在製作及安裝工作上勢必有一番艱難，是故施工監督人員對於設計原意、製作及安裝過程必須有充分之瞭解，方能正確的依照施工規範的要求進行各項監督與檢驗，務必使鋼橋品質合於預定要求，以發揮使用效能。

貳、八堵交流道曲線鋼橋講習心得

本次講習的重要課程在於：一、本工程設計概要及AASHTO規範重點解說，二、箱型鋼橋之製作及安裝，三、鋼橋塗裝工程，四、非破壞檢測概論等。茲分述如后：

一、本工程設計概要及AASHTO規範重點解說

(一)設計依據

1. 設計規範：

美國公路協會（AASHTO）1977年版之公路標準規範。

2. 設計材料：

(1)非合成橋面版混凝土： $f'_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ ， $f_c = 96 \text{ kg/cm}^2$

(2)橋面版鋼筋： $f'_s = 2800 \text{ kg/cm}^2$ ， $f_s = 1400 \text{ kg/cm}^2$

(3)鋼板材質：ASTM. A36 及 A572 Gr. 50

(4)高拉力螺栓 (A 325-TYPE3C 摩擦耐候性高拉力螺栓)

(二)本工程橋梁型式之選定：

本橋梁跨越高速公路、八德路、基隆河及縱貫鐵路，所經地區管線密佈交通頻繁。匝道“B”跨越八德路交角僅 20° 左右，其長度約達120公尺。又考慮結構之經濟性及可行性，必須於高速公路邊坡上設置橋墩，經適當之配置後，該處跨徑採用64公尺，同時考慮上部結構經濟及結構上之平衡，採用三孔連續鋼梁，匝道“A”跨越高速公路，亦採用跨徑64公尺之三孔連續鋼梁與匝道“B”形成均衡之對稱。

其幾何設計，如下表：

	匝 道 A	匝 道 B
直 線 部 份	STA. 10+000 ~ 10+110.60 110.60m	STA. 20+514.22 ~ 20+577. 98 63.76 m
克羅梭曲綫	STA. 10+110.60 ~ 10+303. 50 192.9m	STA. 20+274.48 ~ 20+514 .22 239.74 m
最 小 半 徑	180 m	180 m
橋 梁 總 長	303.5 m	303.5 m
路 面 超 高	- 2 % ~ 6 %	6 % ~ 1 %
路 面 縱 坡	0.656 % ~ - 5 %	2.998 % ~ - 0.656 %

(三)設計概念：

鋼梁橋之路面超高變化係為使鋼梁製作方便箱梁下翼緣橫向保持水平上翼緣保持一定坡高，因路面超高變化所產生之差值由混凝土調整。本鋼橋因翼緣板隨鋼梁承受彎矩大小而變化，共採用19種不同斷面。

因該橋曲線半徑較大，負責設計的中華顧問工程司為求分析計算方便，將每孔曲線梁分為十個節點，以每節點為直線，利用SAP. 43電腦程式以直線梁分析，同時考慮國內目前施工技術水準，不採合成梁斷面設計。斷面及細部之設計則依據結構分析所得之應力及AASHTO 規範之規定。

三 箱型鋼橋之製作及安裝

(一) 鋼橋之製作與設計：

負責鋼橋製作方面的工程師包括工作及施工監督人員，應充分了解設計圖及施工規範的內容後，由承包單位繪製施工詳圖並編製施工計劃書送請本局核可，以免自我解釋，違背設計原意。

設計及施工監督人員對鋼橋製作上的問題須研討者主要有下列數點：

1. 切割損耗及焊接所引起變形的預估與製作順序的檢討。
2. 使用新材料及新工法時，對其可靠性與施工上問題的檢討。
3. 支承部或剛架隅角處等細部設計較複雜之處，及構材結合部之施工法檢討。
4. 工廠之吊車能力及運輸所容許構材最大長度之檢討。

(二) 鋼橋之架設與設計：

橋梁應配合安裝方法設計，其所受應力將因安裝方式而異。因此安裝工作負責工程師，必須充分認識設計條件，照設計原意編製安裝計畫經本局核可後才可施工，以策工程安全。

架設時，應考慮之因素如下：

1. 運輸條件：

橋梁各構材所容許運輸最大尺寸，包括長度、寬度與高度，及安裝機具所容許之最大重量，與橋梁的接頭位置及型式有密切的關係。應於設計前，先調查公路、鐵路及水路中最適當的運輸路線及有關法令所容許最大長度、寬度、高度及重量。如有障碍物，應研討其可移性。

2. 安裝法對設計的研討：

設計工程師應考慮安裝上可能的問題，可能影響鋼橋的細部設計工作。舉例說明如下：

- (1) 對於工地結合位置，應考慮安裝的順序，臨時支撐可能設置之位置，及可以使用的安裝機具等。
- (2) 對於接頭型式，應考慮電源、噪音、安全及施工難易等問題。
- (3) 由於安裝方式及順序，加於梁上之自重，橫向荷重及其他架設荷重等變化很多，尤其對於靜不定結構更須慎加研討。用懸臂式施工時，吊車等安裝用臨時機具應當作呆荷重考慮。
- (4) 由於安裝所需要的梁上吊鉤及其補強設計，最好能於工廠製作階段決定，儘量避免臨時在工地焊製。由於安裝方法及運輸方法的不同，可使構材承受內應力，也最好能於設計階段詳加研討。

3. 結構上的考慮：

因受結構特性的限制，在安裝工作上可能有難以避免的問題存在，應於事前詳加研討，舉例說明如下：

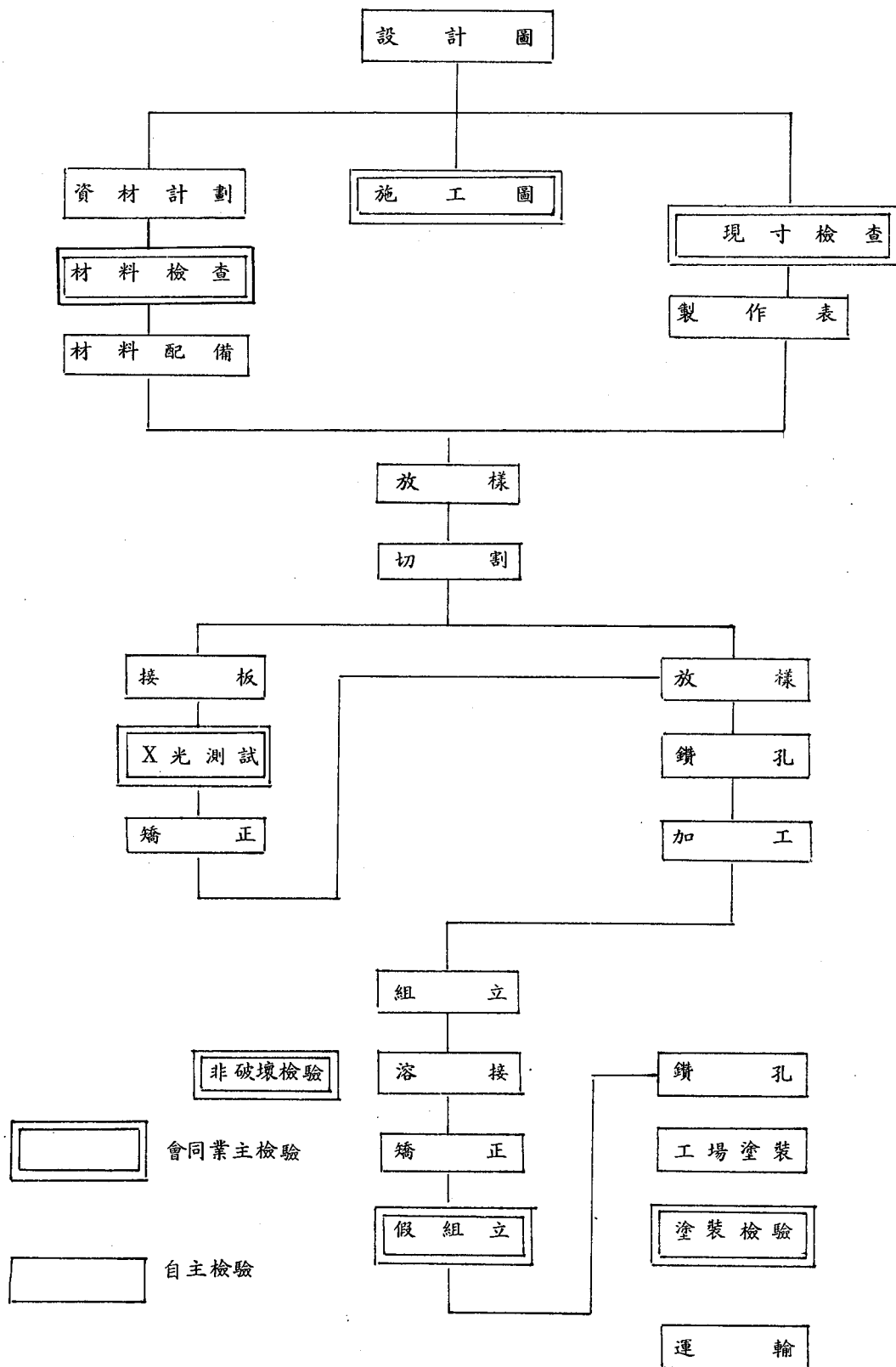
- (1)在架橋地點有限的空間內，對構材結合，如抗傾支撐、橫梁及縱梁等留在最後安裝時而不事先注意，可能有裝不進去之情況發生，應於設計前詳加研討。
- (2)支承本來最好在安裝主梁前固定好，但由於撓度、測量及組立可能產生誤差，並考慮溫度差，常須將支承留待最後固定，因此設計上應注意是否確保有作業空間。尤其箱型梁，其支承一般在梁底下，常有無充分空間可固定支承的情況發生。
- (3)對於箱型梁的人孔位置，應針對施工前後的方便及外觀美為重點，詳加研討。
- (4)對工地油漆及工地焊接所必須換氣方法應深加注意。螺栓之裝進及U型梁時模板的拿出方法也應注意。
- (5)架設地點的標準溫度應查明。尤其對於長跨徑橋梁，如製作時的溫度與安裝時的溫度相差太大時，對於支承及伸縮縫接頭的施工有問題。

(三)鋼橋之製作與架設：

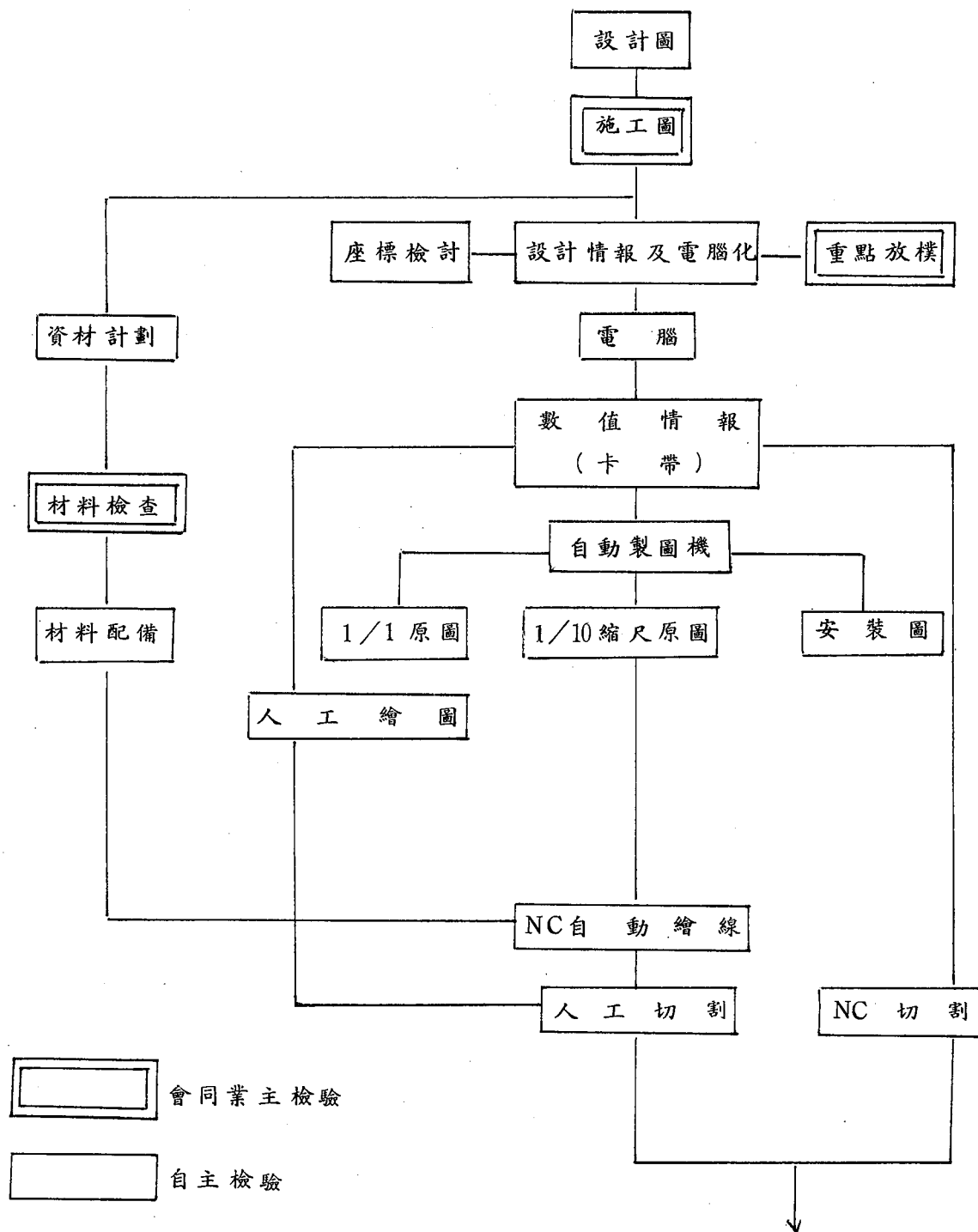
製作及安裝工作上必須檢討的主要問題如下：

- (1)構材能搬入架設工地的時期與製作工程有關，研討安裝計畫時，應配合製作工期，尤其對試裝及運輸預定時期，應互相配合。
- (2)放樣及試裝時所用鋼尺，應與工地測量用鋼尺，就溫度差、張力差及製造誤差詳加核對調整。
- (3)安裝計劃最好依據試裝時的支承條件，測定溫度，拱度及實測尺寸研定，試裝方法應配合安裝工法研定。

(四)鋼橋之製作順序如下圖所示：



(五)對於自動繪線機時，其製作順序，如下圖所示：



其他製作順序如圖一所示

三、鋼橋之塗裝工程

鋼鐵之耐用年限，一般以五十年為準，但其壽命之長短，主要仍受維護之影響。鋼橋老朽之主要原因為腐蝕，因此有關工程人員對於防銹防蝕之觀點應有充分之認識，方能有效的防止腐蝕。

鋼鐵是以各種氧化鐵的形態存在於天然資源中，經高溫處理鍊製而成，因此鋼鐵若不加以防銹處理，就會很快的回復到原來的氧化鐵形態，此種過程稱之為腐蝕。防銹防蝕工作是防止鋼鐵腐蝕的一項技術工作，它對保證產品的品質，與延長鋼橋使用年限有密切的關係，因此塗裝工程是鋼橋建造時不可缺少的一個環節。

鋼橋之防蝕，除了部份使用金屬熔射法及鍍鋅法外，大部份使用塗料被覆之方法。

塗料是具有粘稠之液體，具有流動性，塗裝於物體之表面上經常溫加熱即形成乾燥硬化，並對物體表面固著以形成一具有強韌彈性之連續皮膜，以達成保護物體，且同時賦予美觀及其他特殊的目的。

塗裝之目的，在於防止鋼料腐蝕及着色，為長期維持此等目標，塗膜應具備下列性能：

1. 塗膜須足夠厚度。
2. 與鋼材之密着性應良好，對於鋼材膨脹收縮之際，均不剝離。
3. 應具優良之防銹效果。
4. 對日光、空氣、風、雨等氣象作用引起之劣化與損耗較小者。
5. 能防止水之浸透。
6. 因空氣中之污染物附着引起之化學作用，其抵抗力需大。
7. 針孔、膜厚不均應避免。
8. 構成塗膜之材料，本身須安定。

塗刷工程施工前，應編寫施工計畫書，以充分把握施工內容。施工計畫書之內容應包括下列事項：

1. 工程概要：工程規模、工期、工程位置、業者名稱。
2. 塗裝系：油漆種類、標準使用量。
3. 使用油漆規格：製造廠商、數量、顏色等。
4. 鋼鐵表面處理：噴砂程度，使用方法。
5. 塗刷作業：塗刷方法、各層塗刷間隔、稀釋劑、氣象條件、調和方法等。
6. 特殊部位塗刷：焊接部、現場接合部、無塗刷部、塗膜損傷部等。
7. 維護：構材之製作、保管、運搬、架設中之塗膜保護方法。
8. 臨時設施：支架、保護網、照明換氣設備、保安規則等。
9. 管理：管理項目、管理方法、管理記錄樣本等。

10.檢查：檢查項目、檢查方法、合格標準、不合格時之處置等。

11.其他：塗裝工名簿、支架之強度計算書等。

四 非破壞檢測概論

非破壞檢測是一門用途非常廣泛的應用科學，融合了物理、材料、冶金、機械、電子等學科，不僅能檢驗工業料件及產品之缺陷，同時還能量測其物性及尺寸，已成為現代工業實施品管之必備工具。一個國家之工業與非破壞檢測科學是息息相關，工業水準越高，則非破壞檢測應用就越廣泛，可見非破壞檢測之重要性自不待言。

非破壞性檢測，是運用各種不同的物理方法，對材料（MATERIALS）、零件（PARTS）或成品（ASSEMBLIES），在不破壞其組織，不影響其性能，及不干擾其運用的條件下，來檢測隱藏潛伏表面或內部之缺陷（DEFECTS）及其變移；量度在不用情況下之物性（PROPERTIES）及其變化，測量各種尺寸（DIMENSIONS）及其變動，最後將獲得之資料加以研判鑑定，以決定其品質完整性及使用可靠性；相對而言，破壞性檢測乃是對料件加以破壞剖解，如疲勞試驗、拉力測驗、彎曲試驗等，最後雖然獲得寶貴之有關品質資料，但料件已不能恢復原態繼續使用了。通常非破壞檢測較破壞檢測快速、安全、價廉，特別適用於大量生產過程時，可逐一檢測而剔除不合格者。

非破壞檢測人員所作結果將作為業主及承包單位驗收之依據，若所提供之測試方法不確實，測試結果不公正，將影響工程品質之安全性至鉅，檢測人員及施工監督人員均須特別注意。

（一）非破壞檢測方法種類及優缺點：

目前所應用之非破壞檢測方法，其種類很多，列舉如下：

1. 超音波檢測：U T
2. 渦電流檢測：E T
3. 射線照相檢測：R T
4. 滲液檢測：P T
5. 磁粒檢測：M T

現將五種常用之基本方法優缺點列舉如下：

1. 超音波檢測法

（1）優點：

- ①可使用於多數材料。
- ②可作深入內部之探傷。
- ③測厚及測定物性。
- ④檢測速度較快並準確。

⑤ 輕便並可保有永久記錄。

(2)缺點：

- ① 裝備昂貴。
- ② 操作，判讀較難，需要經驗豐富人員。
- ③ 易受料件形態、結構、表面粗糙度之限制。
- ④ 需要耦合劑及標準參考塊。
- ⑤ 小而薄之料件檢測較難。

2. 渦電流檢測法

(1)優點：

- ① 可對金屬材料作表面或接近表面之探傷。
- ② 測較薄之厚度及測定物性。
- ③ 檢測速度較快，可應用於自動化。
- ④ 可保有永久記錄。
- ⑤ 線圈探頭可以不接觸被檢測之料件。
- ⑥ 可在特殊環境內進行檢測。

(2)缺點：

- ① 金屬料件厚度受限制，通常不超過 $\frac{1}{4}$ 吋。
- ② 較難判定金屬材料內之缺陷性質。
- ③ 磁性料件檢測較難。
- ④ 需要參考標準塊。
- ⑤ 輸出信號資料，受許多因素影響，需耐心謹慎。

3. 射線照相檢測法

(1)優點：

- ① 可使用於任何材料。
- ② 可作深入內部之探傷。
- ③ 測量料件密度變化，厚度變化。
- ④ 可保有永久記錄。

(2)缺點：

- ① 裝備昂貴。
- ② 操作、判讀人員需要加強訓練。
- ③ 易受輻射線傷害。
- ④ 易受料件形態限制，難於照相。
- ⑤ 伽瑪射線源易衰減。

4. 液滲檢測法：

(1) 優點：

- ① 可使用於多數材料。
- ② 使用簡單，價格便宜。
- ③ 檢測人員受訓時數較少。
- ④ 攜帶方便。
- ⑤ 不需要電力。

(2) 缺點：

- ① 探傷僅限於表面或通往表面開口之缺陷。
- ② 不易保有永久記錄。
- ③ 不適用於疏孔性材料。
- ④ 檢測料件前後，其表面必須徹底清潔。

5. 磁粒檢測法：

(1) 優點：

- ① 可使用於磁性材料。
- ② 可作料件表面或接近之探傷。
- ③ 使用簡單，價格較廉。
- ④ 檢測速度較快。
- ⑤ 攜帶方便。

(2) 缺點：

- ① 不能作深入內部之缺陷探傷。
- ② 複雜形狀之料件檢測較難。
- ③ 不易保有永久記錄。
- ④ 檢測料件後，需要消磁並清潔。

由以上各種非破壞檢測基本方法都有其優缺點及應用範圍，因此它們不是互爭長短，而是互相輔助。任何一種檢測方法不一定能完全勝任某一個任務，或許要運用其他方法作輔助，而某一種料件檢測之目標也不一定非由某一種方法才能完成，或許其他方法都可勝任。

以目前國內對鋼結構物所作非破壞檢查作成比較表如下：

	放 射 線	超 音 波	磁 粉	浸 透
探 傷 範 圍	約 300 mm	數mm~ 數 m	表面附近	表面
探傷面的影響	無	有	有	有
傷的現示法	現示形狀	反射信號	有形狀	有形狀
傷的位置測定	X、Y面	X、Y、Z軸	表面	表面
判 定 法	形狀及像片的黑白度	反射及減衰狀況	磁粉的附着狀況	浸透液的吸收
探 傷 時 間	長	短	中	中
可能探傷的最小尺寸	傷的厚度是材料厚度的 2 % ~ 1 %	1 / 10 mm ~ 1 / 100 mm	深度約 10 μ 寬度約 0.2 μ	寬度約 0.7 μ
記 錄	軟片上像片	照相攝影	照相攝影 TAPE	照相攝影 TAPE
設 備 費	高	中	中	低
探 傷 費	高	低	中	中

以缺陷性質作比較

缺 陷 檢 查 法		放 射 線 檢 查	超 音 波 探 傷 檢 查	磁 粉 探 傷 檢 查	染 色 探 傷 檢 查
缺 陷 位 置	表 面 開 口	◎	○	◎	◎
	表 面 直 下	◎	△	△	×
	內 部	◎	◎	×	×
缺 陷 形 狀	平 板 狀	△	◎	—	—
	球 狀	◎	△	—	—
	圓 筒 狀	◎	○	—	—

	表面線狀	—	—	◎	△
	表面圓形	—	—	○	◎
其比 他 之較	客觀性	◎	△	○	○
	對人體的影響	△	◎	○	○

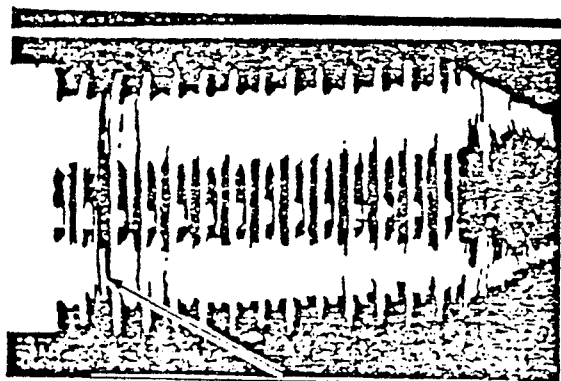
註：◎ 最好 ○ 好 △ 可以 × 不可以

五、材料及焊接之缺陷：

通常缺陷之來源可分為三類，即固有者（INHERENT），加工產生者（PROCESSING），及使用產生者（SERVICE）。固有缺陷係指金屬材料在提煉過程或滾壓過程中，其品質控制不當，含有微量之不同氣體或含有夾渣、異物、空穴等。鋼料內之管孔、細氣孔、夾雜物、折離、內鱗孔裂等在滾壓過程成形為板材時，可能被壓扁，向滾壓之方向伸長，成為平行於表面方向之隔膜謂之夾層（LAMINATIONS），對工程品質影響至鉅，應仔細檢驗。

使用缺陷，係指材料或物件在使用過程中所產生之缺陷，約包括下列三種：

1. 疲勞裂縫（FATIGUE CRACKS）：金屬材料所受之交變應力或波動應力，若超過其疲勞強度，則將形成裂縫而破裂，如下圖所示：



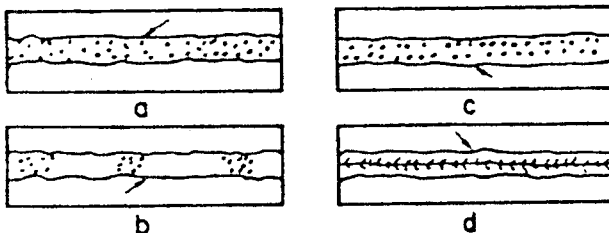
2. 腐蝕：料件在使用期間，若在腐蝕之環境下，持續受到靜待張應力，則會逐漸發展為裂縫，如應力腐蝕裂縫發生在粒料張應力，則會逐漸發展成為裂縫。
3. 過度應力：料件在使用期間，其所受之應力，若超過其設計應力，則會產生裂縫或斷裂。

又任何焊道，均無法完整無缺，多少有不勻稱情況存在。嚴重者有龜裂、氣孔、夾渣、不完全熔解及不完全透入等情形，而輕微者則有焊道內部結晶不均勻等情形均稱之謂缺陷，而對焊道之設計功能發生之損害之任何缺陷謂之瑕疵（DEFECT）。

六、焊道之瑕疵概略言之，可歸之下列數類：

1. 氣孔（GAS POROSITY）：

發生在焊道表面或次表面下，其形狀不外為圓形或伸長之滴水狀。其在焊道內分佈情形有如下四種情形，如圖A所示，是均勻分佈情形。圖B所示，則成為群狀分佈情形。圖C所示，係成線型分佈情形。圖D所示，則成延伸分佈情形。

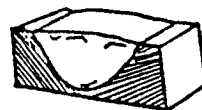


以上四種分佈情形，應用非破壞

波檢測法查焊道內之氣孔，簡易可行，遇有無法用放射線照相之焊道，使用超音波檢查既簡捷又正確。

2. 夾渣（SLAG ENTRAPMENT）：

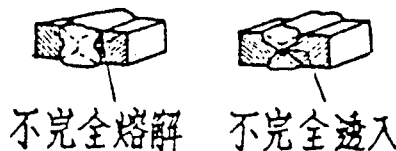
如右圖所示，此種瑕疵，發生在接近焊道之表面及根部內。



一般言之，其延伸方向大致與焊道方向一致，有多種非破壞檢查方法可用以檢查此種瑕疵。

3. 不完全熔解及不完全透入（INCOMPLETE FUSION & INCOMPLETE PENETRATION）：

如右圖所示，這些瑕疵，大致由於焊條操作不適當及使用不正確之焊接狀況所致。



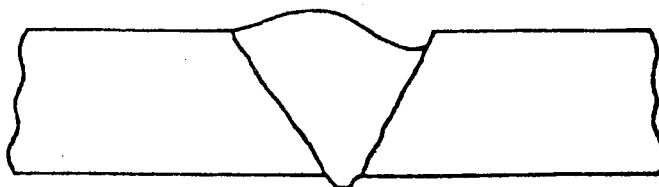
不完全熔解

不完全透入

不完全熔解之缺陷，發生在焊道與母材相接之兩旁邊上。至於不完全透入，則發生在焊道根底或中間部份，此兩種瑕疵都屬於連續形線型缺陷。用超音波檢查，則很容易檢查出來。

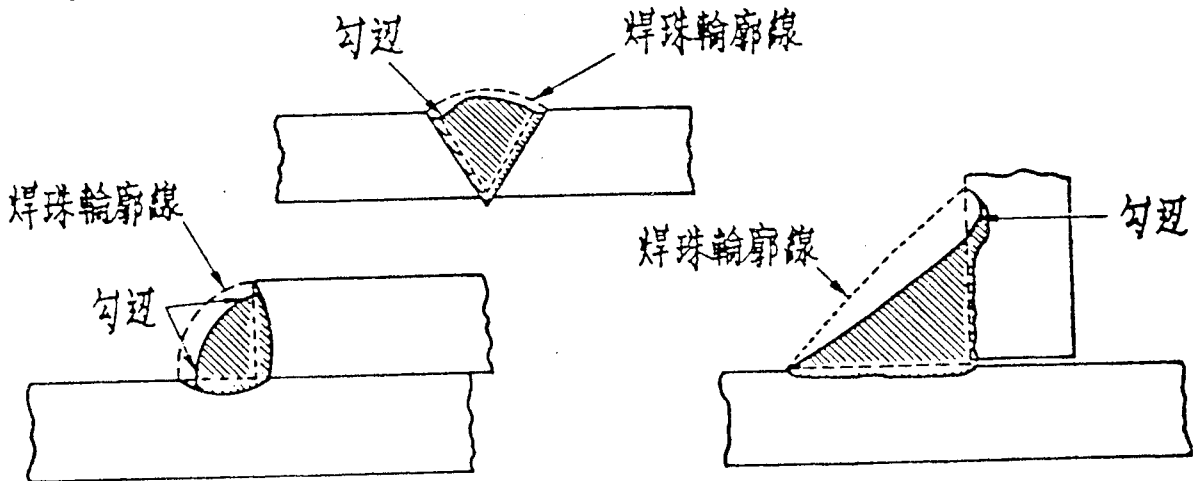
4. 低陷（UNDERFILL）：

如右圖所示，亦稱喉部不足（INSUFFICIENT THROAT），焊接過程時，焊道未能完全填滿，以致與母材鄰近之焊道表面低陷。



5. 勾邊 (UNDERCUT) :

焊接過程時，母材表面在鄰近焊道的地方，因過熱而被沖蝕，以致表面局部低陷或呈溝狀。如下圖所示

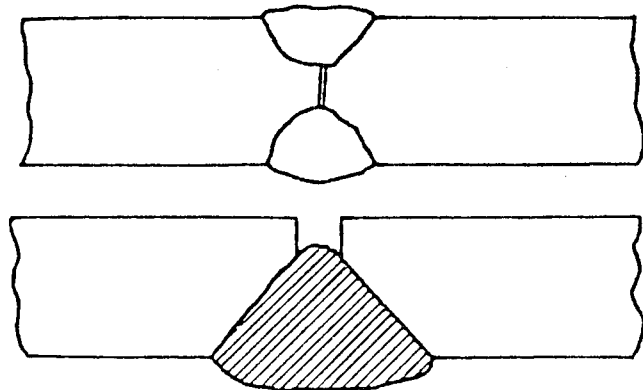


在管路焊接時，其焊道根部兩側之勾邊顯示，可稱謂馬車印跡 (WAGON TRACKS)。

6. 熔入不足 (INCOMPLETE OR INADEQUATE JOINT PENETRATION) :

焊接過程時，若焊接速率太快，焊條太大，焊接過冷，焊道設計欠佳，焊道配置不良

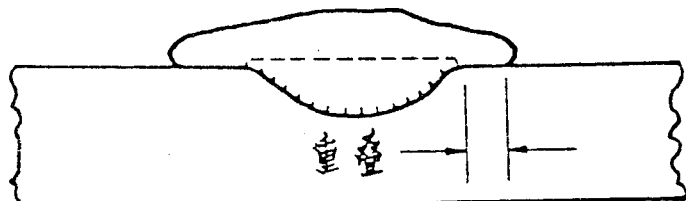
，或者焊道底部面未能達到熔合溫度，以致焊材熔入根部量不夠。如上圖所示



7. 重疊 (OVERLAP) :

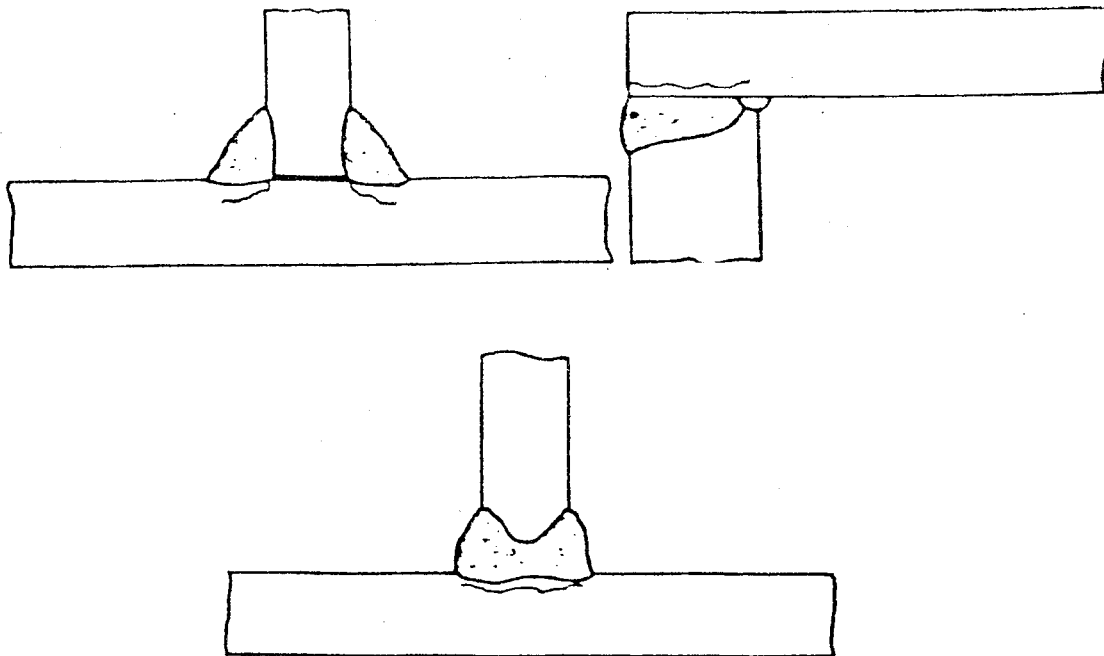
焊接過程時，若使用之電流過低，施熱不夠，焊材選用不當 (缺乏除氧劑) 或焊道準備不當，使焊材伸隆於焊道突趾、面、根等處以外而未能與母材表面熔合，特別是母材上

存有氧化物，在母材表面形成重疊。如下圖所示



8. 片撕裂 (LAMELLAR TEARS) :

進行較厚鋼材之角焊或丁形焊接時，若垂直於表面之張應力負荷過大，亦即母材上方有大塊之焊堆時，在母材內或靠近熱效應區之母材內，可能產生破開之片撕裂。



9. 裂縫 (CRACKS) :

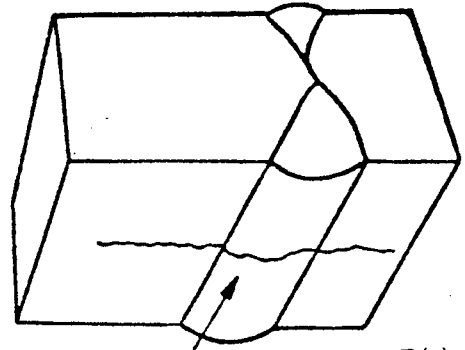
焊件之焊材部份或母材部份，若局部所產生之應力，超過該材料之強度，即產生裂縫。裂縫通常與材質成份、品質、焊接設計、焊接技術有關，諸如碳、硫、硼等含量，氫脆化、高殘留應力、預熱、後熱、焊速、焊珠大小等。一般係指兩種焊件相接處之裂縫。

以相對於焊道之方向來區分，可分為二類：

- (1) 縱向裂縫 (LONGITUDINAL) : 與焊道平行之裂縫，往往發生在焊道中央，成為中心線裂縫，亦可發生在熱效應區成為趾裂縫。如下圖所示

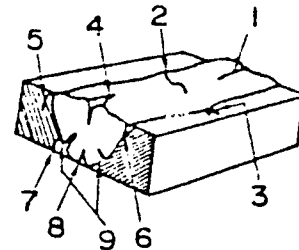


(2)橫向裂縫(TRANSVERSE)：與焊道長度垂直之裂縫，往往發生在焊材部份或母材熱效應區部份，亦可貫穿兩部份，甚至進入母材。如右圖(一)所示。



圖(一)

在此，值得一提的是龜裂，其英文字與裂縫相同，均為CRACK，其產生之原因，大致係由於同一桿件焊道所生之龜裂，均散佈在焊道內部及與焊道接近之母材部份（如右圖(二)所示）。

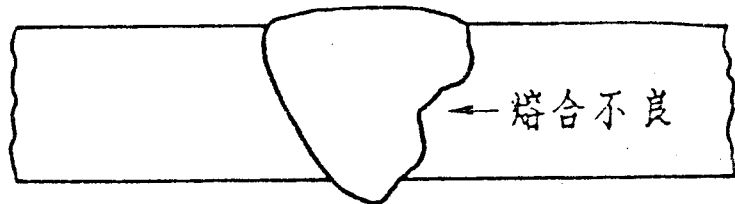


圖(二)

就其延伸方向又可分為縱向龜裂與橫向龜裂兩種。為要保證能徹底檢查出所有龜裂類之瑕疵，如用超音波探傷法，雙探觸子（DUAL PROBE）檢查法被廣泛應用於焊道檢查。有時則結合直角探傷法與斜角探傷法以補充焊道檢查。

10. 熔化不良(LACK OF FUSION 或 INCOMPLETE FUSION)：

焊接過程時，若焊道面或焊層面所施之熱不夠或者焊道面有氧化物存在，以致液態之焊材未能與焊



道母材面完全熔合或焊材與焊材之間未能完全熔合形成熔合不良（如上圖所示）。

總而言之，一座完美的鋼橋，除了需要高水準的設計外，尚須仰賴高品質的材料以及妥善的製作與檢驗、安裝與架設等。因此，施工監督人員不僅要瞭解設計的特點、規範與施工說明書的內容外，更應瞭解製作及檢驗的程序，安裝與架設的方法。譬如說，本橋係採用克羅梭曲線連續箱型結構，放樣及裁切精度要求極高，以採用電腦程式NC數值控制法直接繪線於鋼板為原則，劃線完成，才進行鋼板切割，並使用自動氧化及裁切為原則。又本工程主要構材部份，以使用自動潛弧焊接為要件。焊接完畢，必須經過試驗及檢驗。為保持構材之完整，以使用非破壞檢驗，較為適宜，凡是主要桿件之對桿均須做X光透視攝影，填角焊因攝影困難且其重要性較對角焊稍低，除檢查焊道腳長及喉厚外，再用滲透液探傷檢查有無氣泡及裂縫。另外，除防止鋼材之腐蝕外，還須發揮美化、裝飾、耐油、耐藥品、防火、防污等種種功能，就必須加以塗裝。塗裝應依使用之目的、對象以及環境狀況，選用適當之塗料並須加以層層重疊塗刷，方能達到塗裝功能。鋼橋施工中，最重要

的一環就是安裝與架設，因安裝方法須與設計配合，否則所受應力將因安裝方式而異，因此不論甲方或乙方對安裝工作，均應充分認識設計條件，照設計條件擬妥安裝計畫書送請核可，以策工程安全。鋼橋在工廠製造完成後，應按照設計圖及施工詳圖在廠內試拼裝一次，以檢查組合時有無困難，以及各部位尺寸之誤差是否在容許範圍內；若超出規定，應即修正。實地架設時，對於工地結合位置，應考慮安裝順序、臨時支撐可能之設置位置及可使用之機具等，且承商應針對交通狀況及地形環境，安裝及架設之方法、步驟、使用機具之性能編製鋼橋架設計計畫書送請核定。

叁、理論與實務相互映證

本次訓練課程係由中華顧問工程司負責安排，首二日由該工程司實際負責設計之鋼結構部門之人員講解鋼橋設計與施工情形，後四日安排參觀各施工中之鋼橋工程現場及國內之公民營鋼鐵工廠，如福和二橋、關渡大橋、高雄仁愛橋及中國鋼鐵公司、春源鋼鐵工廠等，融合設計、施工實務與品管檢驗之研習觀摩，使理論與實務相互印證，加深受訓學員之體認。

目前國內正在施工中之鋼橋，每座均有其設計或施工上之特色。首先，參觀福和二橋，該橋特色為國內箱型鋼結構橋中跨徑最大者，長達 80 公尺，至於其架設係純粹以吊車配合臨時支撐。關渡橋為全長 539 公尺之連續鋼拱橋，其特色有三：一因受運輸條件限制，部份焊接工作，須在工地進行。二為提高電焊品質，使用二氧化碳全自動電焊機。三該橋每次架設 2,000 公噸，限於現場之地理環境及國內起重設備，創出了利用浮船及潮汐高差架設之法。高雄仁愛橋全長 115 公尺，採用四個箱型鋼樑，各箱樑間以橫樑與縱樑相連結，為國內首座以連續合成箱樑式設計之鋼橋。春源鋼鐵工廠，該工廠座落於桃園縣龍潭鄉，由於不斷引進國內、外最新之設備，已成為國內主要鋼架專業製造廠之一，如型鋼在很久以前就被廣泛地使用於建築中，最近 H 型鋼、蜂巢型 H 型鋼、口型鋼、Z 型鋼及輕量型鋼等具有特出的構造上的優點，因此使得超高樓建築成為可能，中高樓建築更加經濟，大型廠房及倉庫容易完成。該廠之生產流程均經專家精心設計，各項設備及檢驗儀器齊全，任何形式結構體，均可能按實際尺寸放樣，並於不久前購進光譜分析儀，能迅速正確的檢驗鋼材性質。此次參觀亦安排了中鋼公司鋼板廠，實際觀摩鋼胚煉成鋼板之全部過程及其品質控制。據悉，該鋼板廠之品質控制，係依訂單之規格及特殊要求而設計材質與生產流程，因此訂約時對鋼板規格及特殊要求，須有明確之規定，才能配合設計與施工之要求。最後參觀永記公司，其廠內之檢驗設備齊全，擁有分析波譜儀及電腦設備，對於品質控制及生產過程，均經科學化分析，對於耐候性，耐蝕性等之設備甚為完善。

肆、結語

由於鋼結構橋係國內新興之專門技術工作，短暫一週的鋼橋施工監督人員訓練，實在無法深入瞭解各個製造細節，惟經過理論之講解及實際觀摩經驗之配合，學員們對於鋼結構施工各個細部問題及應注意之事項，均能有明確之認識。並對於爾後本局自辦監工時，能夠圓滿達成自辦監工之目的。

電腦之開發成功，使得鋼結構橋之發展，日新月異，因此，我們不能墨守成規。希望嗣後能邀請學有專精之學者、專家來處介紹最新之設計與施工法，或選派優秀人員到專門機構接受訓練，以增進同仁之專業技能與新知，提高本處各項施工監督之品質。

本次訓練，時間雖不多，但能以理論與實際相互為用、相輔相成，學員們學習興緻高昂，訓練之成果頗為豐碩。

伍、附 記

參考書籍：

- | | |
|-------------------------|--------|
| 1. 鋼橋設計概要及AASHTO 規範重點解說 | 林燦惠 編著 |
| 2. 箱型鋼橋之製作及安裝 | 曾清銓 編著 |
| 3. 本工程鋼橋施工規範 | |
| 4. 非破壞檢測概論 | 曾清銓 編著 |
| 5. 鋼橋塗裝工程 | 李榮南 編著 |

四、工程織布應用於台南～高雄段(南下)路面加鋪工程之研究

一、前言

本處目前主要的工作為維護現有路面及其設施，並研究如何以經濟且有效的方法達到此項目標。採用工程織布，建立適合本路的工程織布施工程序及資料為此次試驗主要的目的。無可否認的，工程織布具有減少及延遲路面疲乏 (Fatigue Distress) 及反射裂縫 (Reflection Cracking) 的發生，然而目前尚無一明確的規範可供使用者作為材質選擇及應用上的依據。

本處試驗室目前之設備及能力尚無法建立一模擬現場，以行車荷重的情況來試驗評估工程織布於本路路面修護上能提供何種有效的功能。因此，本處擬採用實際鋪設於現場的試驗方法，並藉此次本路台南～高雄段南下車道加鋪工程同時進行此項試驗。此項鋪設工程織布為本處初次的嘗試，無一可循之方案及資料；由於參考資料的不全，亦無實際施工方面的經驗等等因素，實難進行一完善的試驗計劃。本計劃基於上述原因雖竭力求其詳盡，但錯誤及不周全之處在所難免，尚祈同業同仁，不吝指正。

二、工程織布試驗

(一)飽和試驗 (Saturation Test)

Button, et al 於其有關工程織布的研究報告中指出工程織布的飽和試驗 (Saturation Test)，以一片工程織布 $200\text{mm} \times 200\text{mm}$ ($8\text{ in} \times 8\text{ in}$) 在 121°C AC10 瀝青膠泥 (Asphalt Cement) 中浸一分鐘，俟冷卻後放在兩吸紙間以熱熨斗熨壓將過多的瀝青除去，經處理後增加之重量除以原織布重量即為此織布之瀝青飽和含量。同時指出以 AC10 為瀝青粘層 (Tack Coat)，其用量可依下列經驗公式預估：

$$Q_d = 0.08 + Q_s + Q_c$$

Q_d = 設計瀝青粘層用量， gal/yd^2

Q_s = 工程織布之飽和瀝青含量， gal/yd^2

Q_c = 舊有路面對瀝青吸收量， gal/yd^2

賴森榮博士於本路路面研究計劃中曾建議以針入度 85 ~ 100 瀝青膠泥 (Asphalt Cement) 為瀝青粘層，其預估用量亦以前述經驗公式估算，經改換為 ℓ 及 m 單位，其表示式如下：

$$Q_d = 0.36 + Q_f + Q_c$$

Q_d = 設計瀝青粘層用量， ℓ/m^2

Q_f = 工程織布之飽和瀝青吸收量， ℓ/m^2

Q_c = 舊有路面對瀝青吸收量， ℓ/m^2

其中 Qf 項工程織布飽和瀝青吸收量可藉上述試驗方法求得。美國杜邦公司於其產品 Du Pont Reepav 工程織布瀝青粘層用量上有下列說明：使用 Reepav 工程織布之瀝青粘層用量較未使用工程織布之用量多 0.15 gal/yd^2 ，依其產品的使用經驗，建議於平且較良好的舊有路面以 0.05 gal/yd^2 為織布與原路面粘結用油量，以 0.15 gal/yd^2 為粗糙老化舊有路面之用油量。同時，使用粘層應考慮到天候的因素，依杜邦公司建議 AC10 及 AC20 分別使用在天候較冷與較熱的地區以求得較佳的粘結強度。

綜合上述，工程織布於其瀝青粘層用量上目前仍無一明確的規範，其用量因織布本身材料的不同，路面的平坦度，老化程度，地區的溫度以及粘層種類都有很大的關係。因此，建立一適合本路各情況的最佳用油量資料是此次工程織布試驗計劃主要目標之一。

(二) 線形收縮試驗 (Linear Shrinkage Test)

收縮試驗與飽和試驗相同，均是以工程織布熱浸於瀝青膠泥 (Asphalt Cement) 中，前者求其收縮率，後者求其飽和瀝青含量。Button, et al 曾以下列方式實施收縮測定試驗。取各 4 塊 $100 \text{ mm} \times 100 \text{ mm}$ 工程織布試樣分別浸於 121°C (250°F) 及 149°C (300°F) 瀝青膠泥中，然後分別於 1, 5, 15, 30 分鐘後取出試樣，俟冷卻後量邊長度。由其報告中指出時間及溫度為長度收縮變化的函數。同時亦指出 149°C 為該試驗工程織布的臨界溫度 (Critical Temperature)，低於此溫度非常少的收縮發生，但是高於此溫度則有顯著的收縮，且達到最大收縮量大都是在浸漬 30 分鐘以後。

加鋪過程中，由於加鋪瀝青混凝土的溫度促使工程織布收縮而產生張力，此種張力形成明顯的垂直於割切方向或皺折方向的位移，而產生新加鋪層沿著割切方向或皺折方向裂紋及加鋪層的早熟破裂。依據 Button et al 的研究報告指出，此種裂紋可利用適當的施工技術及改良工程織布的特性來控制。

三、工程織布應力分析及應用設計

工程織布應用於軟弱路基及低交通量路段施工，近 20 年來於美國已逐漸普遍，Robnett et al 於其 AFS (Aggregate - Fabric - Soil) 研究報告中指出，工程織布能提供強化 (Reinforcement) 及分離 (Separation) 二大功能。於軟弱路基的情況下使用工程織布將可減少級配厚度 25% 至 40%，此次本路工程織布的試鋪為應用於舊有路面加鋪工程中 (Asphalt Overlay) 取代刨除處理的路面改善方式，如圖一說明。

應用工程織布於路面加鋪時，其分界面間之剪力強度 (Interface Shear Strength) 必須足夠以防止加鋪層的滑動破壞 (Slippage Failure)。換言之，加鋪

層與工程織布及原舊有路面間需具有足夠的剪力強度來防止滑動破壞。需要剪力強度的大小依交通類型 (Type of Traffic) 、交通速度、原路面破裂程度、周圍溫度而定，就目前而言，尚無法預估較正確的分界面間剪力強度。

Button, et al 於其研究報告中指出分界面間之剪力強度隨粘層的增加而增加，亦與瀝青混凝土鋪築時溫度有顯著的關係，增加粘層用量固然增加工程織布的粘結，然過多的瀝青將溶入瀝青拌合料中，於夯壓 (Compaction) 時形成揉捏狀的形

為 (Kneading Action)，提前達到路面疲乏 (Fatigue Performance)。

在瀝青混凝土路面設計中為加強路面結構或減少設計厚度，除增加該路段路基 CBR 值外，亦可採用工程織布應用於瀝青混凝土中間層 (Intermediate Course of Asphalt Concrete)，但應用於路面加鋪工程中，工程織布則設置於原有路面表面，(如圖一說明)，其具有減少及延遲反射裂縫產生。不可置疑的，工程織布必須具有足夠的張力強度來防止裂縫延伸。賴森榮博士於其應用工程織布於土壤改良的研究報告中說明，工程織布沒有壓縮及彎曲強度 (Compressive and Flexural Strength)，張力強度 (Tensile Strength) 是其唯一可量取的強度性質。目前工程織布的張力強度可藉單向 (Uniaxial)、双向 (Biaxial) 及多向 (Multiaxial) 試驗方法求得。報告中亦指出單向試驗方法是最簡單且適合應用決定工程織布張力強度是否適於路堤加強及道路施工所需。

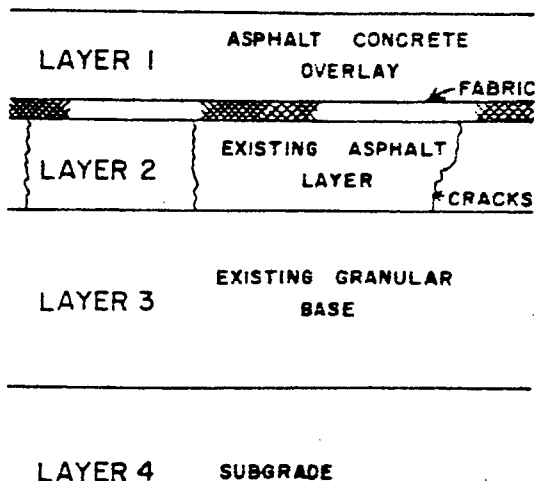
工程織布應用於加鋪設計，Majizadeh, et al 則以下流程圖說明其設計過程。

ϵ_v = 垂直壓應變 (Vertical Compressive Strain)

ϵ_h = 水平張應變 (Horizontal Tensile Strain)

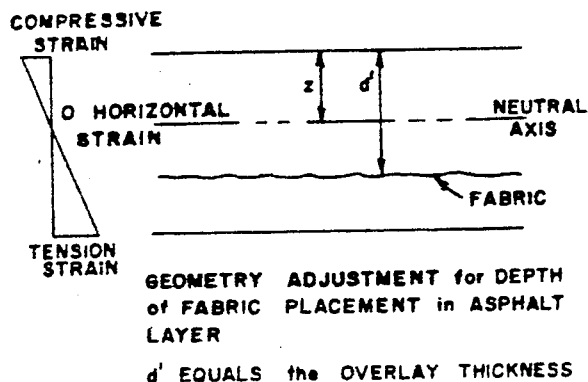
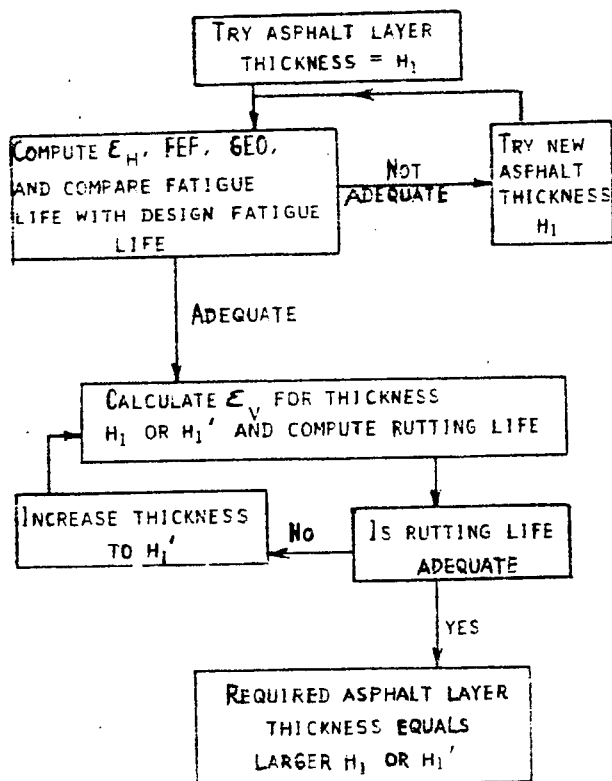
FEF = 工程織布效用因素 (Fabric Effectiveness Factor)

$GEO = 0.64 (d'/z)^{1.60}$ (幾何調整數，如圖二)



圖一 工程織布強化瀝青混凝土加鋪

TABLE 1 DESIGN METHODOLOGY



圖二 幾何調整數（隨加鋪厚度變化）對工程織布效用因素（FEF）之影响

$$N_{fu} = 7.56 \times 10^{-12} \times \left(\frac{1}{\epsilon_h} \right)^{4.68} / RF$$

$$N_{fr} = N_{fu} \times FEF \times GEO$$

RF = 區域因素 (Regional Factor)

其中疲乏年限 (Fatigue Life) 與張應變 (Tensile Strain) 關係之迴歸方程式，由於試驗路段的結構、鋪築材料、區域天候及交通形態的不同並非適合於本路，但可參照舊設計法之觀念建立一適合本處南區路段之迴歸方程式。

四、工程織布試鋪

工程織布試鋪，其主要目的為建立一適合本路南區路段以工程織布維護的施工程序與資料。綜合前述，下列項目為此次試驗計劃擬鋪設之過程與資料之建立以供爾後應用上之參考。

(一) 最佳粘層用量 (Optimum Tack Coat)。

(a) 各種路況吸油量預估。

(b) 工程織布使用類型、飽和吸油量及施工程序。

(二) 瀝青混凝土鋪築溫度。

(三) 試驗路段長度、位置與路面情況。

四粘層澆鋪量與冒油 (Bleeding)、車轍 (Rutting)、隆起 (Upheaval)、四陷 (Depression) 之觀測及疲乏年限 (Fatigue Life) 與張應變 (Tensile Strength) 關係。

(1) 最佳粘層用量 (Optimum Tack Coat)

(a) 各種路況吸油量預估

舊有路面吸油量，因路面老化程度、粗糙度、鋪築材料等的不同而異，此次試驗依路段不同裂縫程度及撓度值分別試用不同粘層用量以實際路面使用績效來評估較可行的路面設計吸油量。杜邦公司指出舊有路面吸收 AC10 瀝青粘層為 $0.23 \ell/m^2 \sim 0.68 \ell/m^2$ (

$0.05 \text{ gal}/yd^2 \sim 0.15 \text{ gal}/yd^2$

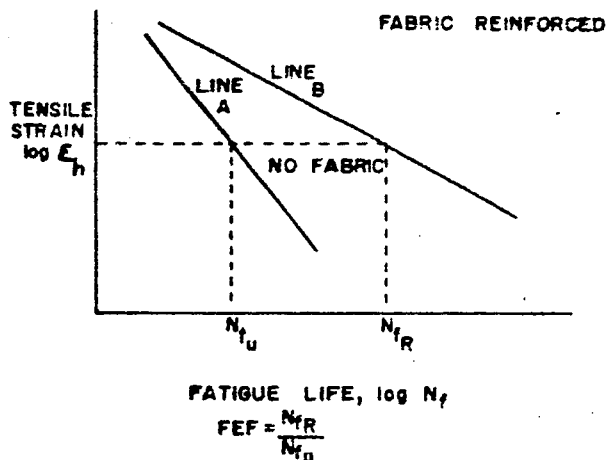
) 之間。於不使用工程織布，本處

於前數次路面加鋪工程中使用 RC

70 為新舊瀝青混凝土粘結材料，目前已完成加鋪路段路況尚屬良好，但根據多人的工程織布研究報告中述及以針入度 85 ~ 100 瀝青膠泥為工程織布鋪設之粘結材料，因此於此試驗中採用該種瀝青膠泥為粘層材料。工程織布粘層用量一般分為三部份(一)工程織布吸收量(二)工程織布與新瀝青混凝土加鋪層粘結用量(三)工程織布與舊有路面粘結用量(含舊有路面吸油量)。杜邦公司曾試驗指出其 Reepav 工程織布與新瀝青混凝土加鋪層粘結用油量為 $0.23 \ell/m^2$ ($0.05 \text{ gal}/yd^2$)，飽和吸油量為 $0.46 \ell/m^2$ ($0.10 \text{ gal}/yd^2$)，其亦指出該織布與舊有路面粘結需油量範圍為 $0.23 \ell/m^2$ ($0.05 \text{ gal}/yd^2$) ~ $0.69 \ell/m^2$ ($0.15 \text{ gal}/yd^2$)，因此，總用油量為 $0.92 \ell/m^2$ ($0.20 \text{ gal}/yd^2$) 至 $1.38 \ell/m^2$ ($0.30 \text{ gal}/yd^2$) 之間。綜合前述，本處計劃以 $Q_d = 0.20 + Q_f + Q_c$ 為粘油量預估經驗公式，由於本路施工要求標準甚高，雖已屆加鋪維護，部份路段仍是非常良好，嘗試預估以 $0.15 \ell/m^2$ 為原有路面最低吸油量及與工程織布粘結用量，而不以杜邦公司說明之 $0.23 \ell/m^2$ ($0.05 \text{ gal}/yd^2$) 為用量下限，如表三說明。

(b) 工程織布使用類型、飽和吸油量及施工程序

工程織布應為不織布型 (Nonwoven)，其使用纖維須為連續性長纖 (如聚丙烯或聚樹脂)，該材料需具有吸收瀝青膠泥 (Asphalt Cement) 的能力，並能承受在瀝青混凝土壓實時的高溫，不會因熱產生皺紋，並且需具有足夠的強度在施工時不致損壞。施工



圖三 疲乏年限 (Fatigue Life) 與張應變 (Tensile Strain) 關係

程序則以下流程圖述明之：

清理路面→依設計圖撒鋪粘層 ($Q_d = 0.20 + Q_c + Q_f$) → 鋪設

(針入度 85 ~ 100 瀝青膠泥)

工程織布→瀝青混凝土加鋪。

(2) 瀝青混凝土鋪築溫度

瀝青混凝土鋪築溫度，除控制工程織布收縮，亦控制著織布與新舊混凝土間剪力強度。依據 Button, et al 研究報告中建議方法求出織布收縮臨界溫度 (Critical Temperature)，以此臨界溫度及本處規定之密級配瀝青混凝土鋪築溫度 (130 °C ~ 160 °C) 而求減少織布收縮之瀝青混凝土鋪築溫度，不高於工程織布臨界溫度，不低於本處規定最低鋪築溫度。

控制鋪築混凝土溫度低於工程織布臨界溫度可減少織布收縮，控制粘層用量則可防止過多瀝青溶入瀝青混凝土。依據 Button, et al 研究報告，知其試驗之工程織布臨界溫度為 149 °C。一般於現場實際鋪築之密級配瀝青混凝土溫度為 130 °C ~ 160 °C 之間，因此採用此種溫度假設應是合乎邏輯的。但為求較佳之剪力強度，於此計劃鋪築溫度範圍內，應以較高之溫度加鋪較適宜。

(3) 試驗路段長度、位置與路面情況

工程織布試驗於加鋪工程中，其鋪設深度採用直接鋪設於原有路面上，位置的選擇分別為一級、二級及三級裂縫，並參考路面評審儀 (Road Rater) 撓度值。賴森榮博士於本路研究計劃中指出“所用的工程織布可以是全車道鋪置或是僅僅鋪置於裂縫處或伸縮縫處的片條狀織布”。本處擬試鋪於整個外車道，其長度約 1,500 公尺，依撓度值及路面情況分別用不同粘層用量。詳細樁號、粘層用量等均說明如附圖四、五及表三。依據路面評審儀測量及路面評估可約略說明本處轄區試驗路段路面裂縫程度與路面評審儀撓度值概略關係如下表二，詳細說明如圖五。

路面評審儀 (Road Rater)

Sensor# 1 撓度值 (10^{-3} in.)	路面情況
2.0 以下	良好路面
2.0 ~ 2.25	臨界路面
2.25 ~ 2.50	一級裂縫
2.50 ~ 3.00	二級裂縫
3.00 以上	三級裂縫

表二，路面評審儀 (Road Rater) Sensor # 1 撓值與本路路面 (342⁺ + 500 ~ 344⁺ + 000) 情況概略關係說明。

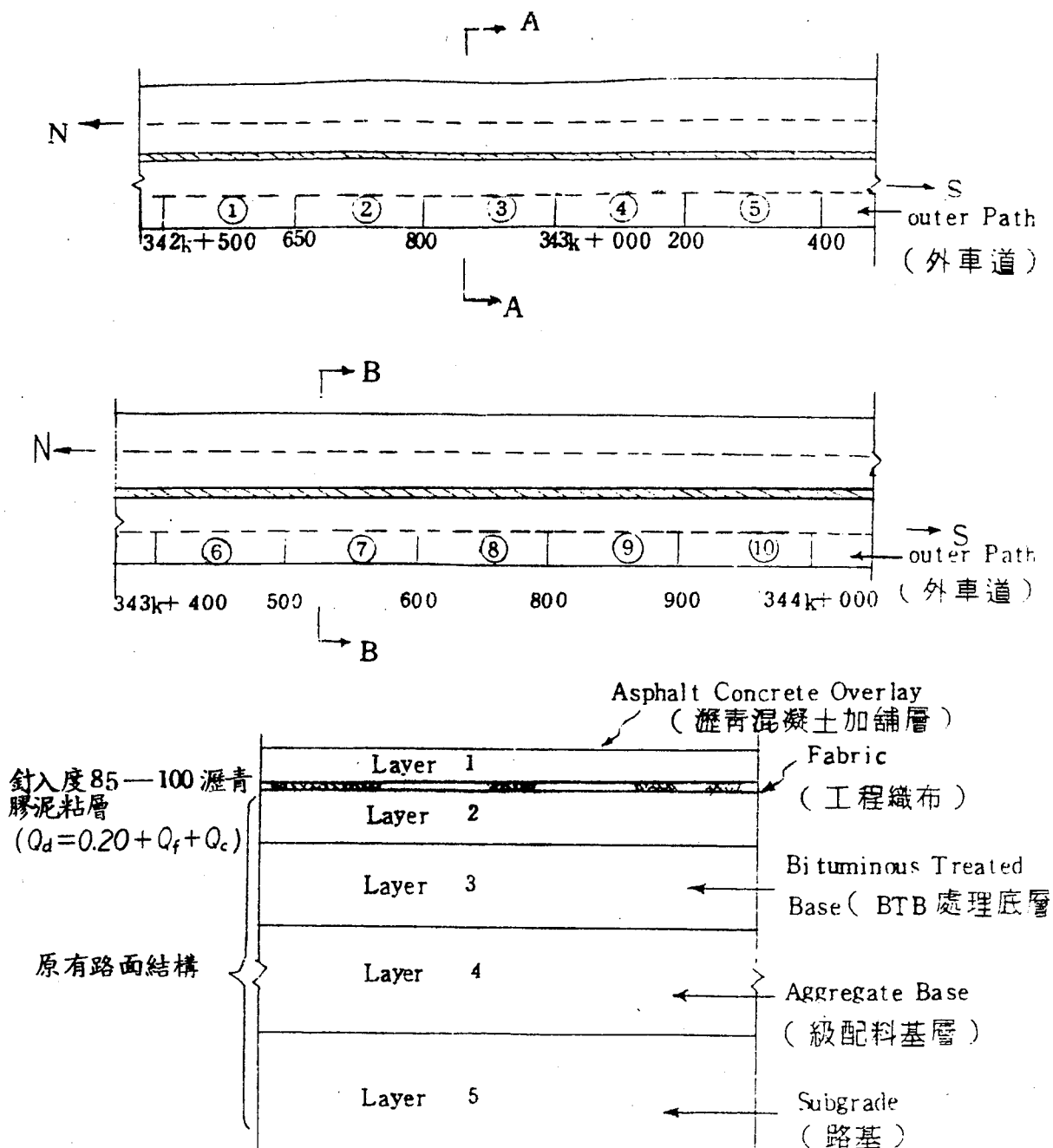
(4) 粘層澆鋪量與冒油 (Bleeding)、車轍 (Rutting)、隆起 (Upheaval)、

凹陷 (Depression) 之觀測及疲乏年限 (Fatigue Life) 與張應變 (Tensile Strength) 關係。

此項資料建立工作有待於路面維護人員於試驗路段經常性的觀察與記錄而得之。依照路面鋪設與不鋪設工程織布分別實施路面加鋪前及加鋪後之路面評審儀測量，加鋪後之路面鑽孔取樣，通常以每 $5,000 \text{ m}^2$ 鑽取一試體 (Core)，量取各層厚度，以撓度值、各層厚度及有關電腦程式建立本處轄區路段之疲乏年限與應變關係曲線。

伍、結 論

運用工程織布整修路面主要的功用為求經濟有效及便利。因影响路面服務水準的因素甚多，尚無一明確的理論或公式以資遵循。須以實際鋪設試驗建立本處轄區路段鋪設工程織布的資料與經驗公式。路面整修必須針對路面損壞原因方能收到實效，整修前須先辦道路評估，其中含道路組合層分析 (Component Analysis) 與表面撓度分析 (Deflection Analysis)。分析資料及經驗的建立則有賴於路面維護人員長期對路面的觀察、記錄、分析與研究。

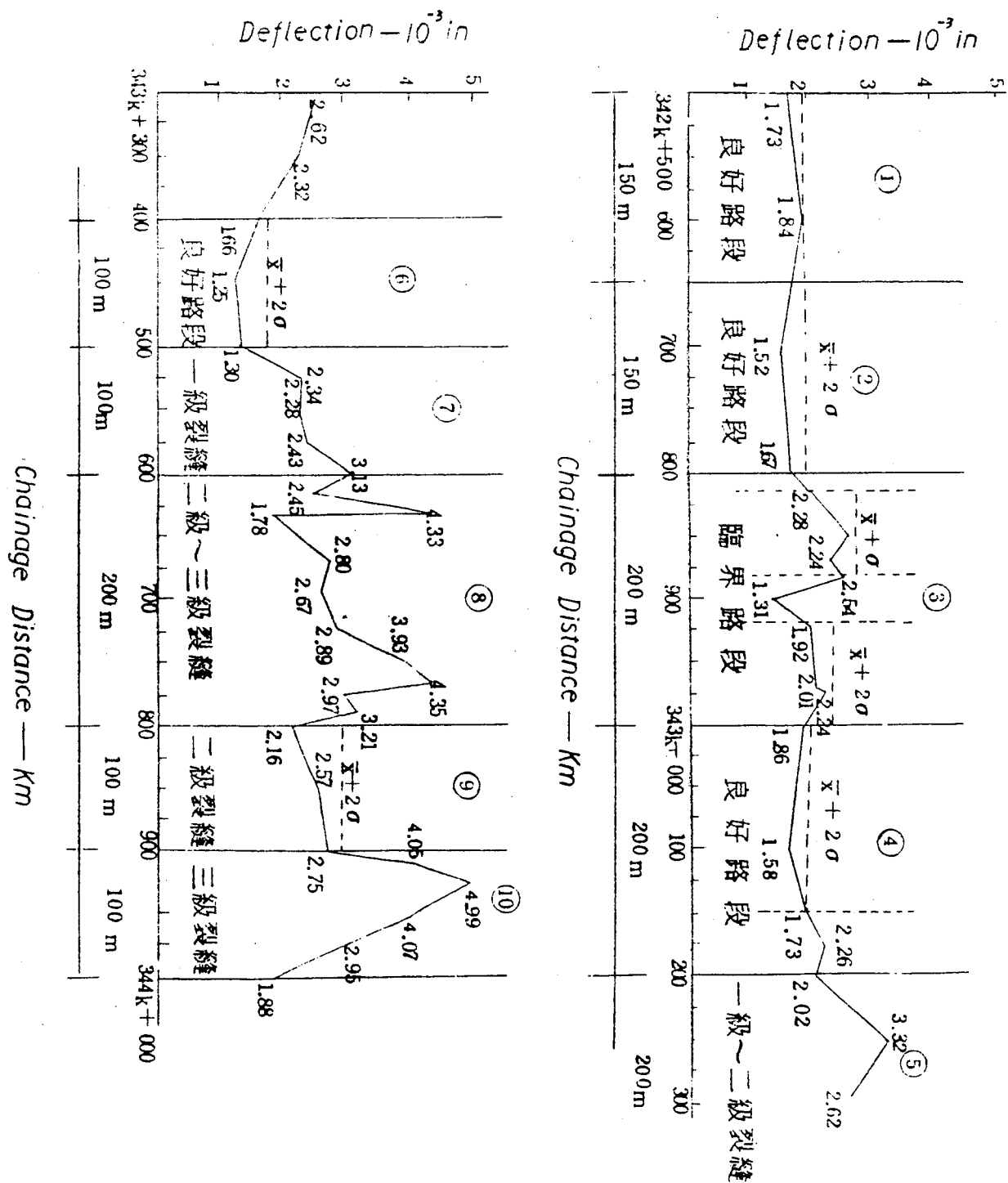


“ A ”， “ B ” 橫斷面圖

圖四 試鋪工程織布試驗路段示意圖

註：1 工程織布試鋪不含內車道及內外路肩。

2 工程織布鋪設寬度 3.75 m，長度 1,500 m。



圖五 試驗路段路面評審儀撓度值與里程關係

註：1. 路面評審儀為 Model 2000 Road Rater，美國加州 Foundation Mechanic 公司製造。

2. 撓度值以 Road Rater Sensor # 1 數值表示。

3. Force : approximate 2400 pounds, peak to peak

Frequency : approximate 25 cycles per second

路表溫度：36°C ~ 40°C

表三 鋪設工程織布計劃用油量

編號	路面評估	路面評審儀撓度值 (10^{-3} in)	計劃舊有路面撒油量控制值 ($Q_c, \ell/m^2$)	鋪設工程織布計劃用油量 $Q_c = 0.20 + Q_c + Q_f (\ell/m^2)$	備註
①	良好路段	2.0 以下	0.20	$0.40 + Q_f$	Qf 為工程織布飽和含油量，由試驗求得。
②	“	“	0.15	$0.35 + Q_f$	
③	臨界路段	2.0 ~ 2.25	0.20	$0.40 + Q_f$	
④	良好路段	2.0 以下	0.25	$0.45 + Q_f$	
⑤	一級~二級裂縫	2.25 ~ 3.00	0.25	$0.45 + Q_f$	
⑥	良好路段	2.0 以下	0.20	$0.40 + Q_f$	
⑦	一級裂縫	2.25 ~ 2.50	0.25	$0.45 + Q_f$	
⑧	二級~三級裂縫	2.50 ~ 3.00 以上	0.35	$0.55 + Q_f$	
⑨	二級裂縫	2.50 ~ 3.00	0.30	$0.50 + Q_f$	
⑩	三級裂縫	3.00 以上	0.40	$0.60 + Q_f$	

參 考 資 料

1. Button , J. W. , Epps, J. A. , Lytton , R.L. and Harmon, W. S. ,
Fabric Interlayer for Pavement Overlays , Second International
Conference on Geotextiles , Las Vegas, U.S.A. ,1982
2. E.I. Dupont De Nemours and Company , How to Use Dupont Reepav
Spunbonded Polyester Paving Fabric for Asphalt Overlays over
Flexible Pavements, Wilmington, Delaware, U.S.A.
3. Lai, J.S., Use of Geotextiles in Soil Improvement, 深開挖與土壤改
良講習會講義, 1983.
4. Majidzadeh, K. , Luther, M.S. and Skylut, H. , A Mechanistic Design
Procedure for Fabric - Reinforced Pavement Systems, Second
International Conference on Geotextiles, Las Vegas, U.S.A. ,1982
5. Robnett, Q. , Lai, J.S. and Murch, L. , Effect of Fabric
Properties on the Performance and Design of Aggregate - Fabric
- Soil Systems, Second International Conference on Geotextiles,
Las Vegas, U.S.A. ,1982
6. 賴森榮博士, 高速公路局路面研究計劃講義, 1983.

五、高速公路路面改善之研究

一、前言

本路南區嘉義台南段北上外車道，由於大部份路面光滑，車轍明顯，並有部份發現龜裂、下陷、側擠，平整度差等不良現象，必須加以改善，以提高服務水準，及延長路面之使用年限。本文係就70年年底研究資料進一步補充相關資料，以期提供業務參考。

嘉義台南段北上路面改善工程於71年7月開工，72年2月完工。

本路面改善研究參考資料計有(1)68年底在本路段鑽取瀝青試體試驗資料—瀝青材料抽油試驗及馬歇爾試驗。(2)台大侯昇教授69年1月至12月之研究報告「高速公路路面積效預測模型與加鋪厚度設計之研究」，觀察路面各層材料及厚度變化情形之觀察資料，路基上做工地CBR及分別取樣試驗資料暨路面彈性分析資料。(3)70年5月及12月彭克曼標撓度試驗及路面車轍深度測量資料。(4)70年6月鑽取瀝青試體試驗資料—瀝青材料抽油試驗及馬歇爾試驗。(5)在本路段修補路面開挖時之觀察資料。

二、路面改善之研究

本段路面改善主要為處理車轍及加強路面結構強度。茲分別說明如下：

1. 車轍路面之分析及處理：本段路面大部份均有車轍，通常車轍之發生原因為(1)重車之影響：本路南下車道重型車數與北上相當，但北上載重車輛較多，且超載情況至為嚴重，故同一時期，北上車道路面車轍較南下車道明顯，破壞之路面亦較多，重車之影響可見一斑。(2)路面下層材料之下陷或側向位移：觀察開挖後之試坑，下層材料變形很小，不易察覺。(3)路面材料之再壓實：面層材料之空隙率經試驗結果均在3%以下，且路面上有明顯之瀝青線紋，表示有再壓實之現象，但因厚度有限，且原來空隙率已不大，故對車轍發生影響不大。以厚度10公分之瀝青混凝土為例，如壓實度由98%增加至103%，厚度僅減少約5公厘。(4)面層材料之側向位移：面層材料經抽油試驗結果，含油量偏高，通過200號篩之細料偏多，因此面層材料之穩定性較差，又在重車之輾壓下，發生側向位移，亦即塑性變形。此為路面發生車轍之主因。觀察開挖後試坑斷面，可發現通車後面層厚度之變化情形，在車輪下厚度減少，兩側隆起厚度增加，而厚度之變化均在67年10月至68年4月間之加鋪層。夏天由於氣溫高，面層材料易軟化變形，冬天則相反，本路段自加鋪迄今已歷數個炎熱夏季且重車量甚多，路面應已漸趨穩定（參考圖一）。本路段車轍之發生原因亦可由路面之變形情形直接判斷。若是面層材料軟弱而變形，則路面變形範圍離着力點（車輪）較近，若是底層或路基材料軟弱變形，則變形範圍離着力點較遠（如圖二）。本段車轍路面面層隆起之

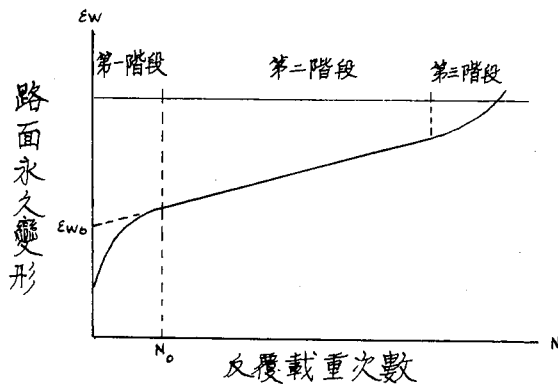
位置大多均在車輪附近，未超過標鈕，可判斷係面層失敗。在304^k到308^k+500之間，多處路面有側擠，下陷現象，由於變形範圍較大均超過外側標鈕，可判斷為較下層材料之變形所致。再觀察開挖後之路面，在13公分深處有一明顯之界面（加鋪8公分DGAC及原DGAC5公分），13公分上下兩層DGAC完全分開未能粘結，上層材料並有破裂現象。可見路面側擠、下

陷係由於上層13公分材料之側向滑動造成。當初加鋪8公分DGAC之目的在提高原路面之結構強度，因加鋪層本身軟弱，無法承受車輛重壓，而發生側移，並帶動原路面DGAC上層之5公分部份。

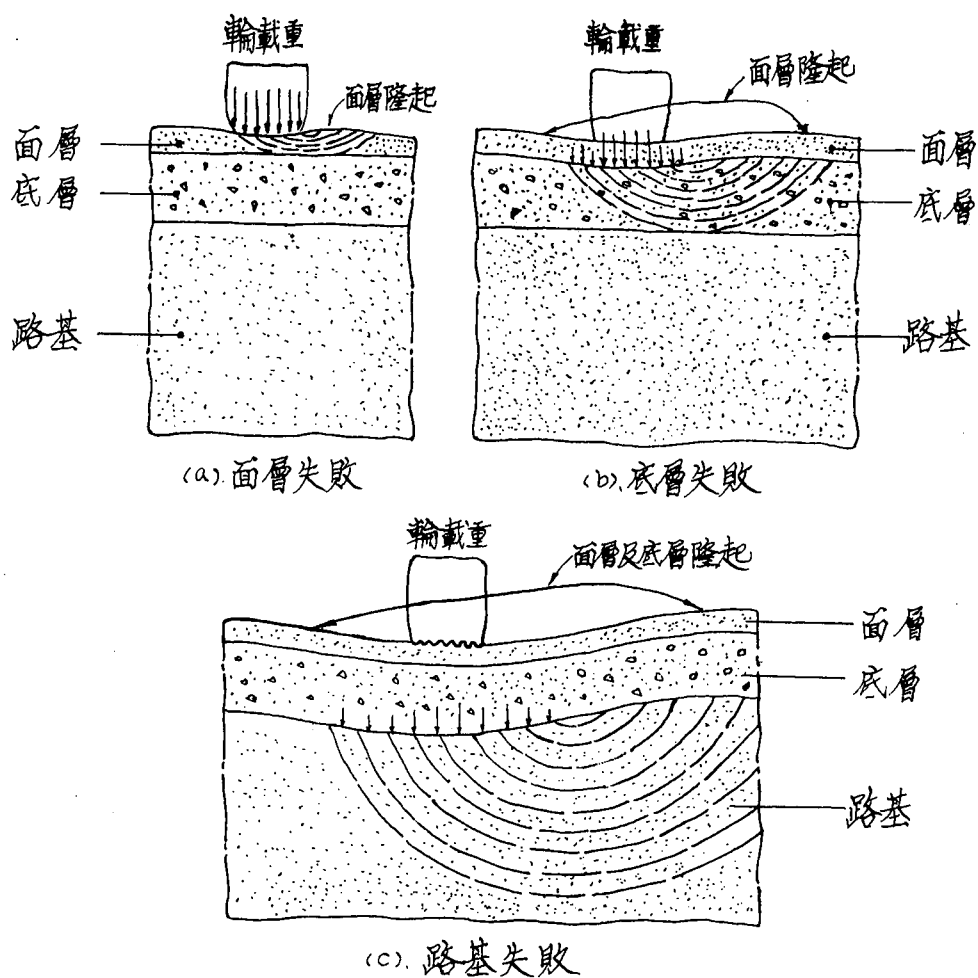
車轍路面之處理一般將軟弱層挖除或在其上加鋪面層。本路段採用刨除及加鋪合併方式處理，一方面可解決車轍問題，並可兼顧路面結構強度及平整度。刨除深度及加鋪厚度係根據軟弱層厚度及車轍深度二因素而決定。

上述已提到車轍主要原因係由面層材料側位移發生，故同一厚度之面層，軟弱之程度可由車轍深度之大小表示。面層愈厚，車轍愈深，應刨除較深或加鋪較厚。本路段原加鋪厚度分別為8公分，10公分，13公分及14公分。本路段最普遍之處理方式為刨除5公分深，補平，再加鋪6公分DGAC，茲次原加鋪厚度10公分2.5公分車轍（車轍已相當明顯）路面為例，說明經過此種處理後車轍發生之可能程度。若目前路面車轍深度2.5公分，壓實下陷如為5公厘，則因塑性變形引起之車轍深度為2公分，實際路面下陷深度約為1公分。圖三表示車轍路面之橫斷面。

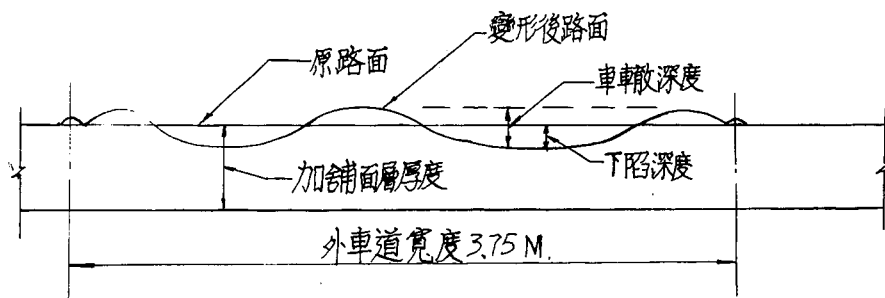
車輪下之路面由表面1公分變化至底面為0，如以直線變化表示則如圖四。在面層中點為0.5公分相對之車轍深度約為1公分。如刨除上部5公分，補平再加鋪6公分DGAC，軟弱層已在新面層表面下11公分，由於軟弱層厚度減少，僅有5公分，本身及其下層材料又已漸趨穩定，新面層材料之強度提高，氣溫對5公分厚軟弱層之影響較少，處理後新面層表面可能之下陷量已甚小。因此採用此種處理方式應可解決一般路面之車轍問題。至於車轍深度大於2.5公分路段或路況較特殊者，刨除深度則酌予加大。因加鋪DGAC粒料最大粒徑為1吋，每層鋪築厚度以大於最大粒徑1.5倍計，則不宜小於4公分，最小刨除厚度最好採用5公分。至於路面車轍深度少於



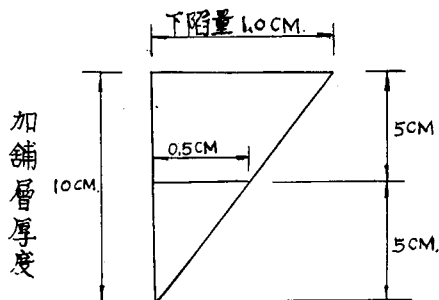
圖一 路面反覆載重試驗永久變形之性質曲線



圖二 路基地層或面層塑性變形之結果



圖三 車輪路面橫斷面圖



圖四 車輪下路面之下陷量示意圖

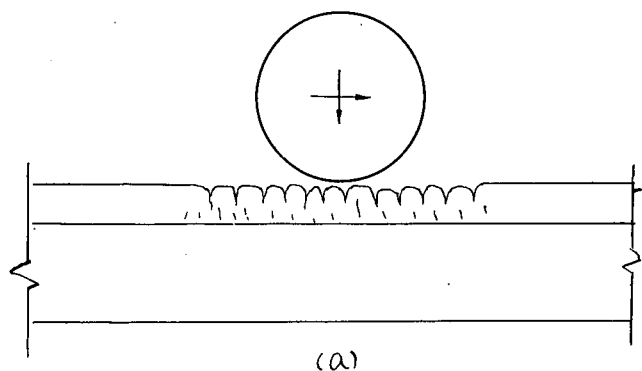
1.3公分($\frac{1}{2}$ 吋)，且表面光滑者，可不必修除直接加鋪，但此種路面為數不多。

2. 路面結構強度之分析及處理：如僅為處理路面車轍問題，因車轍由面層產生，則將全部軟弱層挖除，可能最為經濟有效。但如再顧及路面結構強度問題，則可能要挖除和加鋪並行，以免因路面強度不足，通車後路面可能再發生龜裂。本路車轍路面因油量偏多，柔性大，不易發生裂縫，但不能因此判斷為結構強度不足，故再根據試驗資料，加以分析研判。

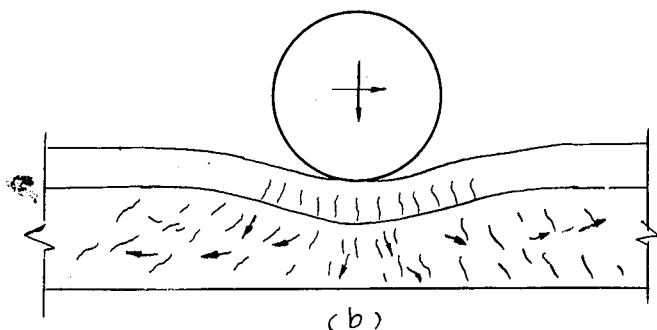
評估路面之結構強度與交通量有關。本路段路面之設計交通當量(DTN)為5,000，已為最高值，交通量指數(TI)為12，如考慮重車超載，TI值當更高。根據侯教授研究報告，動力撓度儀之最大撓度值在60°F(15.6°C)時不超過 6×10^{-4} 吋時，路面之結構強度為可。如以彭克曼標所測撓度值為動力撓度儀之20至30倍，取平均25倍計算，則相當彭克曼標撓度值 15×10^{-3} 吋，如以70°F(21.1°C)之撓度為準，則為 $15 \times 10^{-3} \times 1.14$ (溫度改正係數) $= 17 \times 10^{-3}$ 吋，本路路面之容許撓度值根據各種資料所述約在13至 22×10^{-3} 吋，並不一致，假定為 15×10^{-3} 吋，應尚合理。根據美國瀝青學會資料所述本路現有路面面層厚度折算為有效瀝青混凝土厚度之折算係數約為0.5，即如刨除5公分軟弱DGAC再補平，則有效瀝青混凝土厚度增加 $5 \times 0.5 = 2.5$ 公分，如再加鋪6公分，則原路面有效厚度計增加 $2.5 + 6 = 8.5$ 公分。根據路面加鋪厚度與撓度關係圖表或公式，可得原路面撓度約在 27×10^{-3} 吋時，加鋪8.5公分DGAC後撓度可降至 15×10^{-3} 吋之容許值。因此路面撓度值少於 27×10^{-3} 吋者，刨除5公分，補平再加鋪6公分後結構強度均可達到標準。至於路面撓度值大於 27×10^{-3} 吋者，原路面一般均有明顯之缺點。例如明顯冒油或嚴重車轍、龜裂、下陷、側擠，均應特別加以處理，即將軟弱材料或破壞材料挖除。本路段路基已完成多年，且大多為高填土，工地CBR值季節性變動應很少，路基工地CBR值均在10以上，路基強度可稱良好。瀝青處理底層除少數有裂縫外，大多均尚完好，故僅處理該層以上瀝青材料即可不涉及基層路基。全面加鋪前應儘量使處理後一路段路面之結構強度相差不大。

本路段路面在加鋪前大部份均經過刨除或特別挖除處理，因此在原路面所測得之撓度值已不復存在，且由於路況參差不齊，某一小路段內各測點之撓度值相差仍大，如據以計算原路面代表性撓度將不切實際，因此未經由代表性撓度求加鋪厚度，而考慮原路面經過處理再加鋪6公分DGAC後之撓度值是否小於容許撓度值。

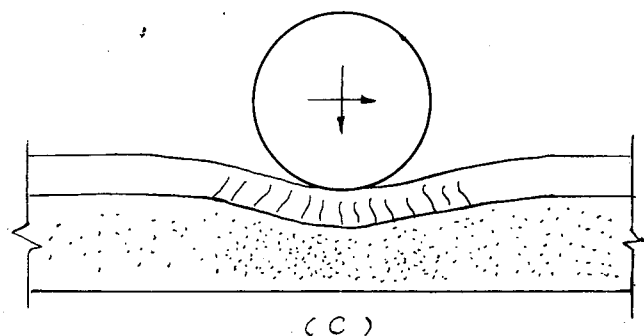
根據路況及路面撓度資料判斷，結構強度可能有問題之路段為314[±] + 270至319[±] + 000，該路段路面有連續性之龜裂。為提高路面結構強度，使合乎標準，採用刨除、挖除、加鋪方式處理。圖五為AC路面失敗之原因，圖六為撓度及坡度之關係，圖七、圖八分別說明反射裂縫之成因，特予提供參考。



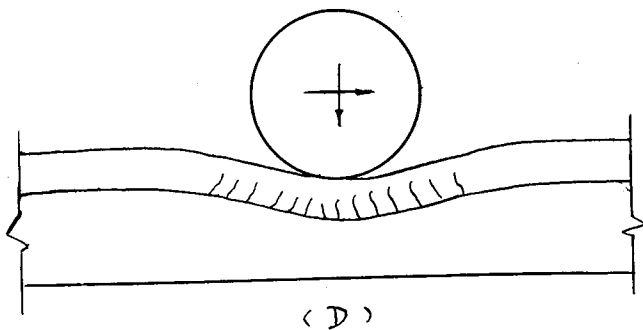
AC層之失敗



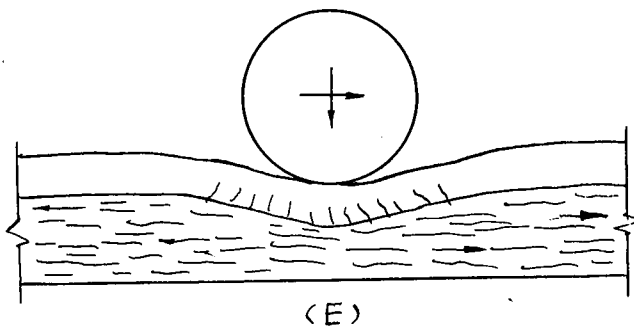
由於路面支持層(底層、基層及路基)多重內部剪力所引起過度之撓度。



由於路面支持層(底層、基層及路基)固結所引起過度之撓度。



由於路面支持層(底層基層及路基)壓縮或彈性所引起過度之撓度。



由於飽和損失剪力強度及唧水作用所引起過度之撓度。

圖五 路面失敗之原因

三、討 論

1. 車轍路面由於面層油量偏多，對於溫度變化較為敏感，因此夏季及冬季所測得之撓度往往相差較大。正常路面撓度大部份應由路基土壤之彈性變形產生，但在車轍路面由於面層之過於軟化，面層產生之撓度恐亦不小。因此對於車轍路面結構強度之判斷似應參考冬夏季撓度資料。

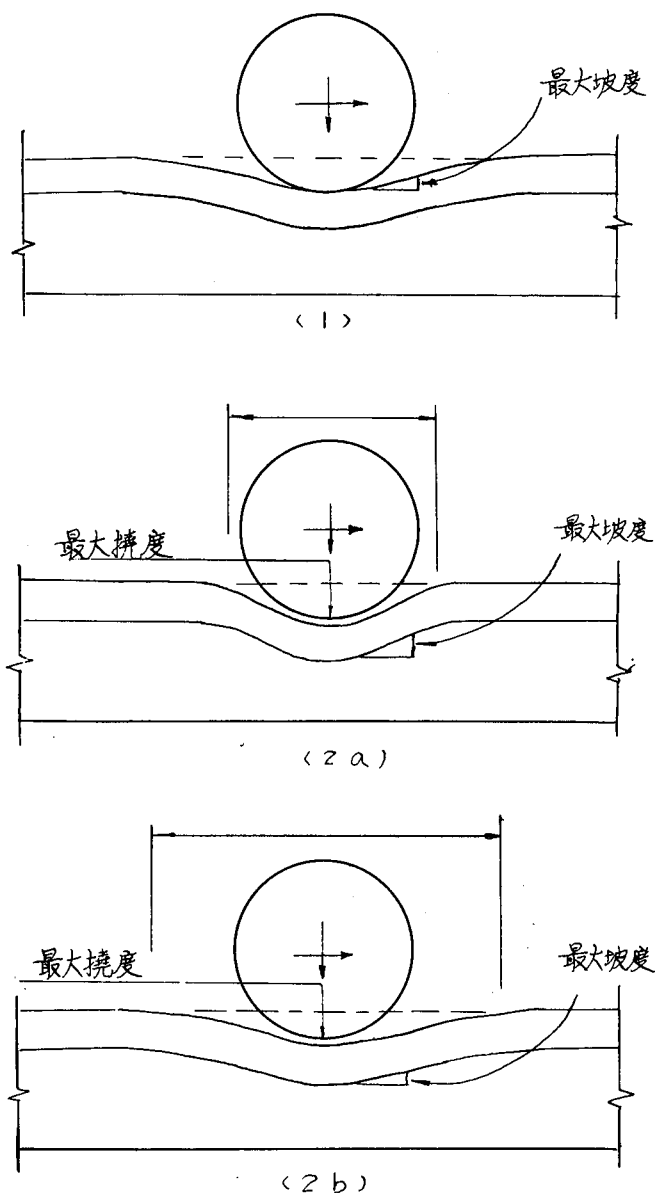
2. 車轍路面由於各層間粘結較佳，常粘結成塊，界面不明顯，刨除時深度略有偏差無關緊要，但裂縫路面各層間粘結較差，界面較為明顯，往往在某層之底部破裂且與下層分離，因此如設計刨除至此層底面，須全層刨除，勿留有已破裂之薄夾層，產生弱面。刨除機刨除深度並非完全不變，且原路面各層實際鋪築厚度並非完全符合設計厚度，故除非將刨除深度加大，否則以設計厚度常無法將一損壞層完全刨除而留有薄層。

3. 車轍路面通常有冒油現象，經過刨除原路面某一厚度後補平，再加鋪。前面已說明

未刨除之軟弱層可能反應之車轍程度。茲再討論該軟弱層之油量或油料再冒出新路面之可能性。原路通車已數年，且本路外車道行駛重車數甚多，數年之輾壓，AC路面早已空隙率降低至極限，瀝青及細料上冒，粒料之排列達到穩定狀態，雖然隨着車輛之輾壓，車轍深度仍繼續增加，但僅是路面材料形狀之改變，體積並未減少瀝青及細料並未再上冒，且原路面刨除後補平及加鋪厚度相當大，下層油量及細料已無法上冒至新路面之表面上，故改善完成之路面如再有冒油現象，應與未處理之下層無關。

4. 刨路機刨除部份AC材料後，刨除面上常遺留砂土粉之類細料，影響上下層之粘結至鉅，應加強清除，否則易導致上下層之相對滑動。

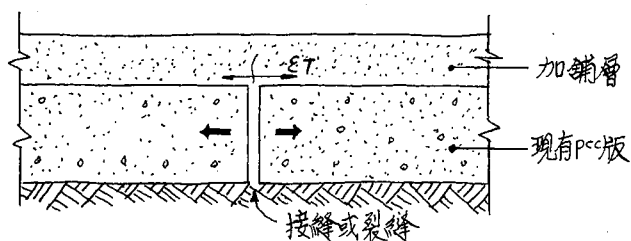
5. 由於路面經過加鋪改善後，路面提高，護欄高度相對降低，跨越橋之淨高亦受影響。同時因為橋面，收費站附近剛性路面未能加鋪，跨越橋下路面，因欲保持橋之淨高，通常亦未加高，故橋、收費站剛性路面，跨越橋下附近均產生較明顯之路線縱坡度變化。為避免上述諸問題，以後路面之改善，似應往下處理外車道路



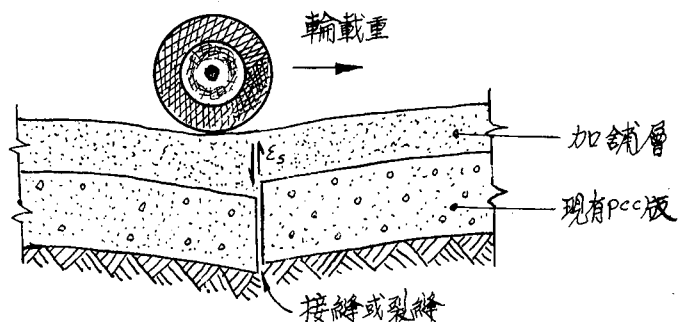
圖六 撓度與坡度之關係

註：圖 2a 及 2b 最大撓度相同。

但在圖 2a 支持層較弱，AC 撓曲較大最大坡度亦較大，而引起 AC 路面壽命之縮短。



圖七 下層版因溫度下降，移動在加鋪層所引起之張力應變



圖八 由於通過之輪載重及不良荷重傳遞在加鋪層所引起之剪力應變

面，即原路面部份刨除補平或翻修而不加鋪。目前內車道及路肩路面已經相當厚，再加鋪形成浪費。

6. 橋兩端、剛性路面與AC路面交接處及跨越橋下等處附近路面，由於通常未加鋪，路面厚度常較他處為薄，結構強度較差，容易損壞，於路面改善外，如發現原路面已損壞，應特別加深處理，由材料更新提高強度及耐久性。

四、結語

從事研究工作，不外觀察、試驗及分析研判，路面改善亦不例外。本文不厭其詳反復陳述，乃在將一些觀念提供參考，並請指正，希望能引起同仁之興趣，有助路面改善工作之進行。

六、工程織布、橡膠、硫磺應用於路面工程及瀝青路面廢料再生之研究

台灣地區近年來經濟繁榮，工商業發展迅速，公路交通量成長率極高，路面日形擁擠，尤以貨櫃車之發展迅速，車輪荷重遽增，超載情形嚴重，路面更不勝負荷，故有裂縫、變形、粒料分離、及路面溜滑等現象發生。各公路主管單位每年均花費鉅額經費用之於路面之維護及改善，以維持應有之行車服務水準。路面之維護與改善方式，大致可區分為局部維護、表面處理、薄加層和厚加層等四種；惟在從事維護與加層作業前，應將路面破壞情形，以及可能造成破壞原因，詳加研究，然後針對造成損壞原因，選用適當的方法，進行改善。

現有路面一般採用加層方式改善，但仍因路面之疲乏裂縫 (Fatigue Cracking)、溫度變化裂縫 (Thermal Cracking) 及反射裂縫 (Reflection Cracking)，而使加層早熟破壞。現若干先進國家已採用工程織布 (Fabric) 防止因溫度變化引起之反射裂縫，及用橡膠 (Rubber) 防止疲乏引起之反射裂縫。

路面之維護與改善，有時仍應考慮益本比。自 1973 年發生能源危機後，世界各國、學者、專家，競相尋求能以另一種材料取代瀝青。他們曾以硫磺 (Sulphur) 取代部份瀝青，實地應用於公路改善，效果良好。近年來由於能源危機已暫時緩和，故應用硫磺代替瀝青之工程，已較前減少。又瀝青路面廢料再生 (Asphalt Pavement Recycling) 亦能大量節省金錢、能源及保存資源。此種方法在本省經費拮据及資源匱乏情況下，實有研究發展之必要。

壹、路面之反射裂縫

1 - 1 反射裂縫 (Reflection cracking)

反射裂縫即係舊有路面 (以下稱下層路面) 之裂縫反射到加鋪層，其導因於下層路面之位移，把下層路面裂縫處之高水平應力傳導至加鋪層。在加鋪過程中，反射裂縫問題應予考慮。雖然加鋪厚度可以適度改良下層路面結構之不足 (Structural deficiency)，但反射裂縫也可以影響結構之完整 (Structural integrity)，使路面強度減弱而增加路面養護。

反射裂縫大多發生於水泥路面、水泥處理底層及石灰處理底層上之瀝青混凝土加鋪層，瀝青混凝土加鋪於有裂縫或有接縫之瀝青混凝土路面時，亦可能發生反射裂縫。高速公路大部份是瀝青混凝土路面，因此從事路面加鋪時，對於反射裂縫問題於設計加鋪時即應列入考慮，調查反射裂縫原因，提出有效處理方法，以防止發生反射裂縫。

1 - 2 反射裂縫之原因

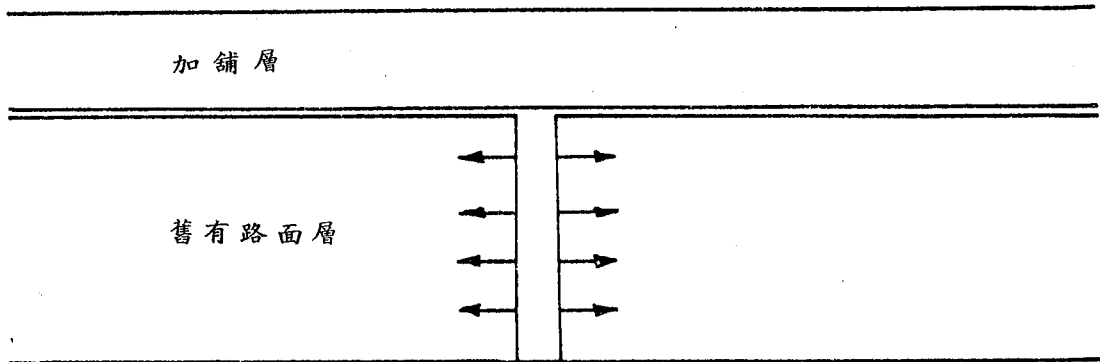
瀝青混凝土加鋪層的反射裂縫形成主要原因有如下三種。

(1) 彎曲疲乏 (Flexural fatigue)

彎曲疲乏形成的主要原因是由於輪壓荷重撓度所導致。輪壓荷重引起力量集中於下層路面結構強度不良處或有裂縫處，此種情形將因水份滲透入下層路面，而使加鋪層損壞更為嚴重。

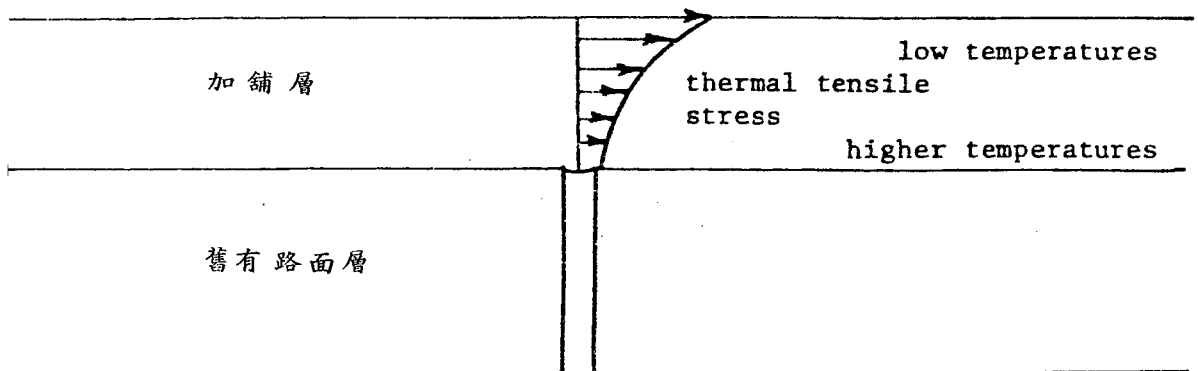
(2) 熱應變 (Thermal strains)

熱應變多形成於老化路面，尤其是水泥混凝土路面及已有裂縫之下層路面。由於溫度與溼度之變化而產生膨脹及收縮現象，使加鋪層承受很大的張應力，此張應力大致由下層路面長期 (Long - term) 和短期 (Short - term) 熱應變引起。長期熱應變係季節變化之低溫使下層路面之伸縮縫引起水平張力 (圖 1 - 1)，進而導致加鋪層受張應力 (圖 1 - 2)。短期熱應變係每日溫度循環變化使下層路面之上面溫度低於下面溫度，導致下層路面於接縫處捲起 (Curl) 而使加鋪層受張應力 (圖 1 - 3)。一般加鋪瀝青混凝土材料因無法承受此張應力而產生反射裂縫。



底 層

圖 1 - 1 溫度變化使舊有路面產生水平張力



接縫或裂縫

圖 1 - 2 加鋪層受張應力的情形

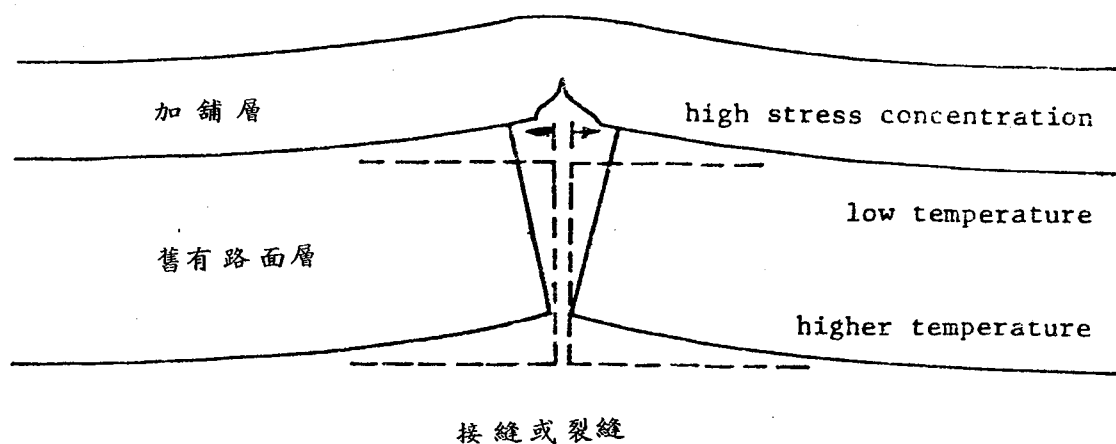


圖 1 - 3 舊有路面內溫度的差異使舊面層捲起

(3) 垂直位移 (Vertical movement)

垂直位移發生於下層路面不連續處，如接縫或裂縫。路面在受到輪壓時，接縫或裂縫處之兩端產生較大的相對垂直位移，使該處垂直剪應力變大而導致加鋪層破裂（圖 1 - 4）。

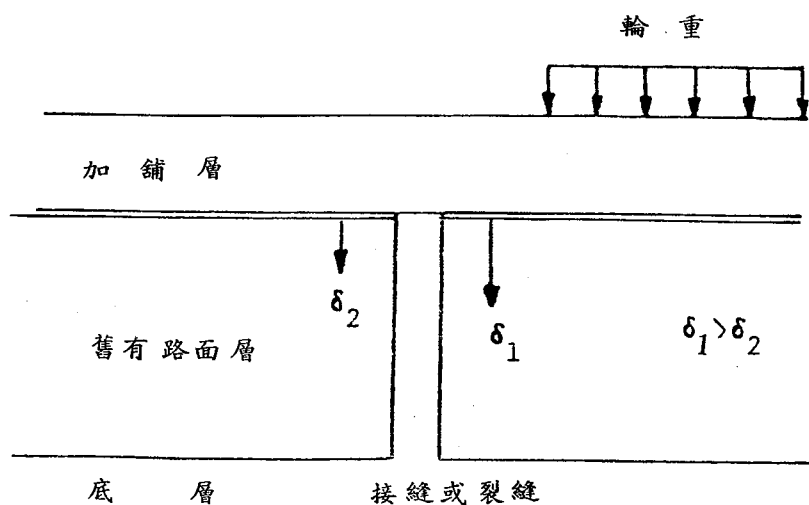


圖 1 - 4 輪重引起接縫或裂縫處垂直位移

1 - 3 防止反射裂縫之方法

防止反射裂縫方法，在 1932 年即有加鋪薄瀝青混凝土防止反射裂縫之發展，以延長路面服務年限。至目前為止，除薄加層外，有下列幾種材料及方法防止反射裂縫：

1. 金屬片 (Expanded metal reinforcement)
2. 鐵絲網 (Wire mesh reinforcement)
3. 鋁箔 (Aluminum foil)
4. 臘紙 (Wax paper)
5. 石塵 (Stone dust)
6. 墊層 (Cushion courses)
7. 瀝青還原劑 (Asphalt rejuvenating agents)
8. 加熱機再拌 (Heater remix process)
9. 乳化瀝青稀料封層 (Asphalt emulsion slurry seal)
10. 橡膠瀝青混凝土 (Rubberized asphalt cement)
11. 橡膠封層 (Rubberized seal coats)
12. 加鋪前之填縫 (Hand-poured filling of cracks prior to overlay placement)
13. 工程織布 (Polypropylene, nylon, and polyester fabrics)

以上幾種材料及方法雖然不同，但其主要目的是阻止或延遲發生反射裂縫及減少水份滲透進入裂縫。其中第13項工程織布 (Fabrics)、第10、11項橡膠 (Rubber) 和第7、8項瀝青路面廢料回收再生 (Asphalt Pavement Recycling) 業經試驗成功，除可以改善路面外，亦可減少反射裂縫。工程織布之應用，僅能當做中間層，其上面必須加鋪層。橡膠和瀝青路面廢料再生之應用，除可當中間層外亦可當表面 (或結構) 處理。

貳、工程織布之應用於路面工程

2 - 1 工程織布 (Fabrics)

工程織布鋪於舊有路面與加鋪瀝青混凝土之中間，是一種不織布 (Non - Woven)，由聚丙烯 (Polypropylene) 或聚脂樹脂 (Polyester) 製成。工程織布除具有減少反射裂縫外，尚可改善路面疲乏績效 (Pavement fatigue Performance) 及減

少瀝青混凝土路面之張力。

工程織布之種類甚多，因此在使用工程織布前最好能夠先作試驗估計各種工程織布對瀝青混凝土加鋪層性質（如下四點）之影響：

(1)水之滲透性：

工程織布面層可以有效的減少水份滲透路面。

(2)彎曲疲乏反射裂縫之感應：

由試驗室得知工程織布不具有壓縮和彎曲強度，因此鋪工程織布不能減少瀝青混凝土路面之撓度，亦即工程織布不能延遲彎曲疲乏所引起之裂縫延伸至加鋪層。

(3)垂直剪力疲乏反射裂縫之感應：

工程織布對防止大垂直剪力尚無多大作用。

(4)水平剪力疲乏反射裂縫之感應：

鋪工程織布後之面層水平剪力強度約為瀝青混凝土之50%，因此工程織布須具有足夠的剪力強度來防止滑動破壞。工程織布面層之剪力強度隨瀝青黏層用量和溫度增加而增大，但與工程織布之厚度和重量無關。

試驗時亦須做工程織布之一般性物理性質，諸如抗張強度（ASTM D 1682）、伸長率（ASTM D 1682）、模數、重量（ASTM D 1910）、厚度（ASTM D 461）和熱抗力。此外亦須估算工程織布之最佳瀝青黏層用量，以便選擇最適工程織布及黏層用量應用於加鋪工程。

2 - 2 工程織布在反射裂縫處理上的功能

使用工程織布來處理反射裂縫，在適量的情況下可以收到延緩和阻止反射裂縫形成的效果，在此種用途下，工程織布具有以下功能：

(1)應力解除功能：

工程織布是具有柔性的中間層，可以清除裂縫上之集中應力，使加鋪層受應力減少而延緩裂縫蔓延。但如下層路面結構強度弱處和加鋪層受高彎曲強度時，弱處上之加鋪層仍然會產生裂縫。

(2)加強張力功能：

由試驗得知，工程織布面層之張力強度數倍於無工程織布之瀝青混凝土。因此工程織布具有高抗拉強度，可以減少應力引起的裂縫，如下層路面在裂縫處產生水平位移，使加鋪層在該處產生水平方向張應力，但此張應力可由工程織布之高抗拉強度來分擔。

(3)防水功能：

瀝青混凝土路面常因水份滲入基層、底層材料因而破壞，所以在面層之上鋪上一層防水層將可增長路面的壽命。工程織布和瀝青黏層即構成一防水層，使加鋪層更不

滲水性，得以保護底層及基層材料不受水份滲透而減少路面輪壓荷重之撓度及撓度疲乏的影響。

2 - 3 估計瀝青黏層用量

任何介於加鋪層與舊有路面之中間層必須具有足夠的黏結力以結合上下層。以工程織布當中間層時，瀝青黏層必須穿透工程織布，並有足夠的瀝青黏結加鋪層，要達到這項要求，必須具備下列三點：

(一)瀝青黏層必須是溶化液體足夠滲入工程織布。

(二)瀝青黏層必須保持長時間液態，使之足以穿透工程織布。

(三)當瀝青黏層仍然是液態時，必須有外力使工程織布飽和瀝青。

由以上三點顯示，瀝青黏層溫度與外壓力是使工程織布飽和瀝青的必要條件。

(a)瀝青黏層溫度完全由加鋪瀝青混凝土之鋪築溫度來控制，而瀝青混凝土料之溫度因加鋪厚度、下層路面溫度、空氣溫度及鋪築混凝土時的風速等因素而隨時調整。瀝青混凝土鋪築溫度適當時，可以增加工程織布面層之剪力強度，但過高時（高於工程織布之臨界溫度），將使工程織布皺折而促使加鋪層產生早熟裂縫。聚丙烯和聚脂樹脂製之工程織布，在瀝青混凝土鋪築溫度低於 160°C （ 325°F ）時無不良影響。

(b)外壓力完全由加鋪瀝青混凝土之重量及以壓路機施壓。在適當的溫度下，工程織布經壓路機滾壓後即可達到瀝青飽和量。如工程織布瀝青含量未達飽和時，加鋪層與下層路面之黏結力即減小，另一方面，瀝青含量如過多時，則工程織布面層將產生滑動面或引起路面冒油現象。

(1)估計瀝青黏層用量可由工程織布之重量及厚度來決定，其關係如（圖 2 - 1），公式如下：

$$RTC = 0.055 (TW)^{0.30}$$

$$RTC = \text{估計瀝青黏層用量 (gal/yd}^2\text{)}$$

$$T = \text{工程織布之厚度 (mils)}$$

$$W = \text{工程織布之重量 (oz/yd}^2\text{)}$$

現以十一種不同廠牌不織布工程織布用上公式估算各工程織布之瀝青黏層用量（表 2 - 1）。

工 程 織 布	重 量 * (oz /yd ²)	厚 度 ** (mils)	估 計 黏 層 用 量 (gal /yd ²)
Amoco 4545	6.6	40	0.35
Bidim C-22	3.2	51	0.25
Bidim C-34	9.6	77	0.35
TrueTex MG75	6.5	56	0.30
TrueTex MG100	6.5	88	0.35
Trevira T1115	4.4	51	0.30
Nicolon 50	4.9	68	0.30
Petromat	4.5	40	0.25
Dupont T376	3.0	14	0.15
Q-Trans - 50	7.0	105	0.35
Fibretex 200	6.0	73	0.30

註： * 依據ASTM D 1910 試驗

**依據ASTM D 461 試驗

$$1 \text{ gal/yd}^2 = 4.52 \text{ l/m}^2$$

表2 - 1 不同工程織布 在新路面上之估計黏層用量

估計瀝青黏層用量

RECOMMENDED TACK COAT RATE (gal./yd²)

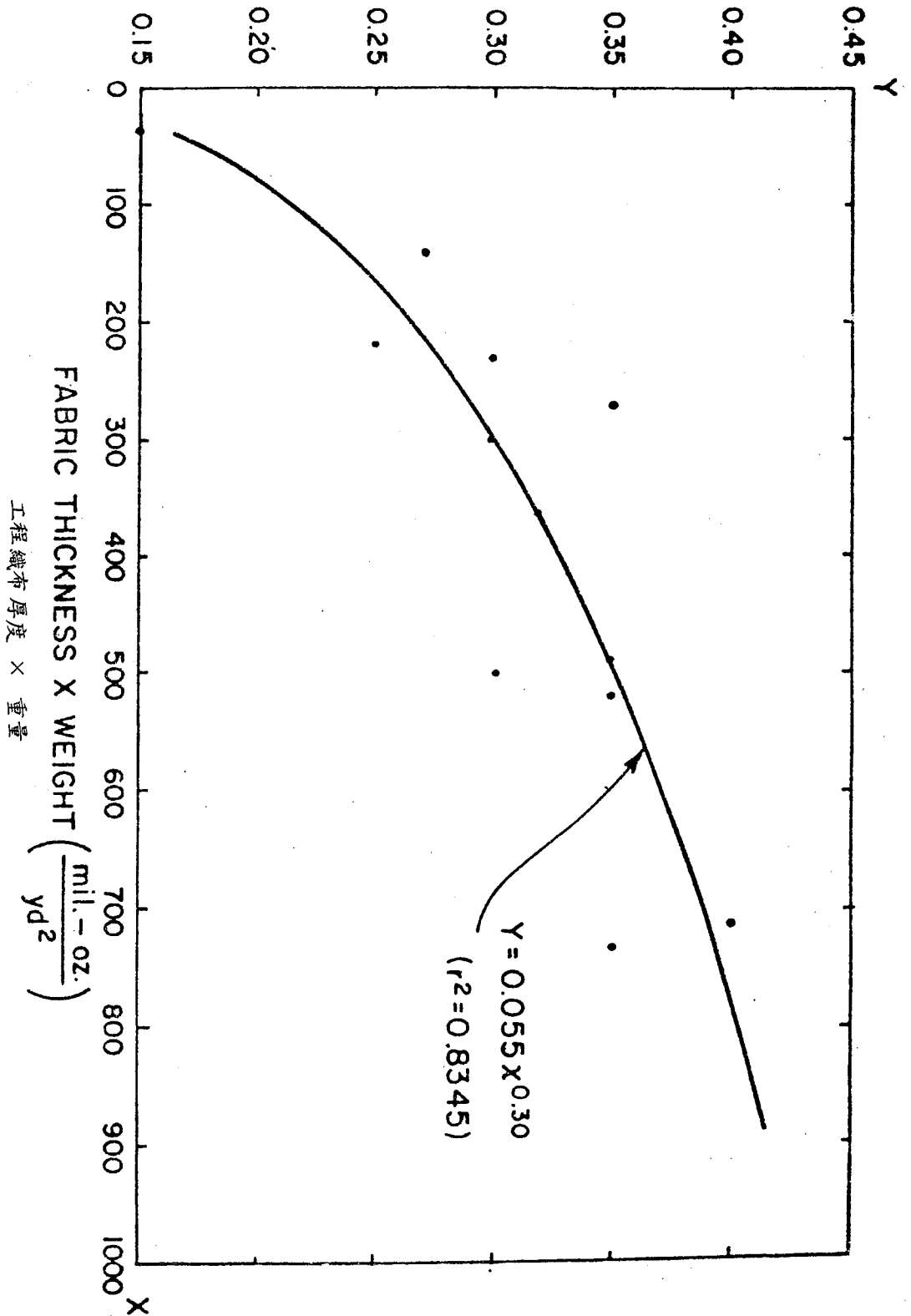


圖 2 - 1 估計瀝青黏層用量與工程織布厚度、重量關係

上式 RTC 值是由工程織布之重量與厚度估算出來，但實際瀝青黏層用量必須加上舊有路面之吸油量 0.05 gal/yd^2 (0.23 l/m^2)。

(2) Button 利用下列經驗公式以決定瀝青黏層用量

$$Q_d = 0.36 + Q_f + Q_c$$

$$Q_d = \text{設計瀝青黏層用量} \quad (\text{l/m}^2)$$

$$Q_f = \text{工程織布的飽和吸油量} \quad (\text{l/m}^2)$$

$$Q_c = \text{舊有路面對瀝青吸收量} \quad (\text{l/m}^2)$$

其中 0.36 l/m^2 的黏層用量是假設不用工程織布，而現有路面不吸收瀝青的情況，瀝青黏層的用量。 Q_f 是工程織布的飽和吸油量，其試驗方法是以 $20 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ 的工程織布，先稱其重量，再浸於 121°C 之所選用黏層一分鐘，俟冷卻後放在二濾紙間以熱熨斗反覆加以熨壓，將過多的瀝青除去，最後稱其重量。此項重量與未浸黏層前的重量差除以原重量，即為此工程織布的飽和吸油量。

上述工程織布之黏層瀝青用量對工程織布的成敗影響很大。瀝青量過少時，加鋪層與下層路面因黏結力減少而容易剝落。瀝青量過多時，加鋪層與下層路面之穩定性減小，並可能產生冒油現象。因此，找出工程織布之最佳黏層用量是使用工程織布前最重要的工作，但其用量因織布本身材料不同、舊有路面的老化程度、鋪築時地區的温度和黏層的種類等均有所不同。本省路面如計劃以工程織布來控制反射裂縫，首先須試驗，決定用何種工程織布為宜，在選定黏層後，建議以上述兩公式分別計算出瀝青黏層用量，再考慮黏層用量之影響因素，即可決定瀝青黏層用量。

2 - 4 工程織布施工程序

在舊有路面上鋪設工程織布和加鋪瀝青混凝土之施工作業程序，包括下列四個步驟：

(1) 舊有路面的處理

噴灑瀝青黏層前，舊有路面須加以清理，清除路面上所有污土、石粒和鬆動材料，以增加工程織布與舊有路面之黏結。路面上有大裂縫、坑洞和剝落時，應在工程師指示下整平。

(2) 噴灑瀝青黏層

黏層和黏層用量均必須符合規定。黏層須用噴灑車均勻噴灑。噴灑寬度應比工程織布各寬 5 公分。黏層噴灑溫度隨黏層種類和地面溫度而不同。如選用瀝青膠泥為黏層，其噴灑溫度約在 145°C 到 165°C 之間。

(3) 鋪設工程織布

鋪設工程織布，須平整的貼在舊有路面上，不得形成皺紋，並避免織布打摺。任何之重疊或皺紋大於 1.2 公分時均予以剪掉。工程織布之搭接約在 5 公分至 15 公分之間，任何接縫不得有二層以上之搭接。已鋪設的工程織布，必須要緊貼在舊有路面

上。如有需要，得用膠輪壓路機加以滾壓。鋪設工程織布之路面，在未鋪加鋪層前，除了必要之施工工具外，不得有車輛行駛其上。

(4) 鋪築加鋪層

工程織布鋪設之後，應緊接鋪築加鋪層，如此可以避免灰塵附著在其上，並可藉加鋪混凝土的溫度，使工程織布增加吸收黏層。經壓路機滾壓後即可使工程織布含飽和吸油量。加鋪層之施工與一般不用工程織布時施工相同，惟須注意避免因運送熱拌合料卡車行駛其上，而使工程織布發生位移或受到破壞。

2 - 5 結 論

於加鋪層與舊有路面之間鋪設工程織布，其功用是延遲或阻止下層路面之裂縫反射至加鋪層。由試驗結果顯示，鋪設工程織布後，可以減少水份經路面滲透進入底層、基層，以增加路面強度；且能抵消水平拉力，以減少裂縫發生。但它對於彎曲強度和垂直剪力強度之承受，無多大效能，且將使水平剪力強度減半。因此工程織布的存在對反射裂縫有很繁雜的關係。

黏層用量是工程織布成敗的一關鍵，但因為影響黏層用量的變數太多，至今尚無明確規範規定用量。我們僅能由前提公式估計黏層用量。加鋪瀝青混凝土之鋪築溫度亦足以影響工程織布之收縮、剪力強度和飽和吸油量，溫度不可太高或太低。

綜上所述，工程織布應用於公路路面之成敗，首重於實地的試驗，由試驗中找出在各種路況下之最適合工程織布、最佳黏層用量和施工程序。附錄A，係美國夏威夷州運輸部之工程織布施工規範，可供參考。

附錄A PAVEMENT REINFORCEMENT

01 Description. This work shall consist of placing reinforcing fabric over an existing pavement prior to the laying of resurfacing materials in accordance with the requirements of the contract.

02 Materials.

(A) Pavement Reinforcing Fabric. Reinforcing fabric shall be a non-woven, 100 per cent Polypropylene or Polyester fabric which conforms to the following properties when tested by the appropriate ASTM Method:

Tensile strength, either direction,
minimum (ASTM D 1682, Grab Method) 78 lbs

Elongation at break, either direction,

minimum (ASTM D 1682, Grab Method) 50 per cent
Weight, oz./sq. yd.

(ASTM D 1910) 3.5 ± 1.0

Asphalt retention by polypropylene

fabric, minimum (Army Corps of Engineers procedure)
. 0.20 gsy residual

Asphalt retention by polyester fabric,

minimum (Texas DOH 3099) 1.0 oz/.ft.²

The Contractor shall provide certifications

that the material meets the above requirements.

- (B) Tack Coat for pavement Reinforcing Fabric. Tack coat for pavement reinforcing fabric shall be either asphalt cement, AR - 80 or AR - 40, or, emulsified asphalt, RS - 1 or RS - 2, and shall conform to the requirements of section 702 Bituminous Materials.

03 Construction Requirements

(A) Preparation of Roadway Surface. Immediately before applying the tack coat, the surface to be treated shall be swept clean of all loose material, dirt, excess dust or other objectionable matter.

(B) All cracks wider than 1/8 inch shall be filled with an approved asphaltic material and as directed by the Engineer. The crack filler shall be allowed to cure before the tack coat is applied.

(C) Application of Tack Coat. The area prior to applying the tack coat shall be cleaned to the satisfaction of the Engineer.

The tack coat shall be applied at the rate of 0.25 to 0.30 gal. residual asphalt/sq. yd. The exact rate of application will be determined by the Engineer. The asphalt shall be sprayed with a suitably metered truck. If asphalt cement is used, the temperature

at the time of spraying shall be greater than 290°F.

The width of the tack coat shall be the fabric width plus 4 inches. The tack coat shall be applied no further in advance of the fabric placement than the Contractor can keep traffic free.

(D) Reinforcing Fabric Placement. The method of fabric Placement shall be such that there shall not be excessive wrinkles and/or folds. Miscellaneous equipment such as brooms and knives will be required.

If asphalt cement tack coat is used, the fabric shall be placed into the tack coat as soon as possible. The placement shall be done before the asphalt cools.

If an emulsified asphalt tack coat is used, an adequate cure time shall be allowed prior to fabric laydown. The cure time is estimated to be between one and 3 hours.

If fabric folds exist or wrinkles 1/2 inch in height or greater exist, the fabric shall be slit and allowed to lay flat. Additional brooming may be required to maximize fabric contact with the pavement.

The fabric shall overlap 2 - 6 inches at all joints. No joint shall be lapped with more than 2 layers of fabric. Transverse joints shall be shingled in the direction of the paving to prevent edge pick-up by the paver.

Any fabric that is damaged after it has been placed is the responsibility of the Contractor and shall be removed and replaced prior to the resurfacing.

No more fabric than can be covered with hot mix on that day shall be placed.

(E) Paving Operation. The paving operation shall closely follow the fabric placement. In the event that the tack coat bleeds through the fabric before

the hot mix is placed, the contractor shall blot the binder by spreading hot mix on those areas so affected to prevent pick-up by traffic driving on the fabric.

04 Method of Measurement. Pavement Reinforcing Fabric will be measured by the square yard.

Tack coat for pavement Reinforcing Fabric will be measured by the gallon.

Preparation of the roadway surface prior to the filling of cracks and the application of tack coat for pavement reinforcing fabric will not be measured for payment.

05 Basis of payment. The accepted quantities of pavement Reinforcing Fabric will be paid for at the contract unit price per square yard complete in place. No additional payment will be made for overlapping of the pavement Reinforcing Fabric.

The accepted quantities of Tack coat for pavement Reinforcing Fabric will be paid for at the contract unit price per gallon complete in place.

Preparation of the roadway surface prior to the filling of cracks and the application of tack coat for pavement reinforcing fabric shall be considered incidental to pavement Reinforcing Fabric and will not be paid for separately.

Payment will be made under:

<u>pay Item</u>	<u>Pay Unit</u>
Pavement Reinforcing Fabric	Sq. Yd.
Tack coat for pavement Reinforcing Fabric	Gallon"

叁、橡膠之應用於路面工程

3 - 1 橡膠 (Rubber)

橡膠材料可分為①液狀橡膠②粉狀橡膠③固狀橡膠三種。三種橡膠均可與瀝青混合，成為橡膠瀝青材料。其特性是增加強韌性、粘結力，降低針入度及破壞點；增加軟化點，改進耐候性及加熱安定性。本文是討論固狀橡膠之應用於公路路面。

1960年美國工程師Mc Donald在Arizona州首先試驗以固狀橡膠當做瀝青的改良物。其目的是改良瀝青的感溫性及增加瀝青的彈性。當時Mc Donald以25%重的固狀橡膠和75%重的瀝青混合，此混合物顯示可以作為柔性和剛性路面之裂縫填充劑、剛性路面接縫之填充劑；可以充當應力吸收膜（Stress-absorbing membrane），以減少加鋪層之反射裂縫。今橡膠已發展應用做路面封層（Seal Coat）和中間層（Interlayer）。1978年密西根大學曾做試驗，以應力吸收膜鋪於舊有路面和新加鋪層之間，效果良好。

3-2 應力吸收膜層（Stress absorbing Membrane Interlayer; SAMI）

應力吸收膜層之施工方法，類似路面表面處理。即先以橡膠瀝青混合物，噴灑於舊有路面上，再鋪粒料，其厚度約1.5公分左右。SAMI施工所需材料如下：

(1) 瀝青：

為避免橡膠瀝青混合物噴灑後凝結過快和使粒料有充分時間與橡膠瀝青混合物粘結，應選用較軟之瀝青。如用瀝青膠泥，針入度宜在120～150之間，橡膠與瀝青拌合時，加入微量軟化劑，效果更佳。

(2) 固狀橡膠：

固狀橡膠應為硬化橡膠，其級配分粗、中、細級，詳如（表3-1）。

篩 號	通 過 重 量 百 分 比		
	粗 級	中 級	細 級
# 8	100	—	—
# 10	95 ~ 100	—	—
# 16	—	100	100
# 30	0 ~ 10	60 ~ 90	95 ~ 100
# 50	0 ~ 5	0 ~ 20	30 ~ 60
# 80	—	0 ~ 5	15 ~ 35
# 200	—	—	0 ~ 10

表3-1 橡膠級配表

橡膠粗級顆粒之長度不得大於0.64公分，中、細級顆粒之長度不得大於0.32公分。混合固狀橡膠之比重為 1.15 ± 0.02 ，其內應含有低於4%之碳酸鈣（滑石），用以阻止橡膠顆粒粘結在一起。

(3) 粒料：

粒料之質地須堅韌、潔淨、不易風化、不含過量之灰塵或扁平碎片。SAMI 之粒料須符合表 3 - 2 之規格。

SAMI 施工前，粒料須先與瀝青拌合（Precoat），再撒鋪於路面上。於拌合場內，粒料加熱至 $143^{\circ}\text{C} \sim 177^{\circ}\text{C}$ 之間，與0.5 ~ 0.75 %瀝青拌合。其撒鋪於路面時之溫度不得低於 107°C 。

(4) 橡膠瀝青混合物：

橡膠瀝青混合物是在噴灑機（Distributor）內拌合的，噴灑機內有循環幫浦和攪拌設備，可使橡膠和瀝青拌合均勻。混合物之混合比例，分別為：

橡膠為混合物重之20%~26%，瀝青為混合物重之74%~80%。瀝青於噴灑機內，加熱至約 177°C ，加入橡膠拌合。拌合時間最少30分鐘。

混合後，混合物呈半液體狀態，此時應加入煤油（Kerosene），其最大用量不得超過混合物體積之7.5%。煤油之沸點是 177°C ，因此，加入煤油時，混合物之溫度不得超過 177°C 。

篩 號	通 過 重 量 百 分 比
$\frac{1}{2}''$	100
$\frac{3}{8}''$	75 ~ 100
# 4	10 ~ 30
# 8	0 ~ 10

表 3 - 2 粒料級配

3 - 3 SAMI 之施工程序

(1) 舊有路面之準備

橡膠瀝青混合物噴灑前，舊有路面上之污物及鬆散材料應完全清除。清除後，路面噴灑粘層，如用乳化瀝青當粘層時，其噴灑量在 $0.14 \text{ l/m}^2 \sim 0.27 \text{ l/m}^2$ 之間。

(2) 噴灑橡膠瀝青混合物

SAMI 在大氣溫度低於 10°C 及高於 38°C 時，不可鋪築。當橡膠瀝青混合物達到適當稠度時，應立刻噴灑於路面上，絕對不可延遲超過 $1\frac{1}{2}$ 小時。

橡膠瀝青混合物噴灑量大約 2.7 l/m^2 ，其最大偏差量為 0.27 l/m^2 。

(3) 撒鋪粒料

粒料撒鋪機儘可能跟在橡膠瀝青混合物噴灑機之後，粒料撒鋪量大約 22 kg/m^2 。

圖 3 - 1 為 Bristowes 粒料撒鋪機。

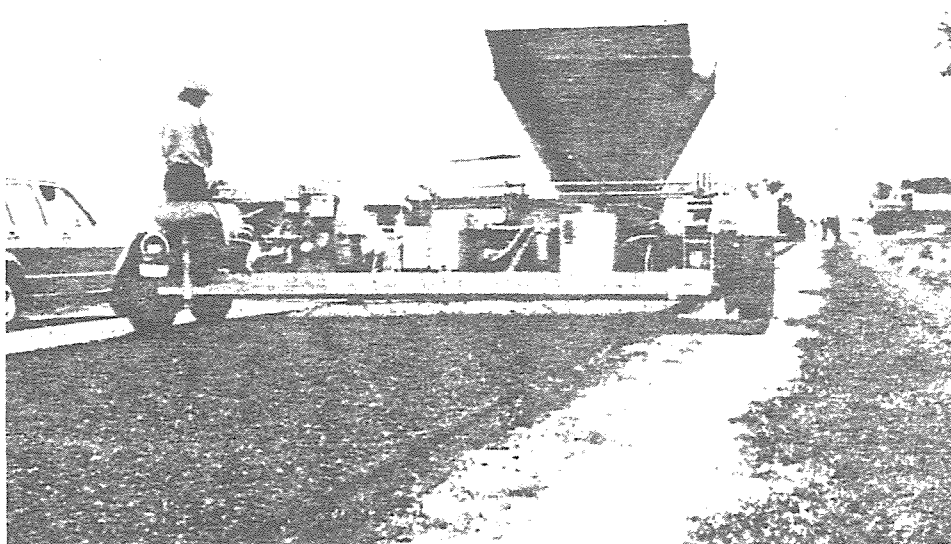


圖 3 - 1 Bristowes 粒料撒鋪機

(4) 滾壓

粒料撒鋪後，即以輪重 5,000 磅之膠輪壓路機滾壓，輪胎每平方吋之氣壓為 100 磅。

(5) 清除鬆動粒料

滾壓後，即以動力清掃機清除 SAMI 上鬆動粒料，以利交通。如欲在 SAMI 上再加鋪面層時，於加鋪前應完全清除鬆動粒料。

(6) 加鋪面層

加鋪瀝青混凝土，應於 SAMI 完成 24 小時內鋪築。如須隔數天再加鋪瀝青混凝土時，應保存 SAMI 於加鋪前完整無損。

橡膠封層之施工程序與 SAMI 相似，僅缺第(6)步驟。

3 - 4 結 論

本文討論橡膠應用於路面封層和中間層。橡膠當封層時，可以產生較佳之防滑效果及抵抗磨損；當中間層時，可以吸收來自舊有路面之應力，而阻止反射裂縫。

橡膠應力吸收膜層可以阻止反射裂縫，但由施工後觀察所得，橡膠應力吸收膜層可以阻止柔性路面之疲乏裂縫 (Fatigue Cracking)，但對剛性路面之溫度變化裂縫 (Thermal Cracking)，無法有效阻止。剛性路面之裂縫控制，以鋪工程織布為宜。

肆、硫磺之應用於路面工程

4 - 1 硫磺 (Sulphur)

以往硫磺似不可能運用在公路路面，吾人均知只有兩種材料可與粒料混合後應用於公路路面，即水泥與瀝青。但在能源短缺通貨膨脹時，瀝青材料價格高昂且不易購得，像1973年能源危機，原油價格急速上昇，瀝青價格自然也水漲船高，20年前1噸瀝青25到30塊美元，而現在已自175到200美元。因此我們必須在下次能源危機前，尋找出新方法和新材料以取代瀝青。美國部份州運輸部嘗試以硫磺取代瀝青，經試驗結果已有成效。在瀝青材料價格上漲時，將可大量應用硫磺於公路路面。

4 - 2 硫磺的性質

純硫磺是一種黃色晶體，在大氣溫度之下呈固體狀態，溶點約 119°C (246°F)。硫磺溫度達 160°C 時其黏滯度 (Viscosity) 即急速增加，這是不尋常的性質，因為黏滯度增加而減少幫浦的輸送能量。硫磺有一些應該注意的化學性質：①硫磺在高溫度時會產生毒氣，硫化氫 H_2S 和二氧化硫 SO_2 。②硫磺和水或油混合時會產生有腐蝕性的硫酸。③粉狀硫磺塵在高溫度下亦會著火和爆炸。上述有關硫磺的缺點，似乎十分危險，但是瀝青亦是一種危險的物質。在我們運輸、貯存、拌合硫磺時，只要適當控制硫磺溫度和增設一些安全防護設備，即可和瀝青一樣應用於公路路面。硫磺的另一重要物理性質是它的比重是瀝青比重的兩倍，即硫磺之重量為同體積瀝青重量的兩倍。硫磺之一般性質詳如 (表 4 - 1)。

4 - 3 硫磺之運輸和貯存

硫磺溫度在低於 119°C 時為固體狀態，高於 119°C 時即呈液體狀態。它在固體和液體狀態時均可以運輸和貯存，通常在液體狀態較理想。因為固態硫磺會吸收空氣中之水份而具有高度腐蝕性，粉狀硫磺如遇風吹，容易散布各地，造成污染。但是使用液態硫磺時必須注意：當液態硫磺第一次放入貯存槽時，該貯存槽必須保證完全乾燥和清潔，如液態硫磺與水份或油混合後，即發生化學變化，產生硫酸，容易腐蝕貯存槽。

通常瀝青貯存槽之設計係依據瀝青的重量來設計，但硫磺的重量是同體積瀝青的兩倍重量，因此貯存硫磺時必先核算貯存槽的強度。貯存槽之設備應有通風設施，使貯存槽內通風可避免槽內硫化物氣體集中過熱而爆炸。又為避免液態硫磺蒸氣在貯存槽上面凝結成鐘乳石，因此有在貯存槽上面裝熱圈之必要。至於液態硫磺之溫度，因為考慮黏滯度和高溫會產生毒氣 SO_2 和 H_2S ，其溫度以 $121^{\circ}\text{C} \sim 149^{\circ}\text{C}$ 最安全及適合作業。

鋼製貯存槽容易受硫酸之腐蝕而損壞，為避免腐蝕，槽內之硫磺必須保持高溫，以減少水份的集中。鋁或鋁合金製貯存槽不受酸侵蝕，因此槽內之硫磺在不使用時，可不必加溫。青銅和銅均不耐酸之侵蝕，貯存槽的配件如幫浦、閥門等不得以青銅或銅製之。

4 - 4 硫磺之混合

硫磺與瀝青之混合有下列幾種方法：

- (1) 在通往稱重箱 (Weigh bucket) 之管內裝設旋轉葉 (Swirling vane)，使從不同來處的硫磺和瀝青混合。
- (2) 硫磺和瀝青在瀝青拌合廠內之稱重箱混合，隨即噴入攪拌機內與粒料拌合。但亦有液態硫磺未事先與瀝青混合，直接進入攪拌機者。
- (3) 固態硫磺直接進入攪拌機內亦可，藉粒料和瀝青使之溶化而混合。

硫磺和混合料溫度應隨時控制，不可使溫度太高產生毒氣，瀝青溫度維持在 135°C ~ 138°C 之間，而硫磺與粒料溫度維持在 121°C ~ 149°C 之間。

4 - 5 混合料之鋪築

硫磺混合料之鋪築與瀝青混凝土之鋪築作業完全相同，僅須注意混合料之溫度不可過高，而產生毒氣傷害到工作人員。

4 - 6 硫磺混合物

硫磺混合物大致有下列四種：

- (1) 硫磺混凝土 (Sulfur Concrete)

標準硫磺混凝土約由 70 % ~ 75 % 的粒料 (包括細粒料之砂)、20 % ~ 25 % 的硫磺和 2 % ~ 5 % 的添加物混合而成。其膨脹係數比水泥混凝土大。

- (2) 砂、瀝青、硫磺混合物 (Sand - Asphalt - Sulfur Mixes)。

混合物之組成是砂約 80 %、瀝青約 6 % 和硫磺約 13 ~ 14 %。混合物之溫度在鋪築前不可降低於 116°C 。

- (3) 熱拌硫磺 (Hot - Mix Sulfur)

熱拌硫磺之組成與熱拌瀝青相似，約由 88 % ~ 94 % 的粒料和 6 % ~ 12 % 的硫磺化合物 (Sulphlex) 混合而成。硫磺化合物是一種經過改良的硫磺，不含瀝青，含 60 % ~ 70 % 的硫磺和 30 % ~ 40 % 的碳氫化合物。其中 Sulphlex 233/A 性質詳如 (表 4 - 2)，是由 68 % 的硫磺和 32 % 的碳氫化合物混合而成。而碳氫化合物包含 8 % 的 Vinyltoluene、12 % 的 dicyclopentadiene 和 10 % 的 dipentene。

美國賓州運輸部以 Sulphlex 233/A 與粒料混合加鋪於舊有路面上。其工地拌合公式詳如 (表 4 - 3)。馬歇爾試驗詳如 (表 4 - 4、表 4 - 5、表 4 - 6)。Sulphlex 233/A 混合料溫度在生產過程前後均保持在 121°C ~ 149°C 之間。該項工程於冬季完成，隔年春季現場鑽取試體，以間接張力試驗法 (Indirect tensile test) 試驗張力強度，發現其張力強度比瀝青混凝土高。但是觀察其路面，有部份反射裂縫，明顯地因路面溫度的變化，使 Sulphlex 233/A 路面比瀝青路面硬脆。嗣後如我們計劃利

用 Sulphlex 於路面時，應考慮此缺點而加以改進。

(4) 硫磺摻入瀝青混合物 (Sulfur - Extended Asphalt Mixes) 簡寫 (SEA)

此項混合物之組成係由粒料 (包括砂) 約 94 %、硫磺瀝青混合液約 6 %，而硫磺瀝青混合液內有 20 % ~ 50 % 重量之硫磺。大約 20 % 含量的硫磺可以完全溶解於瀝青內。混合液內如含硫磺超高 20 % 時，當混合物溫度低於 240°F 時將有微小硫磺顆粒存在於混合物內。

美國賓州運輸部曾經試驗密級配 SEA 在不同溫度 (- 29、- 23、- 18、- 12、4、16、25°C) 下，不同硫磺瀝青比 (0/100、10/90、20/80、30/70、40/60、50/50) 之工程強度，諸如：張力強度 (tensile strength)、勁度模數 (stiffness modulus)、穩定值 (stability)。得有下列結論：

(一) 由馬歇爾試驗得 SEA 穩定值隨硫磺用量增加而增大，詳如表 4 - 7。

(二) SEA 路面因穩定值大，可以減少路面車轍 (Rutting)，而維持路面良好服務水準。

(三) SEA 路面之張力強度和勁度強度均比瀝青混凝土路面高，其強度亦隨硫磺用量增加而增大，詳如表 4 - 8 及表 4 - 9。

(四) SEA 路面較具彈性，可以阻止橫向收縮裂縫。

(五) SEA 路面較具抗軟化，當路面有油或汽油時比瀝青路面不易軟化。

4 - 7 結 論

硫磺混合物或硫磺瀝青混合物之應用於路面，目前仍在試驗階段。但已有工程試驗成功。目前問題不在於硫磺混合物，因為其缺點我們已了解，而且能克服它。當硫磺混合物之溫度超過 149°C，即產生惡臭毒氣 H_2S 和 SO_2 ，而影響工作人員健康及增加空氣污染，只要在運輸、貯存和拌合硫磺時，控制其溫度在 121°C ~ 149°C 之間和增加拌合廠之安全防護設施即可克服硫磺之缺點。

全面使用硫磺於公路路面之關鍵在於硫磺的價格，我們必須了解硫磺之重量是瀝青的兩倍重，因此硫磺每噸價格必須低於半噸瀝青的價格，才可取代瀝青，大量應用於公路路面。

Chemical Name : Sulfur

Common Names: Sulfur, Sulphur, Brimstone

PROPERTIES:

Physical State Solid at atmospheric temperatures.

Explosive Limits of dust in air Minimum explosive concent-

	ration is about 0.035 oz. per cu. ft. or 35 g. per cu. meter. Maximum explosive concentration lies between 1 and 2 oz. per cu. ft. probably about 1.4 oz. per cu. ft. or 1400 g. per cu. meter.
Flash Point of Liquid Sulfur*	Pure sulfur—188°C. (370°F.) Impure sulfur—as low as 168°C. (335°F.)
Autoignition Temperature of dust in air	Dust clouds 190°C. (374°F.) Undispersed dust 220°C. (428°F.)
Boiling Point at Atmospheric Pressure	444°C. (832°F.)
Color	Bright yellow, orange, tan, brown, gray, depending upon amount and type of hydrocarbon impurity.
Corrosivity	Dry sulfur is not corrosive, but in the Presence of moisture, will attack steel rapidly.
Density	Solid: 2.07 g./ml. at 20°C. ; Bulk density 75-87 lbs./cu. ft. Liquid: 1.79 g./ml. or 111.7 lbs./cu. ft. at 280°F. Density varies with temperature and hydrocarbon content.
Heat of Combustion	3982.2 BTU/lb. at 77°F.

Heat of Fusion, Normal	12 cal./gm. at 119°C. ; 21.6 BTU/lb. at 246°F.
Hygroscopicity	None
Light Sensitivity	None
Melting Point, Normal	119°C. (246°F.)
Freezing Point, Normal	115°C. (238°F.)
Odor	Pure sulfur is odorless, but traces of hydrocarbon impuri- ties may impart an oily, and/ or hydrogen sulfide odor.
Reactivity	Sulfur is moderately reactive. It burns to form sulfur diox- ide. Mixtures with chlorates, nitrates, or other oxidizing agents may be explosive, and it will react with alkalies or alkaline earths.
Specific Heat	Solid: 0.16 BTU/lb./°F. (at 0°F) to 0.19 BTU/lb./°F. (at 200°F.) Liquid: 0.25 BTU/lb./°F. at 290°F.
Vapor Pressure	Solid : Less than 0.0001 mm. Hg. at 20°C. (68°F.) Liquid: 0.11 mm. Hg. at 140°C. (284°F.)

*Modified Cleveland open cup method. The figures given are essentially approximate but they are a guide to the volatility and safe handling of sulfur at elevated temperatures.

表4 - 1 硫磺之一般性質

			Actual
			<u>Job Supply</u>
AASHTO T-228	Specific Gravity 25C/25C (77/77 F)	1.529	
AASHTO T-53	Softening point, (R&B), C (F)	50 (122)	
AASHTO T-49	Penetration 100g, 5 secs, 25C (77F)	120	
AASHTO T-202	Viscosity, Absolute, 60C (140 F), poises	1878	
AASHTO T-201	Viscosity, Kinematic, 135C (275 F), cst	278	
AASHTO T-48	Flash point, COC, C (F)	177 (350)	
AASHTO T-48	Fire point, COC, C (F)	188 (370)	
AASHTO T-179	Thin - Film Oven Test at 107 C (225F) : Loss, Weight %	0.73	
	Penetration, 100 g, 5 secs, 25 C (77 F)	76	
	Viscosity, Absolute, 60 C (140 F), poises	32 01	
	Viscosity, kinematic, 135 C (275 F), cst	359	
	% Original penetration	63.3	
AASHTO T-179	Thin - Film Oven Test at 135 C (275 F) : Loss, Weight %	2.08	
	Penetration, 100 g. 5 secs, 25 C (77 F)	50	
	Viscosity, Absolute, 60 C (140 F), Poises	5556	
	Viscosity, Kinematic, 135 C (275 F), cst	464	
	% Original Penetration	41.7	
AASHTO T-179	Thin - Film Oven Test at 163 C (325 F) : Loss, Weight, %	5.41	
	Penetration, 100 g, 5 secs, 25 C (77 F)	34	
	Viscosity, Absolute, 60 C (140 F), poises	9692	
	Viscosity, Kinematic, 135 C (275 F), cst	838	
	% Original Penetration	28.3	

表 4 - 2 Sulphlex - 233 A 性質

<u>Sieve Size</u>	<u>Percent Passing</u>	<u>Tolerance Band</u>
$\frac{1}{2}$ " (12.7 mm)	100	100
3 / 8" (9.51mm)	92	85 - 99
# 4 (4.76mm)	62	55 - 69
# 8 (2.38mm)	45	41 - 49
# 16 (1.19mm)	33	29 - 37
# 30 (595 u)	25	21 - 29
# 50 (297 u)	13	9 - 17
# 100 (149 u)	7	4 - 11
# 200 (74 u)	5	3 - 7
SULPHLEX, Percent by Weight	10.0	9.6 - 10.4

表 4 - 3 工地 拌 合 公 式

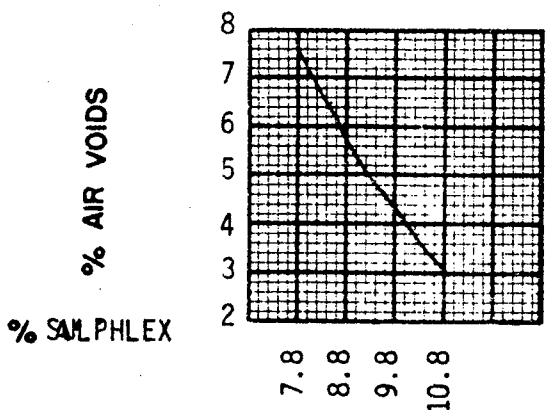
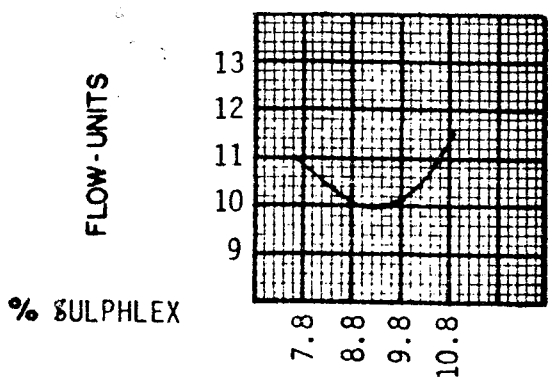
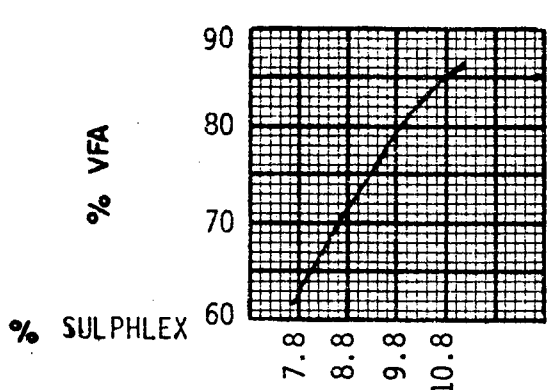
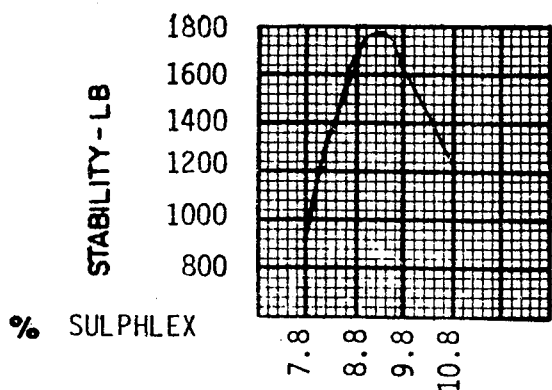
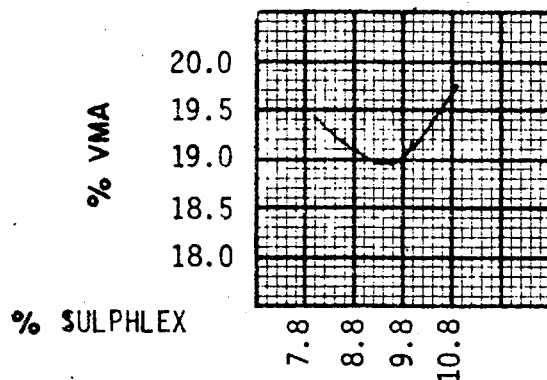
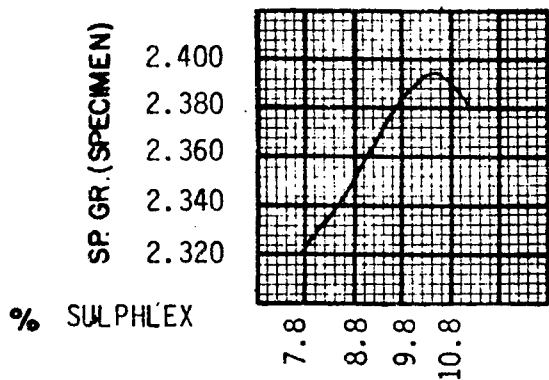


表4 - 5 馬歇爾試驗 (SULPHLEX)

Percent Voids	3.8
Percent VMA	19.0
Percent VFA	80.2
Stability (lbs.)	1,600
Flow (.01")	10.2
Binder Content	10.0
(Percent by weight)	

表 4 - 6 馬 歇 爾 設 計 結 果 (SULPHLEX)

MARSHALL TEST DATA (GRAVEL MIX)

SULPHUR/ASPHALT RATIO BY WT.	% VOIDS	STABILITY (POUNDS) *	FLOW (UNITS) **	MARSHALL STIFFNESS MODULUS, PSI ***
0/100	3.61	2,800	11.8	9,492
10/90	4.06	2,717	10.5	10,350
20/80	4.20	2,800	11.3	9,912
30/70	4.32	3,200	12.0	10,667
40/60	4.36	3,375	11.8	11,441
50/50	4.32	4,300	11.2	15,357

* 1 pound = 4.448 N

** 1 unit = 0.01 in. = 0.25 mm

*** 1 psi = 6.895 kpa

表 4 - 7 SEA 馬 歇 爾 試 驗

TENSILE STRENGTH (S_r) TEST DATA IN PSI* (GRAVEL MIX)

SULPHUR/ASPHALT RATIO BY WT.	°F °C	TEST TEMPERATURE						
		-20	-10	0	10	39.2	60	77
		-29	-23	-18	-12	4	16	25
0/100		494	506	518	473	237	105	53
10/90		524	529	516	441	217	97	47
20/80		585	556	510	430	215	102	48
30/70		598	589	514	474	245	118	59
40/60		596	580	537	477	230	108	48
50/50		613	600	560	483	239	125	58

* 1 psi = 6.895 kpa

表 4 - 8 SEA 張 力 強 度

STIFFNESS MODULUS (S_p) TEST DATA IN PSI* (GRAVEL MIX)

SULPHUR/ASPHALT RATIO BY WT.	oF	TEST TEMPERATURE						
		-20	-10	0	10	39.2	60	77
	oC	-29	-23	-18	-12	4	16	25
0/100		4.5×10^5	3.9×10^5	3.4×10^5	2.8×10^5	1.4×10^5	7.6×10^4	2.4×10^4
10/90		4.2×10^5	3.6×10^5	3.6×10^5	2.4×10^5	1.3×10^5	8.5×10^4	2.0×10^4
20/80		4.2×10^5	4.0×10^5	3.4×10^5	2.6×10^5	1.3×10^5	1.1×10^5	2.2×10^4
30/70		3.9×10^5	3.8×10^5	3.3×10^5	2.7×10^5	1.5×10^5	9.5×10^4	3.0×10^4
40/60		4.4×10^5	4.2×10^5	3.5×10^5	2.7×10^5	1.5×10^5	1.1×10^5	2.5×10^4
50/50		4.7×10^5	4.3×10^5	3.7×10^5	3.2×10^5	1.8×10^5	1.5×10^5	3.6×10^4

* 1 psi = 6.895 kpa

表 4 - 9 SEA 勁 度 模 數

伍、瀝青路面廢料再生之研究

5 - 1 瀝青路面廢料再生 (Asphalt Pavement Recycling)

「瀝青路面廢料再生」這個名詞，首次出現於1915年美國華倫兄弟之移動式瀝青拌合場說明書中，「將舊瀝青路面加熱再製利用，可節省鋪築費用且效果良好」。該再生技術在美國東部各州曾風行一時，在新式石油精煉技術問世，物美價廉的瀝青源源供應後，使這項技術之吸引力銳減而沉寂下來。五十及六十年代，美國部份業者利用熱拌瀝青拌合場再生瀝青路面廢料應用於市區道路之基層材料，但數量不多。當時瀝青路面廢料再生技術之所以未受到重視，主要因素是經濟效益不高，迨至近年，再生路面材料無論在現場或運往集中處理的費用，均較新的熱拌瀝青材料為廉，始再度受到矚目。至1973年發生能源危機後，日益嚴重的能源短缺，使世界各國更積極投入這項研究。現在美國已頗有成效而普遍應用於各州。

5 - 2 瀝青路面廢料再生之優點

其優點是經濟效益高，不但可節省經費、能源，亦可保存天然資源，除此之外尚有下列優點：

- (1)在不增加路面厚度之下，可以增加路面結構強度。
- (2)既有路面之表面及底層缺陷（反射裂縫、鬆散、冒油、車轍、滑溜等），得以完全清除並加以改善。
- (3)維持路面幾何及尺寸不變。不像路面經加鋪後，路面排水受影響，另跨越橋及隧道之淨高亦減小。
- (4)利用瀝青路面廢料後，廢料場無復需要，可以免除廢料引起之污染。

5 - 3 瀝青路面廢料再生之方式

再生方式大致可區分三種：①表面再生 (Surface Recycling) ②冷拌再生 (Cold Recycling) ③熱拌再生 (Hot Recycling)。其中表面和冷拌再生技術已應用多年，但熱拌再生技術係最近數年內所發展。茲就熱拌再生之方法，述之於后。

5 - 4 熱拌再生

熱拌再生即在熱拌瀝青拌合場內混合瀝青路面廢料、新粒料、新瀝青或軟化劑，使混合料符合規範，再鋪築於路面上。

5 - 4 - 1 熱拌再生材料

熱拌再生材料含瀝青路面廢料、新粒料、新瀝青和軟化劑。所有材料使用前，均必須試驗其性質，再尋找出最佳配合。

(1)瀝青路面廢料 (Reclaimed asphalt pavement)

瀝青路面廢料包含瀝青和粒料。其中瀝青因長時間的氧化作用，而變硬及展性減少

。因此再生拌合時，必須加入適量軟瀝青或軟化劑，使瀝青符合規定。

(2) 新粒料 (New aggregate)

加新粒料之功用有二：①可改正混合配比，使新配比符合規範。②瀝青路面廢料拌合前，如在乾燥爐內加熱，會產生嚴重空氣污染，因此廢料不可用火焰直接加熱。而必須用粒料熱傳法 (Heat - transfer method)，先把新粒料加高熱，當粒料與瀝青路面廢料在攪拌機內拌合時，將熱傳給廢料。

(3) 新瀝青 (New Asphalt)

熱拌再生時，須加入低黏滯度之新瀝青，其目的是一方面與新粒料混合；一方面與老化瀝青混合，使瀝青符合規定。如廢料瀝青太老化時，除加軟瀝青外，尚需加軟化劑，使廢料瀝青還原其特性。

(4) 軟化劑 (Recycling agent)

軟化劑是碳氫化合物，可使老化瀝青恢復原特性。軟化劑在 ASTM 之研究下，分為五類，從高閃火、低黏滯度之 RA 500 至低黏滯度之 RA 5。各類暫定規範，詳如表 5 - 1。軟化劑之選擇及用量，由下述三個因素來決定：①所選軟化劑與瀝青路面廢物之適合性、②廢物瀝青之黏滯度及③瀝青路面廢物與新粒料之比例。

試驗項目	試驗方法	RA 5		RA 25		RA 75		RA 250		RA 500	
		最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
黏滯度	D2170 或 D2171	200	800	1000	4000	5000	10000	15000	35000	40000	60000
閃火點℃	D92	204	—	218	—	232	—	232	—	232	—
蒸餾 %	D2007	—	30	—	30	—	30	—	30	—	30
薄膜烘箱試驗熱損	D2872	—	4	—	3	—	2	—	2	—	2
黏滯比 *	—	—	3	—	3	—	3	—	3	—	3

* 黏滯比 = 薄膜烘箱試驗黏滯度 / 原黏滯度

表 5 - 1 ASTM 軟化劑規範

5 - 4 - 2 熱拌再生設計

熱拌再生設計前，須先試驗①瀝青路面廢料之瀝青含量、黏滯度及粒料級配②新粒料之級配，以及決定瀝青路面廢料之用量。

瀝青路面廢料首先用ASTMD2172 抽油試驗，分開粒料及瀝青。因瀝青內有溶液，須以ASTMD1856 蒸餾出純瀝青，即可計算出瀝青含量，再依ASTMD2171 試驗瀝青之黏滯度。抽油後之粒料及新粒料依ASTMC136 篩分析，以算出其級配。

瀝青路面廢料之用量，因拌合場型式不同而異。盤式拌合場 (Batch plant) 通常使用20%~35%之廢料，而鼓式拌合場 (Drum plant) 用20%~50%之廢料。但其確實用量，除考慮拌合場型式外，尚須考慮下列因素：

- (a)瀝青路面廢料之含水量。
- (b)最後混合料之溫度。
- (c)新粒料所需拌合溫度。
- (d)瀝青路面廢料之堆積溫度。

上述瀝青路面廢料及新粒料試驗後，再依所決定瀝青路面廢料用量，即可按下列步驟設計 (詳細設計說明及實例，參閱“Asphalt HoT Recycling” Page 9~19 THE Asphalt Institute)。

- (1)計算混合粒料之級配。
- (2)計算混合粒料所需之瀝青含量。
- (3)計算新加瀝青含量。
- (4)選擇新加瀝青之種類。
- (5)用馬歇爾試驗試拌設計。
- (6)決定工作拌合公式。

5 - 4 - 3 熱拌再生拌合場

傳統式拌合場大致分盤式和鼓式兩種，兩種拌合場加以改良後，即可拌合瀝青路面廢料。圖5-1和照片5-7為改良後盤式拌合場，圖5-2和照片5-3為改良後鼓式拌合場。目前台灣地區大部份使用盤式拌合場，茲就盤式拌合場之改良法，述明於下：

- (1)增設一組新的輸送帶，用來輸送瀝青路面廢料，使直接進入稱重箱 (照片5-6)。
- (2)輸送帶上裝設電子設備，用以控制輸送帶轉動和停止。當每盤重量達到需要量時，輸送帶即自動停止。
- (3)增設一套吸塵管於稱重箱上方，以便清除污塵。

另一種改良方法是於熱料斗旁，設置一特殊料斗 (注意不可與熱料斗相連，以免傳熱，使廢料黏結在一起)，瀝青路面廢料由輸送帶或升降機輸送至該料斗。廢料由特殊料斗進入稱重箱之方式與熱料斗內之粒料進入稱重箱一樣。

熱拌再生盤式拌合場係用熱傳法，先把新粒料加熱超熱，再與無加熱之瀝青路面廢料拌合。由圖5 - 1 所示，新粒料加熱方式與傳統式拌合場一樣，先進入乾燥爐加熱超熱，再經升降機、過篩，進入熱料斗。但瀝青路面廢料無需加熱，由輸送帶直接進入稱重箱。為避免瀝青路面廢料集結於稱重箱邊而拌合不均，廢料應進入稱重箱之中央，並於新粒料稱重後，再進入稱重箱。

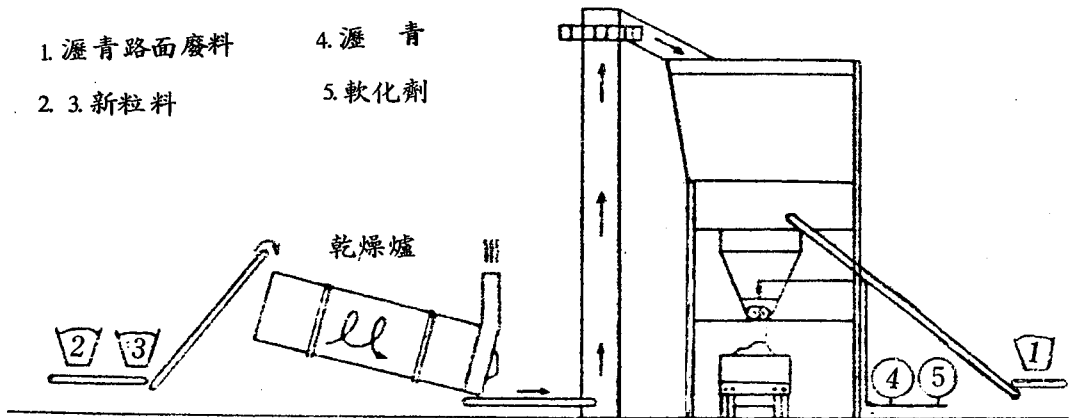


圖5 - 1 改良後盤式拌合場

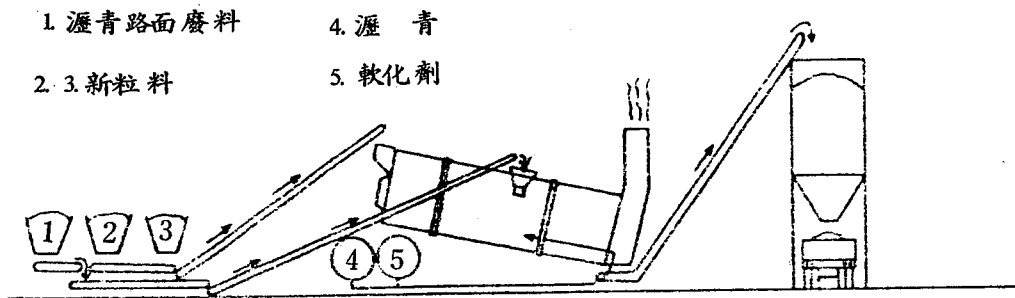


圖5 - 2 改良後鼓式拌合場

5 - 4 - 4 熱拌再生之施工程序

(1) 原有瀝青路面開挖

原有瀝青路面開挖方式分撬 (Ripping) 和刨 (milling) 二種。撬開瀝青路面乃路面全深破壞，廢料比較大塊。因此，再生前，廢料須再經壓碎機軋碎，使顆粒變小。而刨除瀝青路面，一方面可控制所刨之深度，一方面可調整廢料顆粒大小，使適合再生。無論用撬或刨除，再生前，廢料全部要通過 2 吋篩。照片 5 - 1 為冷刨路機。

(2) 廢料之堆積 (Stockpiling)

堆積廢料應儘量避免壓密 (Consolidation) 和水份留滯 (Moisture Retention)。堆積廢料時，應注意下列幾點：

- (a) 廢料堆積高度最大 3 公尺 (照片 5 - 2)。
- (b) 軋碎之廢料，應避免因自重或空氣溫度而黏結在一起。同樣的，堆土機、堆高機和車輛均應避免在堆積物上行駛。
- (c) 廢料含水量愈少愈好。因此，廢料再生前，應儘量不要軋碎，以減少含水量。廢料含水量多時，所需之粒料溫度必高。

(3) 粒料加熱和拌合

粒料加熱與拌合，如前所述。粒料所需溫度隨瀝青路面廢料之用量及含水量增加而增高。表 5 - 2 即粒料在廢料不同用量和含水量之下，與廢料拌合時所需溫度。

瀝青路面 廢料 粒 料	瀝青路面 廢料 含 水 量	瀝 青 混 合 料 溫 度			
		116°C	127°C	138°C	149°C
10:90	0	138	152	163	177
	1	143	154	168	179
	2	146	157	171	182
	3	149	163	174	188
	4	152	166	177	191
	5	157	168	182	193
	0	154	168	182	196

20 : 80	1	160	177	191	204
	2	168	182	196	213
	3	177	191	204	218
	4	185	199	213	227
	5	193	207	221	235
30 : 70	0	174	191	207	221
	1	185	202	218	235
	2	199	216	232	249
	3	213	229	246	260
	4	227	243	260	274
	5	241	257	274	288
40 : 60	0	199	218	238	257
	1	218	238	257	277
	2	238	257	277	296
	3	260	279	299	318
	4	279	299	321	338
	5	302	321	341	360
50 : 50	0	235	257	282	304
	1	268	288	310	335
	2	293	318	343	366
	3	327	349	374	396

	4	360	379	404	427
	5	391	413	438	460

表 5 - 2 粒 料 所 需 溫 度

(4) 鋪築、滾壓及完成

再生後之混合料即與普通瀝青混凝土一樣，鋪築於路面上。照片 5 - 8 為鋪築後用震動壓路機滾壓。照片 5 - 9 為滾壓完成後以核子密度儀(Nuclear density gauge) 測試密度。

5 - 4 - 5 結 論

所謂再生即係廢物利用之意，而熱拌再生混凝土是瀝青路面廢料和新粒料、新瀝青（或軟化劑）之混合物。使用瀝青路面廢料，可節省材料，故如使用之廢料多時，所節省材料至為可觀，即可撙節大量經費，更能保存天然資源。

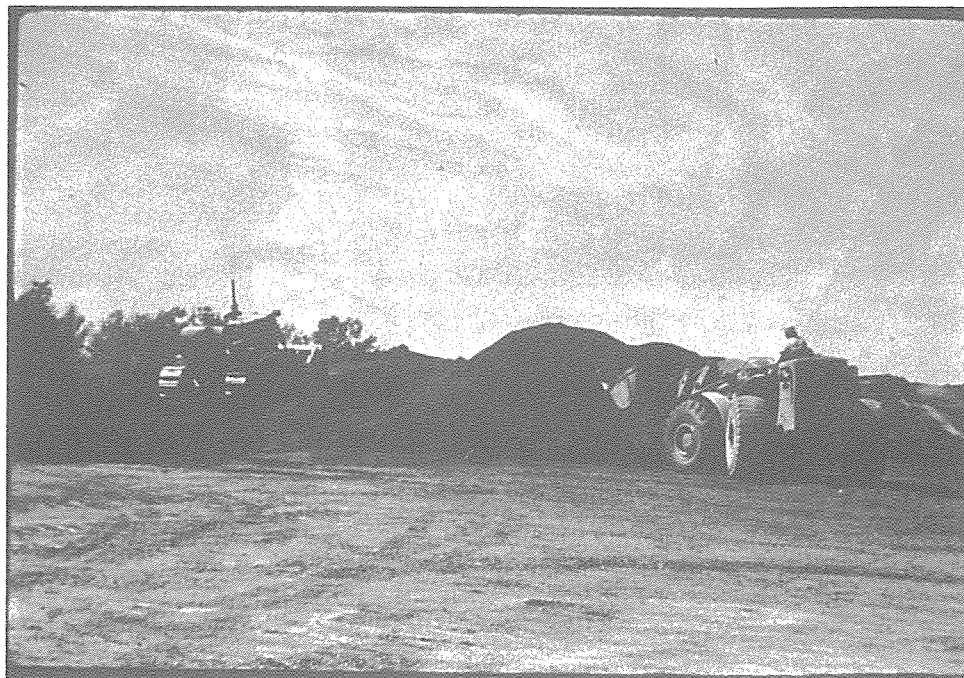
再生方法及所使用之拌合場與普通瀝青混凝土者略有不同。故再生前，首先必須改良拌合場並試驗各種材料，依照上述步驟，決定各種材料之用量和工作拌合公式。

瀝青路面廢料再生應用於公路路面在歐、美、日等先進國家已極為普遍，而台灣地區天然資源匱乏，建設經費短絀，因此瀝青路面廢料再生實有大力研究發展的必要。

熱 拌 再 生 照 片

照片
5 - 1
冷
刨
路
機





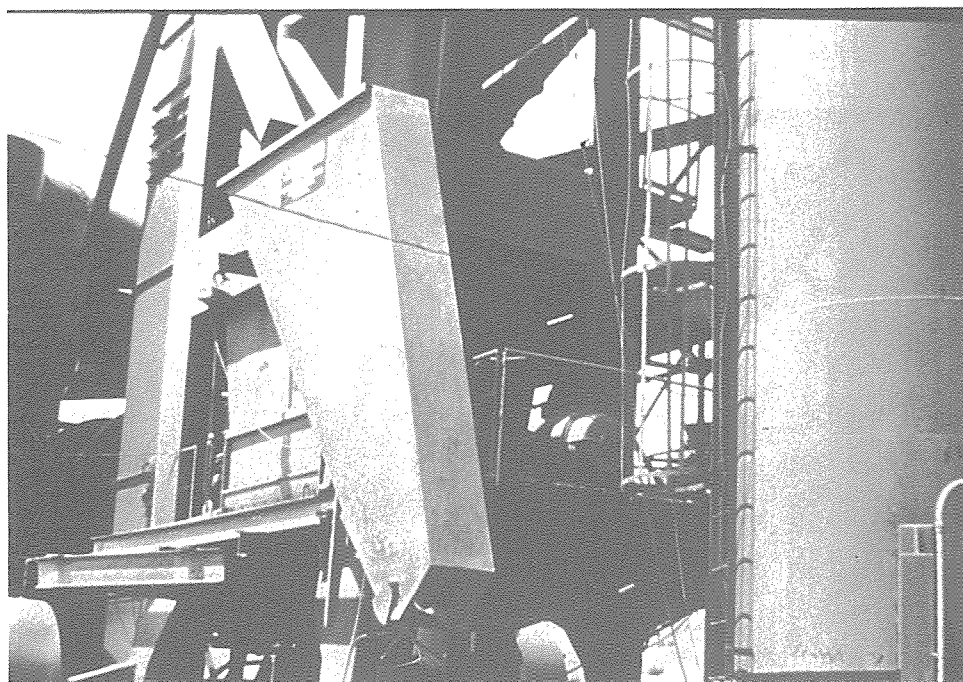
照片 5 - 2 瀝青路面廢料堆積場



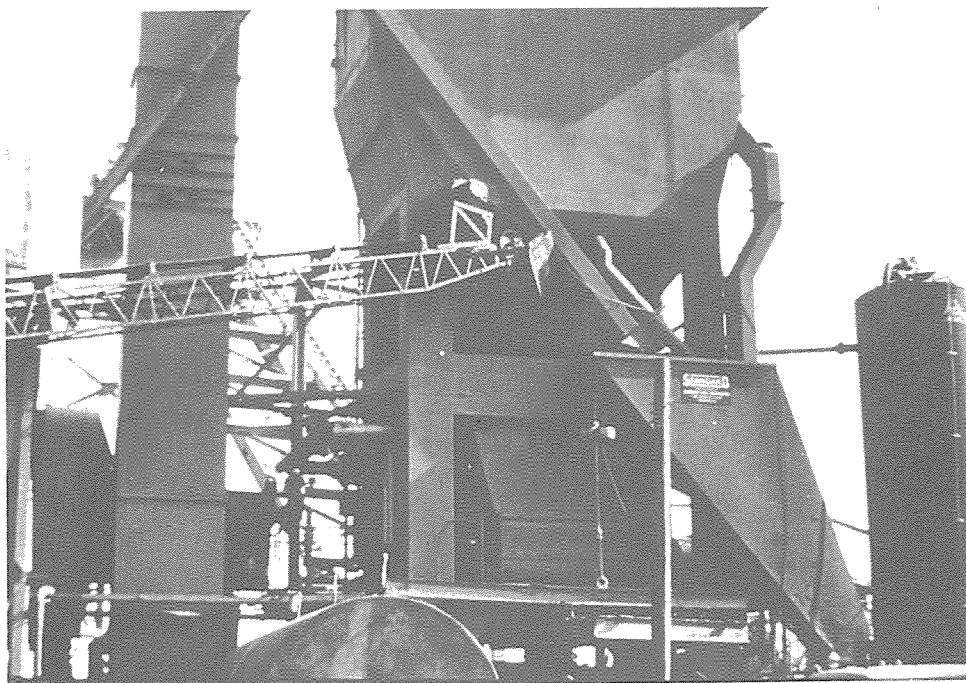
照片 5 - 3 鼓式拌合場



照片 5 - 4 鼓式拌合場



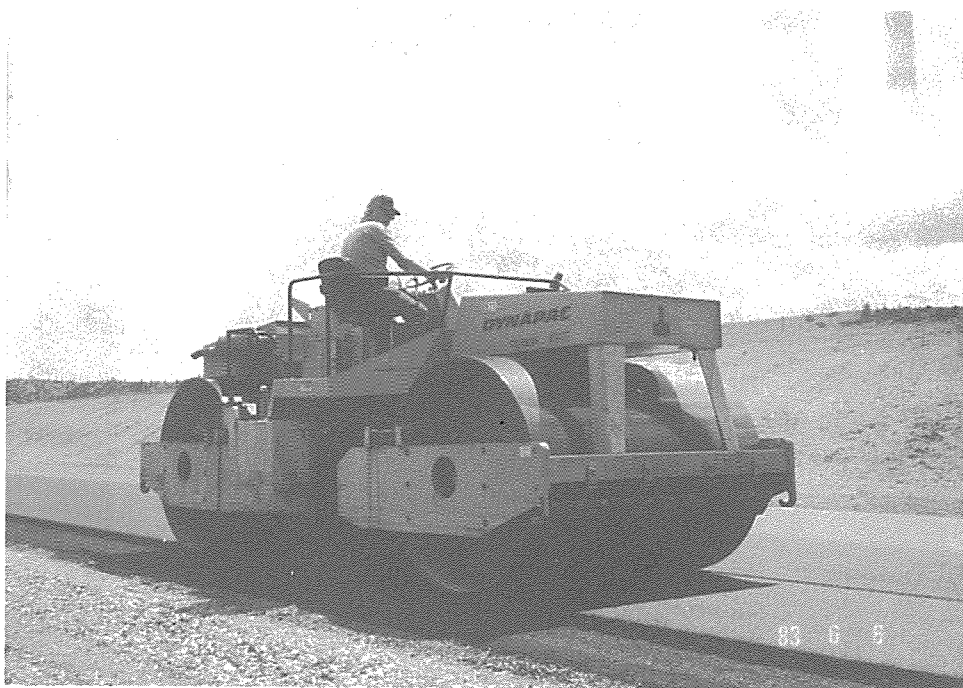
照片 5 - 5 未改良前盤式拌合場



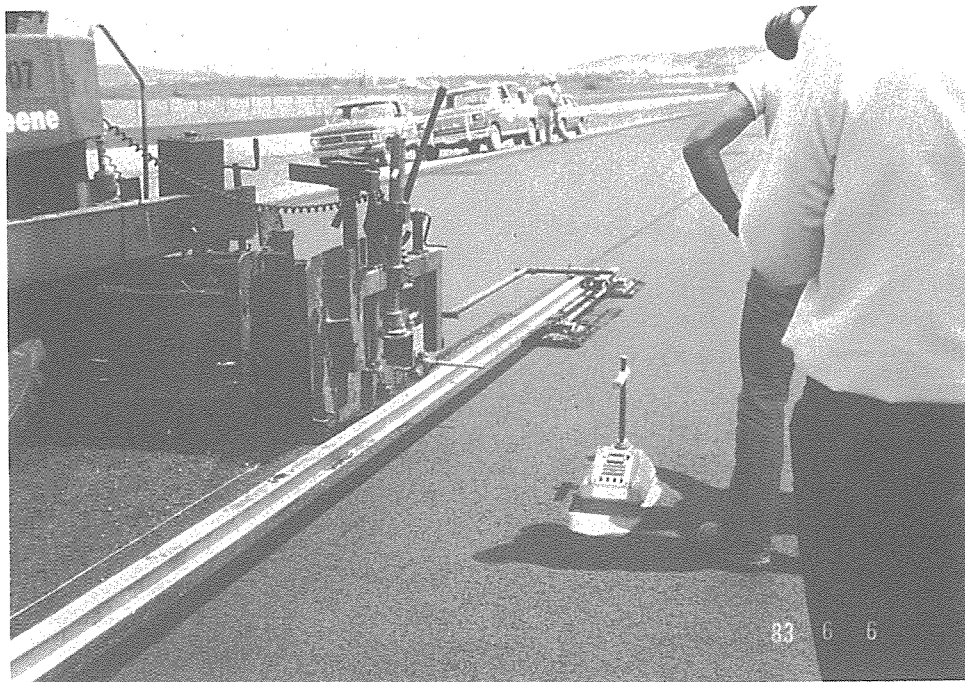
照片 5 - 6 改良後盤式拌合場，廢料由輸送帶直接進入稱重箱



照片 5 - 7 改良後盤式拌合場全景



照片 5 - 8 震 動 壓 路 機



照片 5 - 9 滾壓後以核子密度儀測試密度

參考資料

1. Alternatives in Pavement maintenance, rehabilitation, and reconstruction, THE Asphalt Institute
2. Laboratory testing of fabric interlayers for AC Paving, California Department of Transportation
3. Fabric Interlayer for Pavement overlays, Texas Transportation Institute
4. Discarded tires in highway Constuction, Pennsylvania Department of Transportation
5. Safe paving with sulfur, National Asphalt Pavement Association
7. Sulphur extended Asphalt Pavement, Wisconsin Department of Transportation
7. An experimental Sulphlex Pavement in Pennsylvania, Pennsylvania Department of Transportation
8. A Laboratory evaluation of sulphur extended asphalt paving materials, Pennsylvania Department of Transportation
9. Asphalt HoT - Mix Recycling, THE Asphalt Institute
10. Guidelines for recycling Pavement materials, Transportation Research Board
11. Hot Recycling in Hot - Mix Batch Plants, National Asphalt Pavement Association
12. Hot Mix Recycling in Massachusetts, Massachusetts Department of Transportation

七、利用報廢輪胎保護橋基之商榷

(一)河床冲刷原因

台灣本島地形狹長，四面環海，山脈縱貫南北，大小溪流均以此為分水嶺，而東西向分注入海。由於山勢陡峻，東西狹窄，故所有河川大都坡陡流促，河床比降極大，水流湍急，每遇颱風暴雨時洪流逕瀉而下，兩岸受洪水冲刷，導致橋樑倒毀之事屢見不鮮。此類特發事故，嚴重性自不待言。

河床冲刷主要原因，係山洪突發急流而下，由於坡度陡，流量大隨時會發生挾砂掏土之情況，而水流遇有橋墩橋台阻擋時，由於排水面積驟減，冲刷力增加，當急流行經橋墩前激起巨浪，再沿垂直面潛刷河床，以致橋墩端之泥土首被淘空，部份水流復循兩側斜向前進，一出墩基後激起浪花冲刷河底，繼而恢復原有排水面積，冲刷驟減，所挾泥砂有局部沉留距橋墩不遠之處，仍作經常移動，由此可見冲刷之範圍在墩台四周，尤以前端最烈，橋墩台之面積愈大則冲刷力亦愈強，冲刷之深度達基礎下則刷空橋基，失却支持力，結果即發生橋墩台傾斜或倒坍。

(二)現行橋基保護方法

就河流緩急之別，目前橋基之保護方法計有：

(甲)緩流河川橋基保護

- (1)掃工覆石法
- (2)排樁充石法
- (3)用密排板橋法
- (4)蛇籠鋪底法
- (5)串磚鋪底法

(乙)急流河川橋基保護

- (1)鐵絲蛇籠護底法
- (2)混凝土護塊設置法
- (3)混凝土板鋪底法
- (4)鋼軌樁法

(三)經濟簡易橋基保護設施—利用廢輪胎橋基保護

國道中山高速公路自六十七年十月底全線通車後，交通量急劇增加，車禍時有發生據報導其中因輪胎爆破肇事者佔13.45%（如附表一及附圖一），

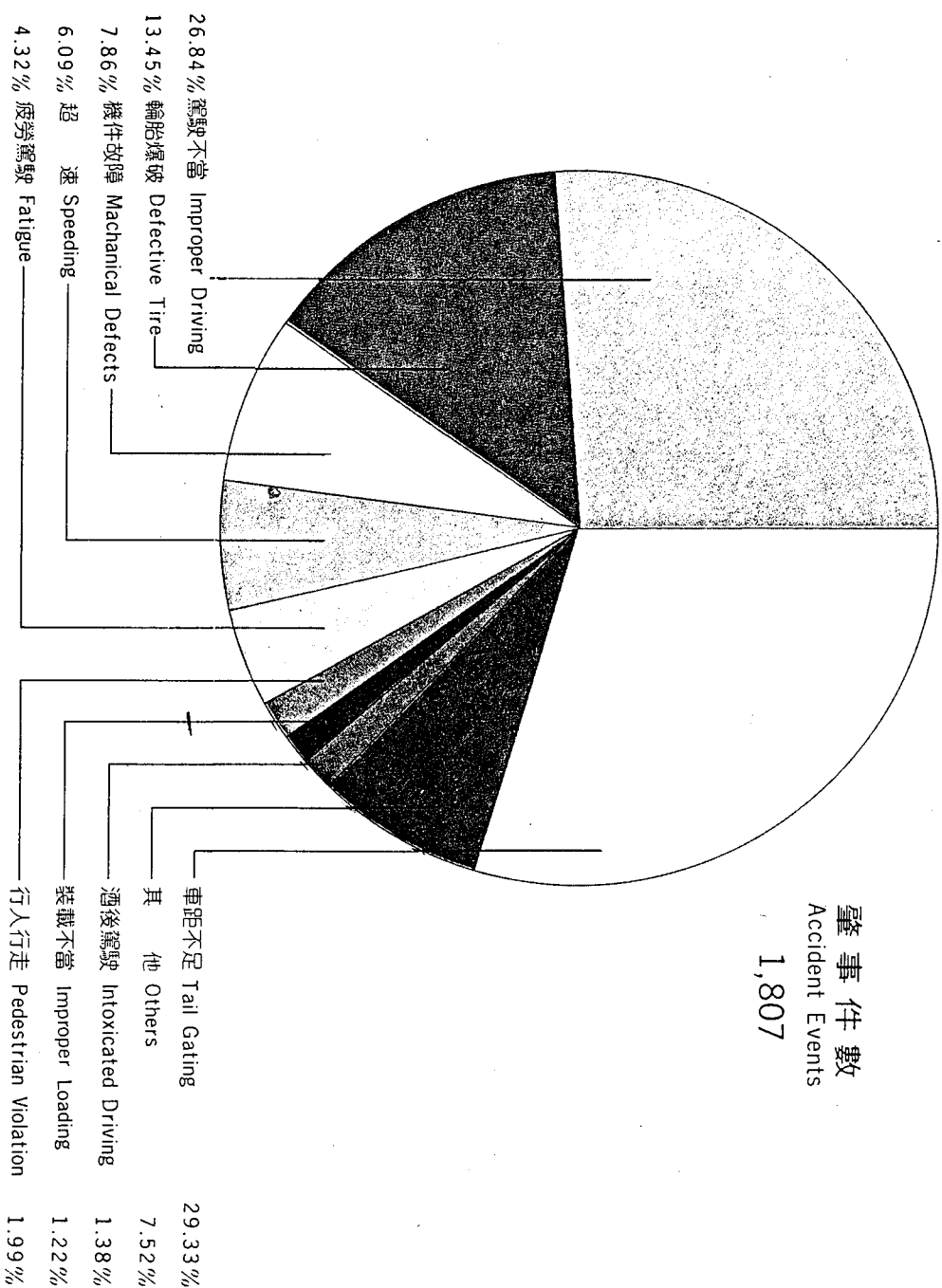
附表(一) 肇事原因分析表 ACCIDENT CAUSES ANALYSIS

原因 Cause Year	車距不足 Tail Gating	輪胎爆破 Defec- tive Tire	超速 Speed- ing	駕駛不當 Impro- per Driving	裝載不當 Impro- per Loading	酒後駕車 Intoxi- cated Driving	疲勞駕駛 Fatigue	機件故障 Mechan- ical Defect	高速公路 行人行走 Pedestr- ian Violation	其他 Others	總計 Grand Total
63年(7~12月) 1974(July-Dec)	1	0	6	3	1	1	0	0	1	2	15
64年(全年) 1975	2	2	10	2	1	1	0	0	0	1	19
65年(全年) 1976	8	5	7	4	0	3	2	0	0	1	30
66年(全年) 1977	11	8	6	14	3	0	2	7	0	8	59
67年(全年) 1978	56	54	18	47	6	2	11	27	8	37	266
68年(全年) 1979	114	49	25	109	7	8	19	33	7	35	406
69年(全年) 1980	178	62	5	148	1	5	16	36	6	20	477
70年(全年) 1981	103	45	18	93	2	3	20	17	8	17	326
71年(全年) 1982	57	18	15	65	1	2	8	22	6	15	209
合計 Total	530	243	110	485	22	25	78	142	36	136	1,807

附圖(一) 肇事原因分析圖 (63年 7月 ~71年12月) ACCIDENT CAUSES (JULY 1974 ~ DEC 1982)

(5) 肇事原因分析圖(63年 7月 ~71年12月)

ACCIDENT CAUSES (JULY 1974 ~ DEC 1982)



經換置新胎後，丟棄之廢舊輪胎為數甚多，隨地可拾。早期經工務段養護工檢拾存積後用火焚燒，此時濃烟冲天，容易造成空氣污染，導致人畜，農作物受害，影響環境衛生，國民健康至大。如欲改善處理方法，丟棄掩埋，則因橡膠質歷久不爛（如附表二），數量又多，地點難求，又由高速輪胎，不能再生使用。經試擬將報廢輪胎予以收集，以 19 mm ϕ U 型鍍鋅螺栓套鋼片連結，沉埋已受冲刷之橋樑墩基，再以卵石、塊石填充壓實，對於橋基保護，及垃圾處理，改善景觀言不失為一解決之道。

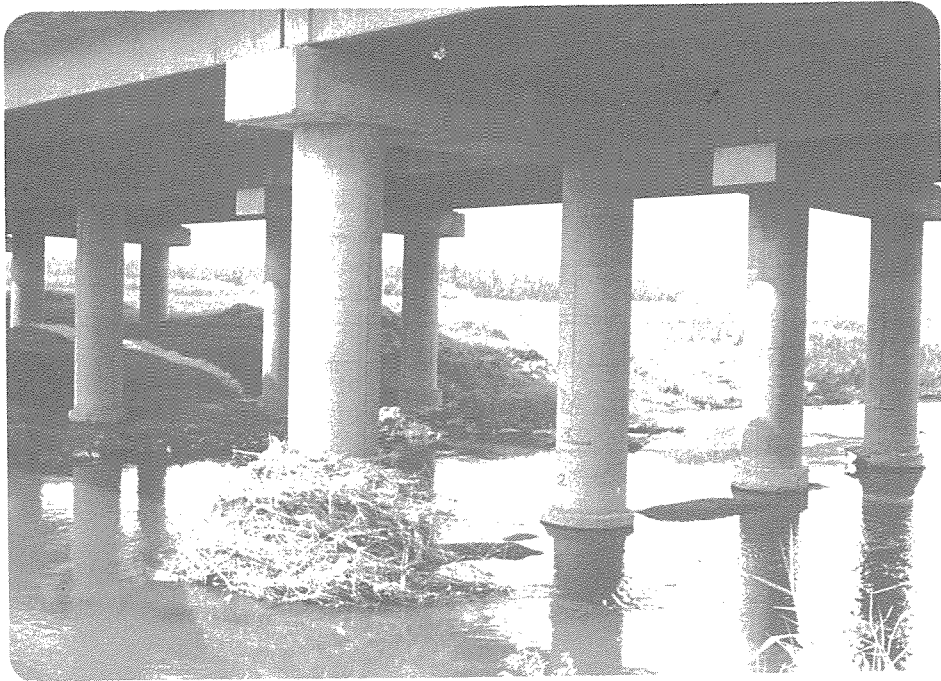
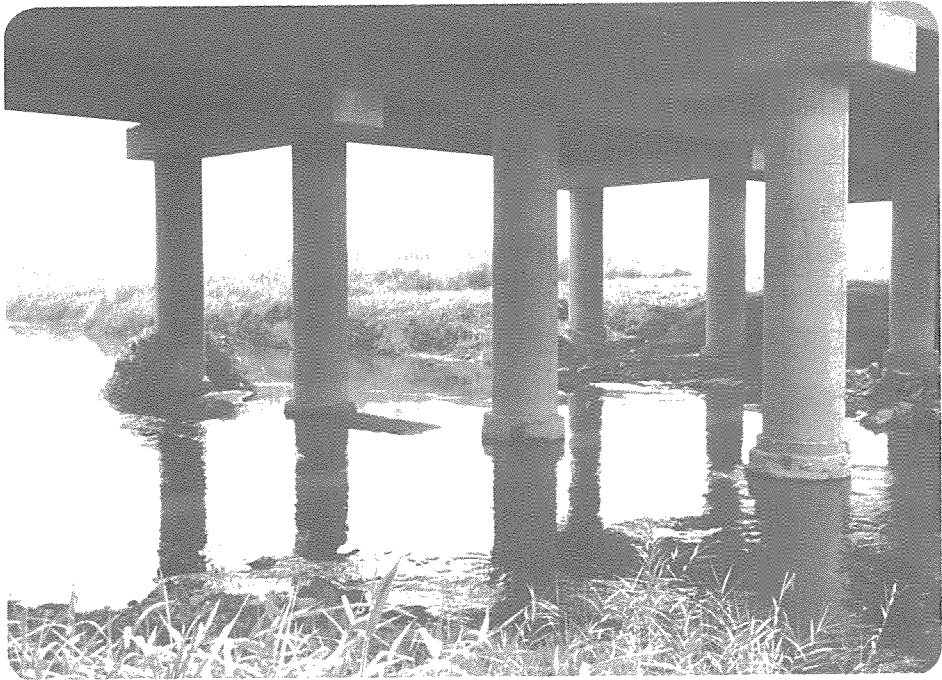
附表(二) 人造橡膠 (Elastomer)：

人造橡膠應為通常所稱之合成橡膠 (Neoprene)，其物理性能，應符合 ASTM, Method D 15, Part B 之規定。

a. 硬度，A式硬度針，ASTM 2240	45 \pm 5 Points
b. 伸張強度，ASTM D 412	最小 127kgs / sq.cm
c. 破壞點伸張量	最少 400 %
d. 壓縮試驗，22小時 70°C，ASTM D 395 Method B	最大 20 %
e. 低溫 ASTM D 746	- 40°C 不破裂
f. 耐臭氣力：暴露於 100 PPHM 臭氣中 70 小時，於 38°C 試樣在 20 % 以下。ASTM D 1149	不 裂
g. 耐機油力：體積增加量；於 100°C ASTM Oil No 3 中浸 70 小時，ASTM D 470	最大 120 %

報廢輪胎質料尚堅實平滑，線條平順，如予以連結圍護橋墩基，再以卵石或塊石填塞其間將冲刷線槽面填平，使河床平順，減低流速，使緊靠遭受冲刷之橋墩基邊緣自然沉落，流砂自然沉澱，填塞壓石空隙，沉落週境自成一體，不致遭受水流冲擊滾移，因而減輕河床冲刷。

此種利用報廢輪胎保護橋基，可達到價廉而堅固耐久及爭取時效，又兼能解決垃圾處理，改善景觀等多種效益，宜予推廣採用。



附圖(二) 高速公路急水溪橋之墩柱受冲刷情形

四、報廢輪胎保護橋基之優點

(1) 消波消能效果極佳

利用報廢輪胎保護橋基係由廢舊輪胎以U型螺栓套以鋼片連結而成，可隨地形之變化而連結，各層內有適當空間可消滅波浪或河水衝擊能量，使其分散而減低其動能，消弱其衝力。輪胎連結有凹凸幾何形狀，增加水流摩擦力減緩流速，因此消波消能效果甚佳。

(2) 安定性甚強

將廢棄輪胎互相連結排列後，其層與層之間亦互相連結契合，使連結成一體，具有互鎖性。除其自重外，其中空隙以卵石、塊石填塞，隨受護物自然沉落成一體，極為隱定不易沖失。

(3) 經濟耐用

廢棄輪胎連結成一整體後，在同體積之防護物上較其他各種施工材料，或方法節省工料費達50%以上。又具有消波消能作用，實為一種經濟實用之工程材料。

(4) 施工簡易

廢棄輪胎只需收集，運達工地後以鍍鋅螺栓連結成環，拋放後隨地形之變化可隨意增減節環，層次間以鋼筋或鋼索，或螺栓連結成一整體，中空填塞卵石或塊石，並不需熟練技工及特殊機具，就地施工所需施工面積又小，施工極為簡便容易。

(5) 搬運方便

廢舊輪胎本身輕便，只用人工堆放，普通卡車裝載即可成行，運達工地可隨意卸落不慮碰撞損傷，無需吊車吊放，搬運極為方便，降低施工成本。

(6) 強度極大

廢舊輪胎具有彈性，質料堅實耐久，淹沒污水中亦經久不爛，連結螺栓粗大經鍍鋅後可延用多年（如附表三），偶遇流木巨石撞擊亦不易斷裂無損傷散失之慮。

附表(三)

一般橋梁之橋墩大都浸於水中，或受潮汐影響地帶，或於城市近郊，工業發達人口密集地區，因大量工業廢水及家庭污水等均排洩於河川中，使河川水流終年混濁不清，真對鋼料之腐蝕性甚大，當鋼料埋設於不同性質之地質或水中時，其不同土壤境界往往產生極強烈之腐蝕，水中之腐蝕多為全面腐蝕，土壤內則多為孔蝕。由於生存於土壤中之某種細菌具有復極劑作用所引起，如硫酸鹽還元菌等此類細菌生存於河海湖底之土壤，尤其在大都市河口附近為多，對鋼料之腐蝕作用多產生孔蝕。

鋼鐵在各種土壤中之腐蝕率 (美國 N.B. S)

土 壤 類 別	比電阻 (Ω -cm)	通氣性	P. H.	全面腐蝕率 V_1 (mm/yr)	最大孔蝕率 V_2 (mm/yr)	V_2/V_1
Cecil clay loam	17,800	良	4.8	0.016	0.62	39.0
Hagerstown loam	5,210	良	5.8	0.019	0.26	13.7
Susquehanna clay	6,920	可	4.5	0.028	0.16	5.7
Chins silt loam	148	良	8.0	0.029	0.20	6.9
Mohave fine Gravelly loam	232	可	8.0	0.083	1.75	21.0
Acadia clay	190	不 良	6.2	0.031	0.13	4.2
Docus clay	62	可	7.5	0.070	0.24	3.4
Lake charles clay	406	極 不良	7.1	0.114	0.75	6.6
Merced Silt loam	278	可	9.4	0.163	0.66	4.1
Carlisle Muck	1.660	極 不良	5.6	0.045	0.18	4.0
Rifle Peat	218	不 良	2.6	0.072	0.25	3.5
Tidal Marsh	84	極 不良	6.9	0.086	0.23	2.7
Muck	712	不 良	4.8	0.057	0.25	4.4
Sharkey clay	943	不 良	6.8	0.100	0.36	3.6
平 均				0.065	0.43	6.7
Cinders	455	極 不良	7.6	1.0	1.75	1.8

鋼鐵在泥土中及海水中之腐蝕

	m d d	mm / yr	
泥 土 中 無 菌	1.7	0.008	管 野 照 造
泥 土 中 含 菌	37.0	0.173	管 野 照 造
海 水 中	60.0	0.281	M. sferm 註

mdd = mg/dm² / day 註：流速 0.5 ft/sec 50°F 16-19天
面積 0.2 dm²

(7) 爭取時較

因工程單純施工簡便容易，且效率甚高，用之於搶修或保護工程，極易爭取時效。

(8) 垃圾處理，改善景觀

目前汽車輪胎因需高速行駛，廢舊輪胎大多不予再生使用，致換新後隨地丟棄。除高速公路可隨時收集外，各地汽車修理場無不堆積如山，可以廉價收購運用於橋基保護，亦可解決垃圾處理及改善道路景觀。（參閱附圖三）。

(五) 其他橋基保護施工法之缺點

(1) 鐵絲蛇籠：因鐵絲易腐蝕，且易被巨石流木撞斷而散失，又邇來工資日昂，編製蛇籠之技工不易覓得，製作曠費時日。

(2) 混凝土塊：

應預為覓地製作，費時費工，本身體重、積大，搬運不易，且需以升吊機具吊放，成本較高，不合乎經濟原則。

(3) 串磚：

因貫穿之鐵絲易於銹蝕，且磚質脆弱，使用壽命較短。

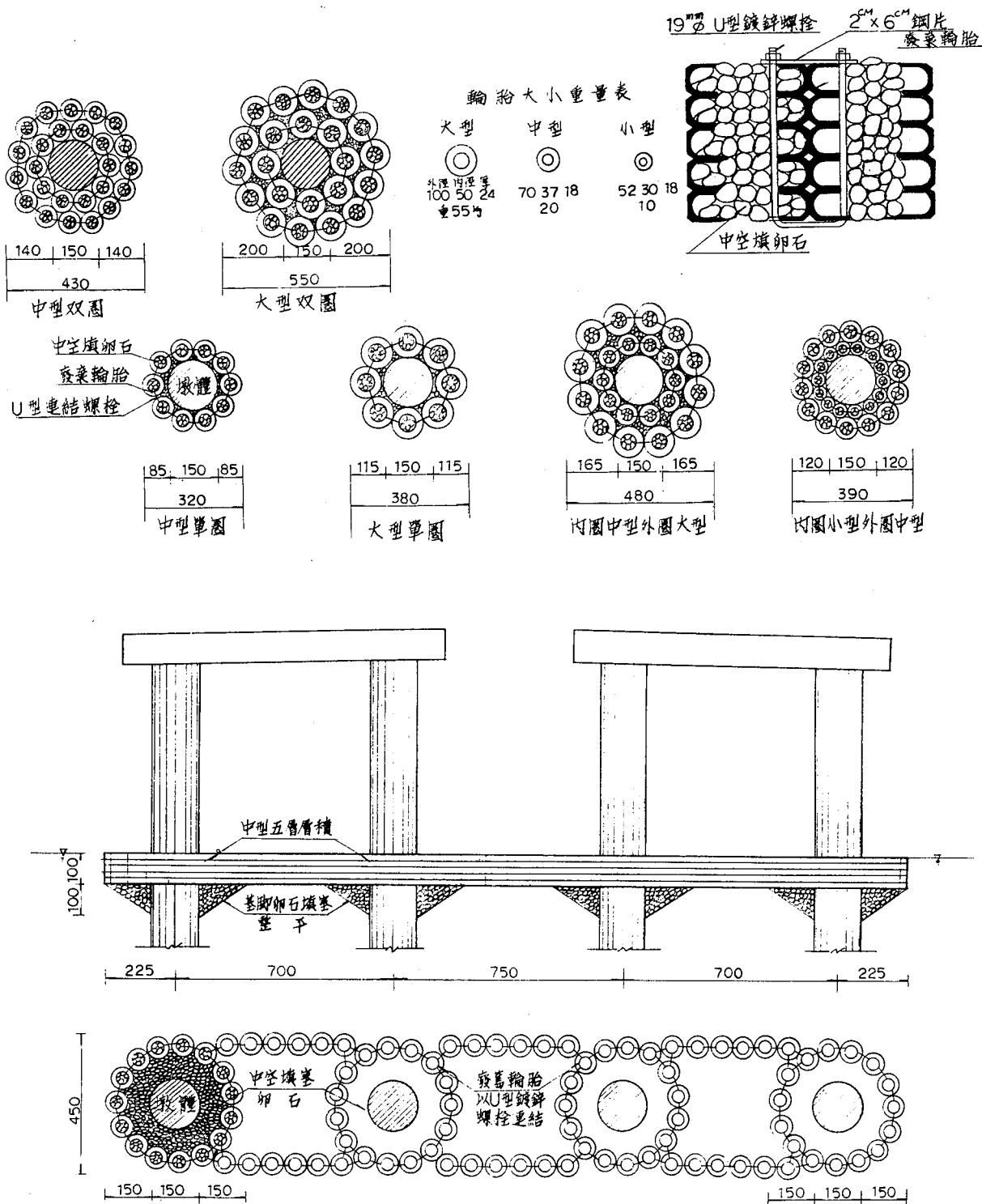
(六) 廢棄輪胎保護橋基及公路邊坡

(1) 橋基保護：

先將卵石拋入基脚填塞整平後，再以輪胎連結成環層然後填塞卵石而成。保護作用極為顯著。（參閱附圖四）。



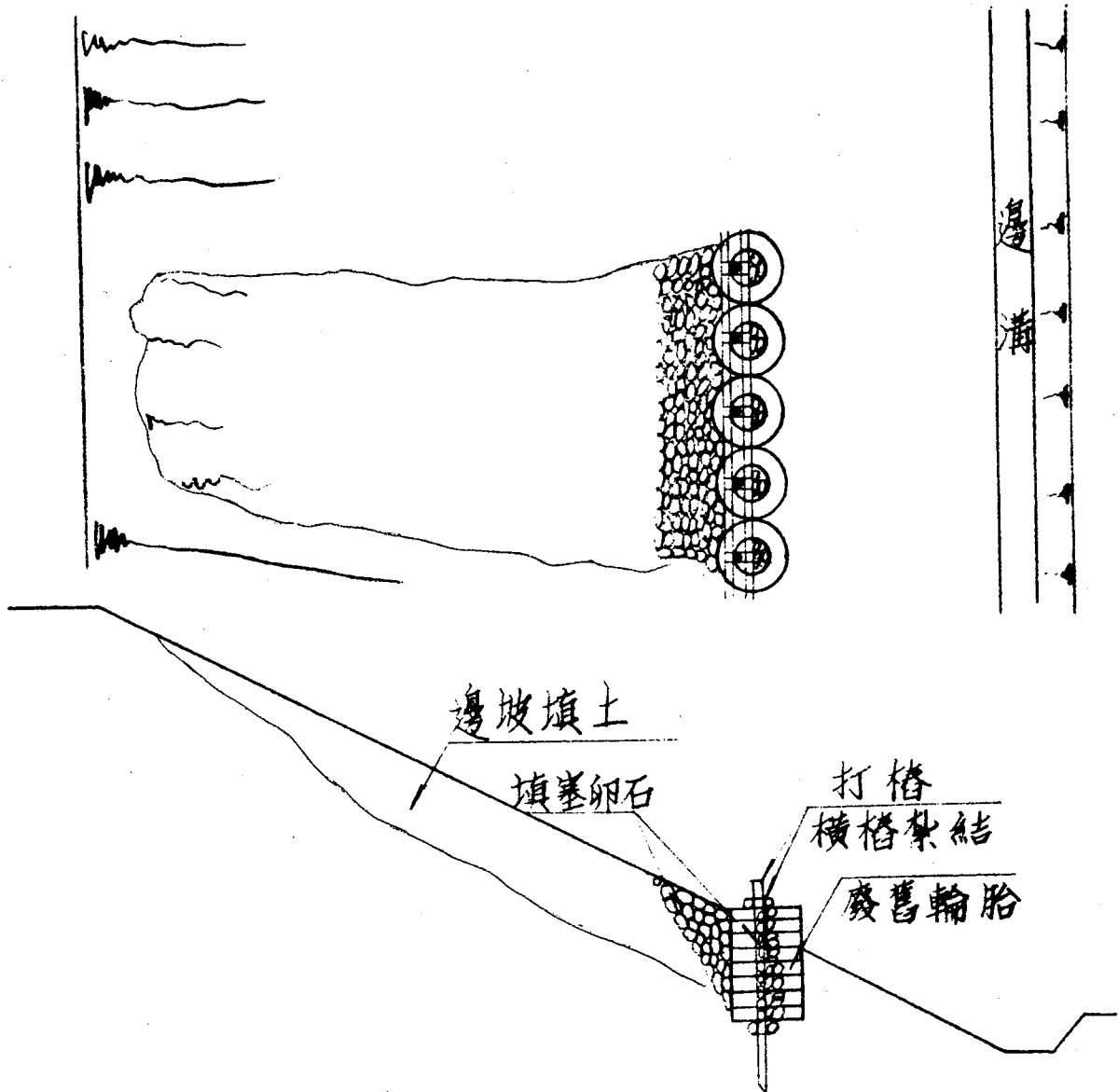
圖三 廢棄輪胎



圖四 橋基保護排列法

(2)路基邊坡保護

先沿路基邊坡基脚邊緣挖掘整平成溝，再以廢鋼軌或P.C樁（RC樁）成排整齊打入，套以輪胎，中空填塞塊石，卵石及小石；層積連結成一護牆，背填土石順坡而成，具有濾水擋土作用。（參閱附圖五）



圖五 路基邊坡保護排列法

(七) 利用廢棄輪胎保護橋基之芻議

在養護費用中，橋基遭受冲刷而須維護之費用，佔有相當數字。對於橋基保護問題，若事前能經常作週期性巡查各橋之橋基狀況，尤以雨季前後特別巡查測試並作記錄，當可獲得先期資料，但發生異狀，當可及時處理而減省經費。惟保護橋梁基礎之方法，首重成效。經費，但就緩流河川上之橋梁基礎，利用報廢輪胎充作材料，加予保護，不僅降低所需之工程費用，其維護橋基之效果料必同樣比美其他傳統式施工法，而堆積之廢料終有用處，亦可解決處置上之難題。希望本處在轄區內擇一適合之橋基保護工程以試驗方法研討確切之效果，俾為推廣採用之依據。

八、汽車冷氣系統之維護

冷氣是空調器的俗稱。機械或車輛裝置空調器設備的主要目的為：

- 一、保持車內空氣溫度、濕度、清淨，與流動性的理想調節，來提供乘員之舒適，快感與健康的環境。
- 二、工作中或行車途中，避免因遇雨車內外之溫度差形成玻璃沾着霧氣而發揮制衡的排除功能。
- 三、提高司機駕駛行車，作業的效率。

冷氣系統上的主要泉源是冷媒(Refrigerant)，四大機件為壓縮機，凝結器、節流器(溫度膨脹閥)與蒸發器。汽車上使用的以R - 12冷媒居多(同性之R - 22因飽和壓力較高，常用於家用冷氣機)，其主要特性乃在高溫高壓的狀態下，由氣態凝結成液態放出熱量，在低溫低壓的狀態下由液態蒸發成氣態吸收熱量。其冷氣系統的循環作用，則以低溫低壓的氣態冷媒從蒸發器出口端沿低壓管路流進壓縮機，在壓縮機中壓縮成高壓高溫的氣態冷媒後，送進凝結器中而放熱凝結成高溫高壓的液態冷媒，此間的潛熱藉着迴流的空氣予以冷卻排除，凝結器送出的液態冷媒經儲液器內乾燥劑過濾除水作用後流入膨脹閥，這時一部份的冷媒經節流變為氣體充作冷媒冷卻源，其餘的則蛻變成低溫低壓的液態冷媒再進入蒸發器中而造成系統冷媒的流動及車內空間的熱被吸收，使降低溫度並由鼓風機迴風吹送出車內所需要的冷氣，冷媒則因吸熱而蒸發成氣體，此低溫蒸發蘊含着從蒸發器吸收來的潛熱，壓縮機再將低溫低壓的氣態冷媒由低壓端吸入壓縮持續依序作用，完成一個系統的循環。(如附圖一)

汽車使用之空調設施，在於動力之供應，機件之特性，支座支架的固定，散熱流通之空間，震動，隔熱以及溫度控制等一些連鎖的問題，均需於安裝及維護上予以適當的處置。其系統上機件的作用與配裝等敘述於下：

- 1 凝結器 (Condenser)，將壓縮機送出的高溫高壓氣態冷媒放出潛熱量而凝結成高溫高壓液態冷媒，汽車上均採用以空氣為冷卻媒介的氣冷式凝結器。一般小型車裝於水箱前面，適宜系統的正常作用，但卻減低引擎的散熱效能，尤其在低速行駛時，當外界空氣流經凝結器後吸收其排放之熱而變為熱空氣再冷卻水箱的水，時常導致引擎散熱不良，溫度偏高的現象。理想的裝置是凝結器與水箱併排兩側式，且在不影響引擎機能的情況下可考慮調高慢車轉速；大型巴士則裝置在車頂後側或底盤中段，直接用鼓風機散熱凝結器，冷卻的效果較佳，系統的效率亦提高。
- 2 節流器 (Metering Device)，由凝結器流放之高溫高壓液態冷媒利用節流膨脹的裝置，使其一部份的冷媒變為氣體並持有冷卻冷媒的能力，其餘的冷媒受其擴散膨脹成低溫低壓液態冷媒，一般都是裝在蒸發器內。常見的節流器有自動膨脹閥，溫度

脹閥及毛細管三種，但毛細管式在抖動的汽車上受損率大，檢修亦較困難，而自動膨脹閥僅能使用在負載恒定不變之處，兩者均不適用於汽車冷氣系統上；溫度膨脹閥是由蒸發器末端的過熱溫度來控制冷媒流量，一般汽車適於裝用，且蒸發器內之壓力通常為 $20 \sim 25 \text{ Psi}$ ，為了補償壓降損耗必須使用旁路之外平衡管，一般裝車的蒸發器壓力為 $35 \pm 5 \text{ Psi}$ ，若低於 15 Psi 就應切關冷氣。在結構上必須注意其感溫球和吸氣導管之間接觸面的乾淨與緊密，以保持良好的熱傳導性，且平衡管的安放位置要適當得宜。

3. 蒸發器 (Evaporator)，低溫低壓液態冷媒利用蒸發器金屬外殼內的迴流管路與緊密鍍片的風力對流方式，吸取車內的熱量，放出低冷的空氣即所謂冷氣，經鼓風機迴風作用的延續循環，由液態冷媒吸收潛熱量而蒸發成低溫低壓氣態冷媒回壓縮機，正常的蒸發器出風口溫度應為 $60^{\circ}\text{F} \sim 65^{\circ}\text{F}$ ($15^{\circ}\text{C} \sim 18^{\circ}\text{C}$) 才能保持乘員在車內舒適的溫度 $22^{\circ}\text{C} \sim 27^{\circ}\text{C}$ 與相對濕度 $45\% \sim 50\%$ 。小型車大部分裝於駕駛座前方或後座頂上，大型車裝在後側頂上或底盤中截位置，亦有駕駛座另加一只小蒸發器專屬司機使用。
4. 壓縮機 (Compressor)，壓縮機是冷氣循環系統的中樞，由蒸發器送回的低溫低壓氣態冷媒，經壓縮機低壓端吸入迴流壓縮後由高壓端送出高溫高壓的氣態冷媒，再依序循環作用，完成一個冷氣系統。壓縮機的動力源是由引擎曲軸皮帶盤經皮帶驅動或直接連於動力機軸帶動，其機型可分往復式，旋轉式及離心式三種。汽車冷氣上使用的壓縮機以往復式居多，構造上與一般發動機相似，耐用且檢修容易。但最大的缺點是軸封，底座螺絲緣容易裂蝕，時常造成漏氣、漏油的現象。故需有完善的防漏設施，才不致於因外氣進入壓縮機內使冷凍油及冷媒外洩。其次小型車使用的旋轉式亦稱正位移壓縮機，是利用壓縮機內壁上的葉片組，受到彈簧的張力壓附或缸壁的密接在轉軸上的偏心輪，當壓縮機軸轉動後葉片立即把高低壓側分開作用；而離心式壓縮機是用在中央控制冷氣系統上。壓縮機吸排氣作用的閥常用者有簧式及環式兩種，均是一種薄且具可撓性的彈簧鋼片。系統上潤滑的方式是依機能特性分為潑油式及壓力式兩種。

有關壓縮機運轉的控制可分兩大類：

- (a) 旁通閥控制式——只要引擎轉動，無論車內是否使用冷氣，壓縮機經常是運轉狀態，在冷氣系統開始作用時，旁通閥是關閉的位置，當車內溫度降至額定溫度以下時管路低壓隨而降低，旁通閥作用把膜片掀起，凝結器內的高溫高壓氣態冷媒立即經旁通閥而流回壓縮機的低壓端，使其在常態恒壓下，汽車長途高速行駛時車內溫度保持不致於太冷的舒適程度，一般低壓大小的調節，俗稱冷度控制。
- (b) 磁力離合器——利用引擎轉速及迴路空氣之溫差來操縱壓縮機轉軸上之磁力離合器

，當回風口的溫度降至定點以下時，感溫球立即作用使離合器磁力喪失而脫離，壓縮機則停止不動，只有軸外緣皮帶盤空轉，俟車內溫度高出定點溫度時，感溫球作用還原，利用磁力吸合離合器作用帶動壓縮機轉軸運轉。且顧及引擎在低速下的負荷能力，一般限制轉速低於800 R. P. M. 磁力離合器不作用，而壓縮機皮帶盤呈空轉狀態壓縮機不轉；當引擎加速達定點速度以上時磁力離合器作用接合壓縮機轉軸運轉；其感溫球裝置於系統上空氣迴流管路內，並有一只連動機能的斷電器安置於車內操縱。壓縮機一般安裝位置是在引擎的前側，其支架的形式與固定方法，足以影響壓縮機的機能，並關係到散熱機件的效用，因而安裝上必須週全的考慮，且壓縮機應保持平衡作用的良好性，方能持續冷氣系統的正常循環。

5. 儲液器與視窗 (Receiver and sight glass)，在冷氣系統中凝結器凝結後送出的液態冷媒，可經由儲液器內的視窗做目視，以便了解循環作用中的冷媒量，若是呈現泡沫過多的現象時表示冷媒不足，需要充填冷媒；正常狀態則為滿液層面，且液態冷媒含有多量的濕氣將影響系統的作用，利用儲液器內乾燥劑過濾將所含的水份消除到足夠乾為止，但乾燥劑已達其濕氣飽和量時就失去效用，且系統檢修時拆卸管路未及時封蓋亦容易受潮，均必須更換新件。一般小型車輛是儲液器與視窗連體式，大客車因冷媒劑量多故儲液器單獨裝置。
6. 系統管路 (Piping of Systems)，管路的作用是提供冷媒在組件間流經的通道，其裝置上必須考慮管內摩擦，長直管造成的壓力降，對於往復式壓縮機的潤滑循環管路要注意回油的通路，才能防止冷凍油因壓差而溢入壓縮機低壓端吸氣管。因而良好的系統管路是保持單純性為主，非必要的複雜性會增加操作的損失，減低冷卻能力以及檢修上的困擾。汽車冷氣系統的配管限於震動頻繁的因素，銅管容易震裂無法使用，均採用高壓橡膠管及鋁質防震接端管。

經常性的注意檢查保養冷氣系統，可保持系統的最佳效用，略述有關應注意事項如下：

1. 凝結器迴管鰭片縫夾塵物之沖除，以維散熱機能。
2. 壓縮機軸承，油封之檢查，以防漏氣漏油之現象，其驅動皮帶，支座固定，磁力離合器盤及調整惰輪的良好性都直接影響系統動力之供應。
3. 蒸發器送風及回風管道，鼓風機性能的檢試，確保系統的正常循環。
4. 利用視窗檢查冷媒量，發現泡沫過多的現象時表示冷媒不足應充填，方能保持冷氣的效率。
5. 檢查配屬之管路、綫路、控制開關，以減少系統作用的故障。

冷氣不冷是汽車冷氣系統上常見的主要故障，依可能發生的原因及部位加以分析，並提供排除的對策如下：

1. 冷媒洩漏（可使用電子檢漏器依可能故障的部位檢試迅速查覺）。

部位：一壓縮機軸封或底座螺絲緣裂損。

二凝結器、蒸發器之迴流管裂損。

三管路破損、機件接端緣鬆動或鏽裂。

四儲液器、膨脹閥鏽損。

對策：一更換軸封，轉軸磨損者另再生後加配油封；螺絲緣鏽裂處焊修，不能修者須換壓縮機。

二輕者焊修，但需洩除管內全部冷媒；無法再生就整體更換。

三鬆動者上緊，必要時得先鬆下纏緊止洩帶後再裝緊，鏽裂與破損均需換件。

四整體換新。

2. 蒸發器送風，回風不良（可使用風速，風量計測試額定差值）。

部位：（一）鼓風機不轉或葉片損壞。

（二）回風濾網髒污。

（三）迴流管鰭片變形。

對策：（一）檢查電源，鼓風機馬達拆修或換新，葉片換新。

（二）清除或換新。

（三）整修，無法再生者換新。

3. 壓縮機轉軸不動（可使用鉤式複合三用表測定轉速、周溫、表溫，負荷電流）。

部位：（一）冷感溫作用失效，磁力離合器空轉。

（二）磁力盤線嗒燒損，離合器控制失效。

（三）壓縮機內部機件卡死，轉軸不動。

（四）風扇皮帶斷裂或控制感應之繼電器失效。

（五）壓縮機結霜，高低壓力不正常。

對策：（一）感溫旁通閥系統故障，整個機件換新。

（二）磁力離合器整體換新。

（三）壓縮機拆修。

（四）換新件。

（五）冷煤量過多會形成濕壓縮，應設法洩除一部份，再試驗運轉，仍是不動或轉動後發現有異聲的現象，應立即停車做吸排氣閥及屬件的檢查，損者換新。

4. 系統上機件之迴管，管道內部阻塞（可使用超高波冷煤量檢試計測定）。

部位：（一）蒸發器、凝結器內迴流管阻塞。

（二）儲液器內過濾乾燥劑堵阻。

（三）管路接端止洩帶屑積阻。

對策：(一)冷媒內含有水份混合作用酸化管壁，經久積銹而阻塞通道，只有整體換件。

(二)系統內游離之水份凍結堵阻，只有整體換件。

(三)作業上使用止洩不慎積屑堵阻通口，拆下清除，若在管路內就將管路換新。

對於機械，車輛冷氣系統之抽真空，灌充冷媒的工作程序，是否正確，將影響整個系統的循環作用。茲提供下列實務供請參考。

1. 準備及注意事項。

(一)抽真空泵乙組，並查其包括系統在內使用的電源極相。

(二)複合壓力表乙組（含管），且了解接頭，表的作用情況及作業方法。

(三)配戴安全護目鏡及需使用之工具等裝備。

(四)備有同類存有冷媒的冷媒桶乙組。

(五)冷媒桶禁止倒置及周圍不得有油污存在，以防意外。

(六)在壓縮機不轉動下充灌冷媒時高低壓閥要同時開啓，以防壓力不平衡，而使壓縮機內冷凍油被壓到高壓端管路損壞系統的功能。

(七)作業進行中不得隨意離開，且抽灌工作必須連續完成，並隨時注意各表指示狀況及工作的安全。

2. 抽真空的程序。

(一)將系統中所有控制閥門打開，且由工作管（低壓管或冷凍油注入管）儘可能洩放系統中存有的氣態冷媒。

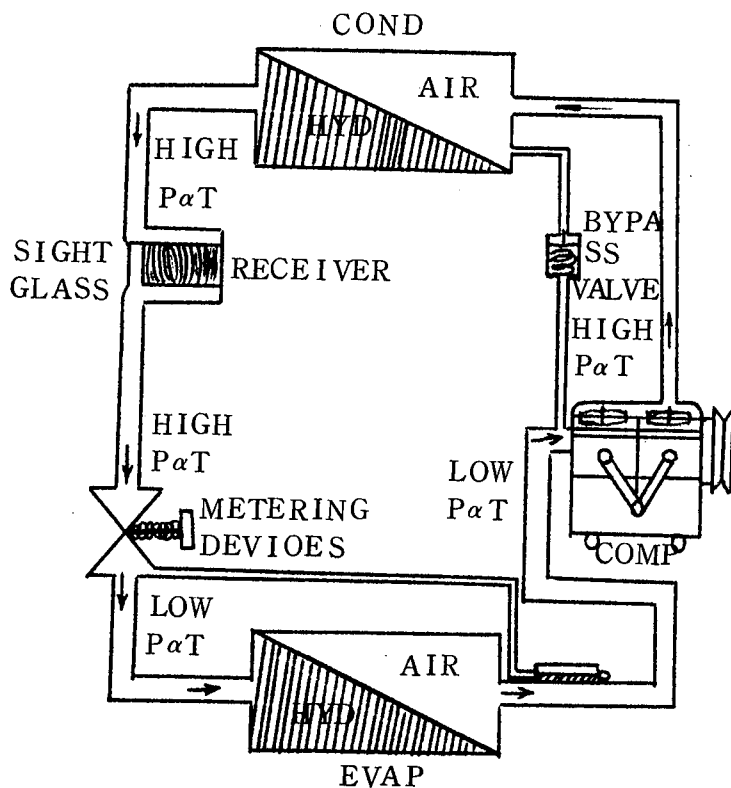
(二)配裝複合壓力表，按照高低壓管路接上，中間管路接抽真空泵。

(三)啓動抽真空泵，鬆開高低閥門，抽到低壓表指示在真空度零下30吋（76公分）的位置，即旋關高低壓閥門，切關抽真空泵並拆下接管，再利用此管接上冷媒桶接頭，開啓氣態冷媒閥門，先鬆開複合壓力表端之中間管接頭放空氣再上緊，打開高低壓閥門，徐徐灌充冷媒進入系統內做站壓（註），其壓力約升至零上5Psi時關閉兩閥及旋緊桶閥，拆下中間接管再接往抽真空泵做第二次抽真空及站壓的相同作業，於第三次再做抽真空（低壓表指示在真空度零下30吋位置）即為工作完成。註：站壓——站定的回壓，其作用是使系統內積存的舊有冷媒能與新灌入的冷媒中和後易於抽除，使得管路內達到較為乾淨的狀態。

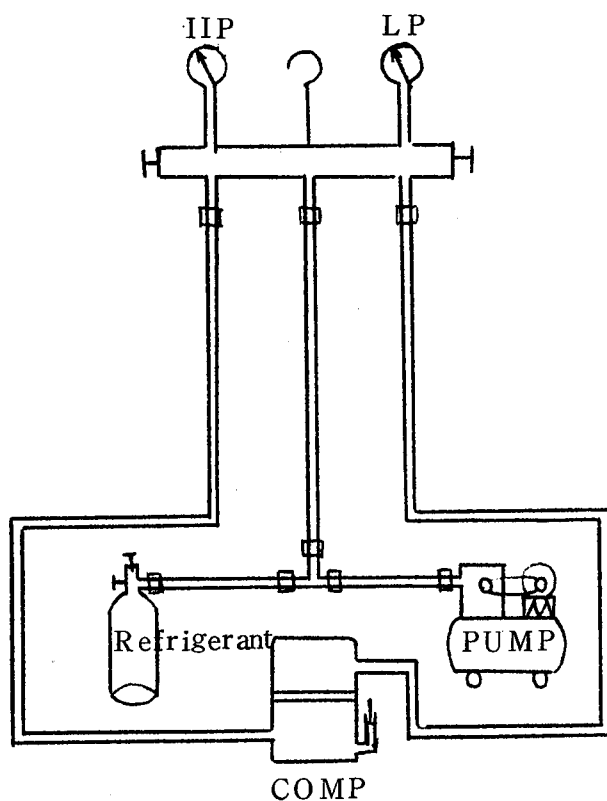
3. 充灌冷媒作業。

(一)抽真空作業完畢即旋關高低壓管閥，拆下抽真空泵電源及接管，在壓縮機不轉動下（引擎不發動）複合壓力表中間接管接上冷媒桶（但接管頭暫時不旋緊），開啓桶閥，當聽到嘶嘶聲時，即刻用手旋緊管接頭（表示已有冷媒輸送），鬆開複合壓力表端中間接管頭，排除管內空氣後關緊，再將高低壓閥門同時開啓充灌冷媒到低壓表至零時立刻旋關兩閥。

對汽車冷氣系統的組成有個概念並在維護上有個認識，則駕車使用及保養檢修方面，可以減少很多人力及經費，在時間上也可避免不必要的困擾，進而對一般冷凍空調設備，諸如家用冷氣機、電冰箱、冰涼飲水機等都可依相同的作用原理，推察疑難，所有問題都可迎刃而解。



附圖(一) 冷氣系統循環圖



附圖(二) 抽灌冷媒作業圖

說明：1. $\frac{HIGHT}{P \propto T}$ 為高壓高溫狀態， $\frac{LOW}{P \propto T}$ 為低壓低溫狀態。

2. AIR 表示該節管路內冷媒為氣態，HYD 表示該節管路內冷媒為液態。

3. HP 為高溫高壓表，LP 為低溫低壓表。

九、渦輪增壓機 (TURBOCHARGERS) 簡介

譯序：

自從發生石油危機以後，在世界上每一個角落均可聽到“節省能源”的口號。尤其對於汽車而發的口號更甚，因此對汽車如何節省能源更是全世界的汽車製造廠家研究發展的重要課題。

節省能源措施就汽車構造而言，已從進氣增壓器 (Super Charger) 演進為渦輪增壓器 (Turbocharger)。裝置渦輪增壓器的汽車，一般說來，可節省燃料 10%，馬力增加 30% 以上。若裝置於柴油引擎，則除上述優點外，還有排氣噪音減小，低轉速的扭力增加，加速快 (如汽油車) 且強勁有力及減少冒黑烟等優點。

從前僅在賽車用的跑車上才可看到的渦輪增壓器，近幾年來在歐美日等汽車不但小轎車，連大型車均加裝渦輪增壓器以增加馬力節省能源。所以渦輪增壓器已非一種奢侈品，而成為汽車上所不可或缺之必須配裝之機件。因此特從日本 MOTOR-FAN 附冊“渦輪增壓車專輯”翻譯其原理及構造部份提供參考：

一、渦輪增壓器的機械構造 (Turbo Mechanism)

應用製造廠家的商業廣告：所謂「強有力與燃料節約」成為渦輪增壓引擎的標語。互相矛盾的兩個要素，為什麼能一致？利用多種圖表，試將渦輪增壓器的機械構造，原理詳予說明如下：

1. 為了獲得高輸出力的新產品

不限於汽車引擎，不論何種型式的引擎，欲求得更大的輸出力 (馬力) 的願望，從古時候就有，不過，寧可將提高此高馬力的技術之主題，說它是內燃機發展的原動力不會過份吧！

渦輪增壓引擎也是為了實現高馬力化而想出的方法之一。其原理是，對同一排氣量的引擎，要獲得更強的燃燒壓力時，在一般以大氣壓製成混合氣之處，先以加壓的空氣製成混合氣再供給汽缸燃燒。

大家所知，在汽油引擎是有一定的混合比，僅送入大量的燃料也不能得到高效率的燃燒。當然，為使很多的燃料在一定的排氣量內高效率燃燒，而且加上混合比為一定的條件，則必須使其吸入更多的空氣，而且在空氣本身事先加壓，並與燃料混合，送入汽缸內為必要條件。

渦輪增壓——依一般的說法，所謂增壓的系統是指將吸入的空氣壓力，提高到大氣壓力以上。因此其必要的是給與空氣壓縮的機件。在渦輪方式以前的增壓器是為了壓縮空氣使用一部份的引擎馬力。從曲軸使用齒輪轉動輪葉泵，或驅動三齒的齒輪泵 (鼓風機)，以壓縮吸入的空氣。但是此種方式，雖然可以壓縮進氣，當做馬力用的

一部份動力為了壓縮而消耗掉，有損失過大的缺點。

那麼，想提高引擎的熱效率以獲得高輸出力的要求時，到底燃料中的能量，有多少的比率使用於動力，經調查發覺損失非常大。若汽油中含有的能量為100 %時，則從汽車用引擎實際輸出的，正當馬力僅有25 %之譜。其餘75 %是遺棄於排氣中的熱能，或被冷卻水所吸收，或由機械部份的磨擦損失（所謂機械損失）消耗掉，即未能有效地活用，經分析廢棄於排氣中的能量為全部的30 %以上。

汽油含有的能量雖然達不到100 %，難道不能更有效地利用嗎？於是，由此排氣關係損失掉的能量善加利用，如能壓縮吸入的空氣，正是一舉兩得——如此研究出來，並依據排氣的渦輪增壓方式，即製成了所謂的渦輪增壓器。

2 放流型排氣渦輪增壓器 (blow down type)

約半世紀前就已有採用人採用排氣渦輪，而通用公司在1955年始開始開發使用。

使用於汽車之近代的排氣渦輪增壓器是為不使背壓增大，使排氣流路寬大，即所謂放流型（有緩壓作用）。通用公司將此渦輪增壓器採用於中小型汽車（compact car）的“雪佛蘭 考備爾”等跑車的引擎。

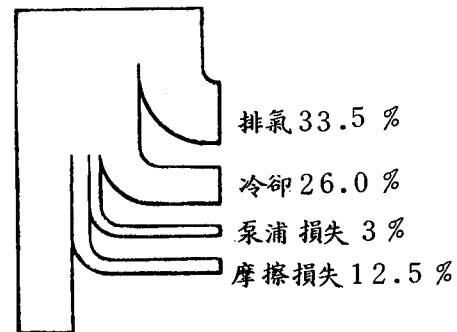
考備爾（corvair）是將氣冷直列6汽缸2.4公升引擎裝置於後面，屬少見之RR（Rear engine Rear drive）車，以當時的美國車的馬力水準來說，其輸出力為100馬力（SAE）是略為不足。於是，在1962年選擇於跑車型的MONZA加裝渦輪增壓器，其輸出力一舉提高為150馬力，於1965年以後的車更提高到180馬力。

在多產販賣車的規格，此MONZA獲得大成功，約賣出6萬台。但考備爾被指責其轉向穩定有問題，在美國車是全然獨特的，其壽命意外之短令人惋惜。通用公司則與此並行，因高性能生意好在中級型式的oldsmobil F 85的V 8引擎也裝用排氣渦輪增壓的組件。3.5公升155馬力的引擎裝用此組件提高到215馬力，但未被推廣。裝於此F 85的渦輪增壓器是Airesearch製的，增壓力是 0.42 kg/cm^2 的型式。

其後，對販賣車用渦輪增壓器一段時期並未用比提倡。但在一定排氣量中提高輸出力都儘了最大的努力，尤其是在賽車世界推廣中確實有了成果。

汽油引擎熱能分析圖

燃料的全熱量100 %



輸出正當馬力25 %

3. 渦輪增壓器的構造和功能

不變更排氣量，又迴轉數也不隨便提高，為什麼裝置渦輪增壓器馬力立即會增加30%或以上呢？於此必須利用所謂「充填效率」的術語加以說明。所謂充填效率就是指汽缸內能夠吸入空氣的能率，即實際吸入新氣的重量，除以其汽缸容積能充滿新氣的重量（在標準狀態下=15°C，1大氣壓時）。

在很普通的化油器，全開時的充填效率在於60~85%之間，但吸入的新氣如加以壓力則不只100%，可達到200%以上，而且引擎的輸出力是和充填效率成正比。如希望得到高輸出力，則使其吸入高壓縮的空氣即可。像壓縮此空氣的力量，想利用浪費掉的排氣之能量就是渦輪增壓器，其意可說減少能量的損失並可得到高輸出力一舉兩得的系統。

其本體是在排氣的流路中裝置葉輪（排氣渦輪），依其迴轉轉動離心式壓縮機（渦輪與壓縮機裝於同一軸上），是很簡單的構造。渦輪殼是製成旋渦狀，從渦輪葉輪的全周，廢氣就以均等的速度向葉片排出。碰到葉片使葉輪產生迴轉力的廢氣就轉變90°的流向而從排氣管排出。

廢氣含有的壓力的能量，如何有效地，且不使引擎負擔負荷而改變為迴轉能量，這是關鍵問題。但恰如蝸牛的形狀製成廢氣的通路，是為了將通路的斷面逐漸縮小。葉輪愈小其慣性損失愈少。並能耐高迴轉，最近的有製成60mm以下外徑者。

更重要的是，此葉輪的耐熱特性和平衡——即材質的加工精密度。廢氣溫度為700~800°C，葉輪的迴轉每分鐘高達10萬~15萬轉。因此葉輪要能耐高應力，且在高熱中也不變形才可以。外徑小又重量輕是很適合，但拉應力大，所以宜使用耐熱性高的鎳合金之精密鑄造品。而且葉片均需要經過細心的重量平衡工作，並且同時需要在超高速迴轉時能確實潤滑的軸承，因此心軸也使用耐熱性高的鎳合金，及全浮式的軸承。其構造是如鋁合金性的軸承完全浮於油膜上，並給予足夠的機油量。於是心軸的僅有極微的間隙被油膜的彈性所吸收。但是，此軸承的油封必須選用特優者，如有漏油的現象即造成故障的原因。

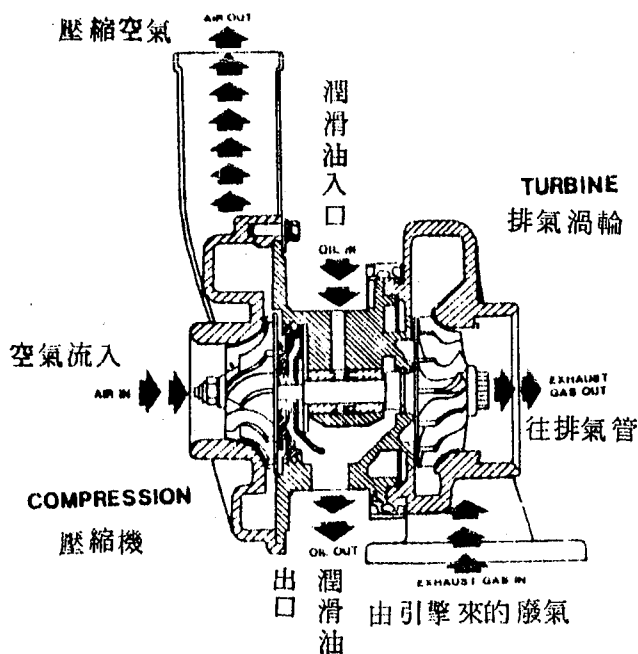
4. 增壓的設定為重點

渦輪增壓器的原理或最近的系統演變，在為提高輸出力所附加的裝置其理想之處，可知並無其他種類可比。

既然如此，製造廠家頗有歷史，為何迄今市販車尚未看到？可能會遇到此疑問，當然，修理包在數年前即出售，在賽車界從保時捷（Porsche）或BMW開始，愛華羅密歐（ALFA ROMEO）或雷諾（RENAULT）也完成了強力的渦輪增壓器之裝置。

這種賽車用機器的最終目的是一味追求性能的優異，過渡期間的特性或可駕駛性

放在其次並不稀奇。但是市販車是在一般市區行駛的車輛，如像賽車用的方式極力提高壓縮壓力則屬浪費。其原因是渦輪為風車之一種，從慢車忽然開啓油門，因而混合氣被吸入，燃燒，成為廢氣排出的排出量不增加則渦輪的迴轉不會上昇。急加速也是一樣，急加速而使渦輪的迴轉上昇要有時間遲延（time lag）。於是這將使增壓愈高，慣性愈大而失去敏感的反應特性的趨向。



渦輪增壓器 本體構造圖

原來，在增壓器非常有效的發動機，如航空機或船舶，以及產業用引擎是保持一定速度的迴轉之使用方法，而不得不時常使迴轉數上昇或下降的行駛市區的汽車引擎，在可駕駛性方面留有些困難問題。

為使與節氣門的開度成比例，而敏感地控制迴轉數，不隨便增壓為重要之事。於是，當增壓後有效的迴轉數要儘量低，即設定於常用範圍。這樣做，不能提高到有名引擎的輸出力40%以上，但扭力的範圍比較寬，在常用範圍也可得到使用自如的性能。施行增壓器控制的是所謂廢氣排除閥（Waste Gate）的壓力調整閥，其功能是，當排氣壓力增高，就將多餘的廢氣經旁路送出排氣管。

增壓力如過高，則不但可駕駛性反而不好，在產生充分增壓的階段（低速迴轉範圍），會降低引擎的扭力，熱效率也會降低。其理由是，欲增壓時為防止敲擊現象，不得不將其壓縮比設定於低值。

在日本市販車其渦輪增壓引擎的代表者，以日產的L 20 E.T 型引擎為例，增壓壓力為 0.46 kg/cm^2 ，其設定值比較低。因此汽缸內的爆發壓力是在頂點時由 43 kg/cm^2 增加到 46 kg/cm^2 僅提高 3 kg/cm^2 。但是，雖然如此扭力與L 20 E型引擎相比則從 17 kg-m/4000 rpm 提高為 21 kg-m/3200 rpm ，增加很多，並且產生最大扭力時的迴轉數低，在容易使用方面提高很多。

5. 省能源型渦輪引擎是什麼？

使“增壓”加大的缺點是，因充填效率提高，每單位時間的燃料吸入量增加而最高爆發壓力也上昇——即引擎的機械負荷增大。

這樣輸出力會增加沒有錯，但與無增壓時相比，這些活塞，連桿或曲軸以及汽缸蓋螺絲等，不強化就不能耐強力的爆發壓力，也不能說沒有破壞引擎本體的可能性。

僅25%的增壓率（壓力增加25%），爆發壓力提高到50%。市販車的高性能以跑車著名的Porsche Turbo時，和無渦輪的911系列完全不同的，其使用經強化的專用零件是，使強度或剛性增加，可說是指安全又有信賴性的高性能引擎。

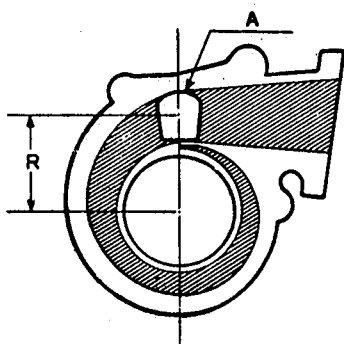
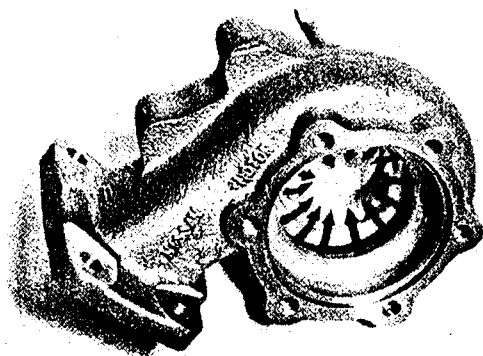
在L 20 E.T 型的引擎，活塞對爆發壓力是敏感的部份，所以增加其肋條（rib）的厚度和強度。另為加強潤滑能力之目的，變更曲軸肖的機油孔，機油泵本身的能力也從每一迴轉 14.5 C.C 提高到 16.4 C.C。又L 20型的汽缸體、曲軸、軸承等，原來就有加強，沒有為渦輪規格而特別變更。

在這裡提出一個重要問題。即加裝渦輪增壓器以增加輸出力及扭力時，不能使用過大的渦輪增壓器。使用直徑小的葉輪，少量的風也會提高迴轉數，但是大量的廢氣一下子流入時，可能被阻塞而流速減緩，引擎的背壓增高，等於拉阻風門的作用而引擎本身的效率低落。即引擎在低速迴轉時，也欲讓渦輪發揮效用時，渦輪愈小愈好。但是在高速域即不易提高馬力（因背壓增高，在限壓閥的多餘廢氣不得不由旁門排出）。如賽車一樣，以連續高迴轉來獲得輸出力時，應使用直徑略大的渦輪增壓器，但可能要犧牲低速域的效率。

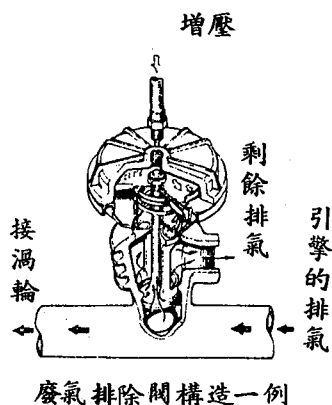
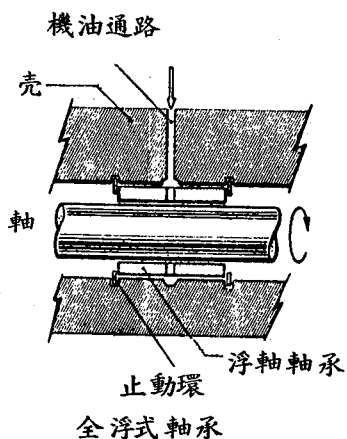
在L 20 E.T型時最高的增壓定在 350 mm/Hg （ 0.46 kg/cm^2 ），此項增壓如設定引擎的迴轉在 2,400 rpm 就可獲得。在此時點，渦輪的迴轉達到 8 萬rpm。於是，有趣的是，當引擎迴轉在 1,000 rpm 時，已經開始增壓了。所以在市區行駛時，也均能在增壓狀態使用。

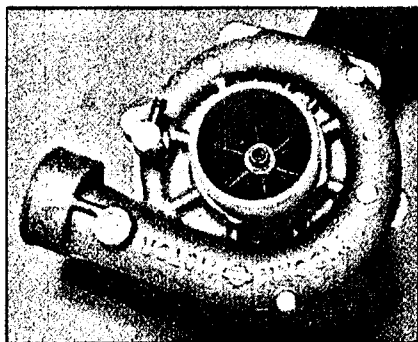
對於日產的系統，雖然說同樣的市區用渦輪，在保時捷時，因有一點跑車意味，在 2,000 rpm 以下，會顯出動力的急降。超過其迴轉域後，扭力無段落，可以輕鬆愉快的加速。於此相比較，在此前就有的 930 渦輪，含有完全跑車渦輪的特性，轉速不達到 4,000 rpm，就不能體驗出增壓效果。因此 924 型尚可稱為省能源型。

SAAB 900 渦輪，正是市區渦輪的設定。可相應需求給與增壓，而獲得較強的

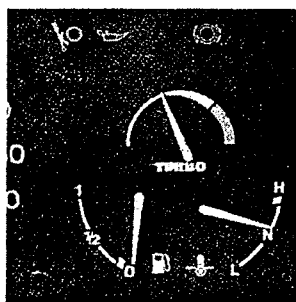
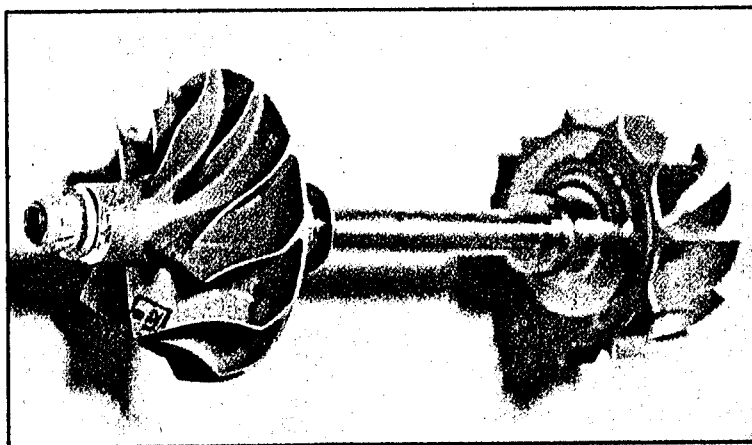


渦輪殼。流入的排氣瓦斯，從渦室約經全周以同樣速度流出。相片前方的洞是裝入渦輪的葉輪，但可看到箭頭的地方是排氣瓦斯的出口。瓦斯通路的斷面如下圖，其渦縮處的斷面積(A)與斷面積重心至渦輪中心心的距離 (R) 之比，即 A/R 比是表示渦輪之特性。





壓縮機。從中央吸入的空氣經葉輪壓縮向外周方向送出，其基本型式是離心式壓縮機的構造。其可適用於轎車的小型渦輪增壓器是因壓縮機的性能提高之點比較大，其構造着重於稱為後旋曲葉輪（Backward Curved Impeller）的壓縮機葉輪的形狀（如相片）。



裝於市區渦輪 SAAB
900 渦輪增壓器，在儀
錶板內設置升壓計，以
指示壓縮機的壓縮增壓

輸出力，在平常的行車依寬大的扭力範圍，看準其容易駕駛和反應之良好這一點。在儀錶板內裝有升壓計以指示增壓力，行駛中可以瞄視渦輪增壓器的增壓效果。

6. 保留動力的渦輪增壓器

日本的市區用渦輪增壓器的性格是不使排氣量大，而在引擎的常用迴轉域讓其大有動力感，並使扭力大駕駛特性良好。因增加排氣量而對繳稅之不利，或減少惰速時的燃料費，於常用速度時依賴渦輪增壓器的功能而獲得充足的動力。今已傾向於此方面的努力。

但是最近在美國所生產的渦輪增壓器，是所謂額外的動力（EXTRA POWER）——即為駛入高速公路等，瞬間能輸出強大的輸出力而設計的。原來，在美國車以5公升的大排氣量引擎裝載於大眾車的理由，是確保此額外馬力，使駕駛技術差的人在緊急時，考慮其只要腳踩油門就很容易地獲得大馬力。因此，無論在市區行車，在高速公路長距離行車中，那樣大的排氣量引擎確實浪費很多。

於是，強調節省能源政策並同時將車身輕小型化，排氣量也儘量減小，同時選擇為緊急時所準備而裝用渦輪增壓器這方向。福特MUSTANG也從原來5公升V8；減少一半以下成為2.3公升4缸的體輕型引擎。

渦輪的用途到底還是額外的動力，輸出力有120馬力，比未裝渦輪之2.3公升引擎增加54%的馬力，扭力也提高了34%。於是在渦輪增壓器獲取效果之領域，是要儘量踩下油門始能獲得。在日本或歐洲的感覺，要降低一擋駕駛時，習慣於自動變速的美國駕駛人，是踩下油門以待渦輪增壓器的功能來駕駛。僅在這種情形時行車，為此設定渦輪的動力。

7. 渦輪的應用無限

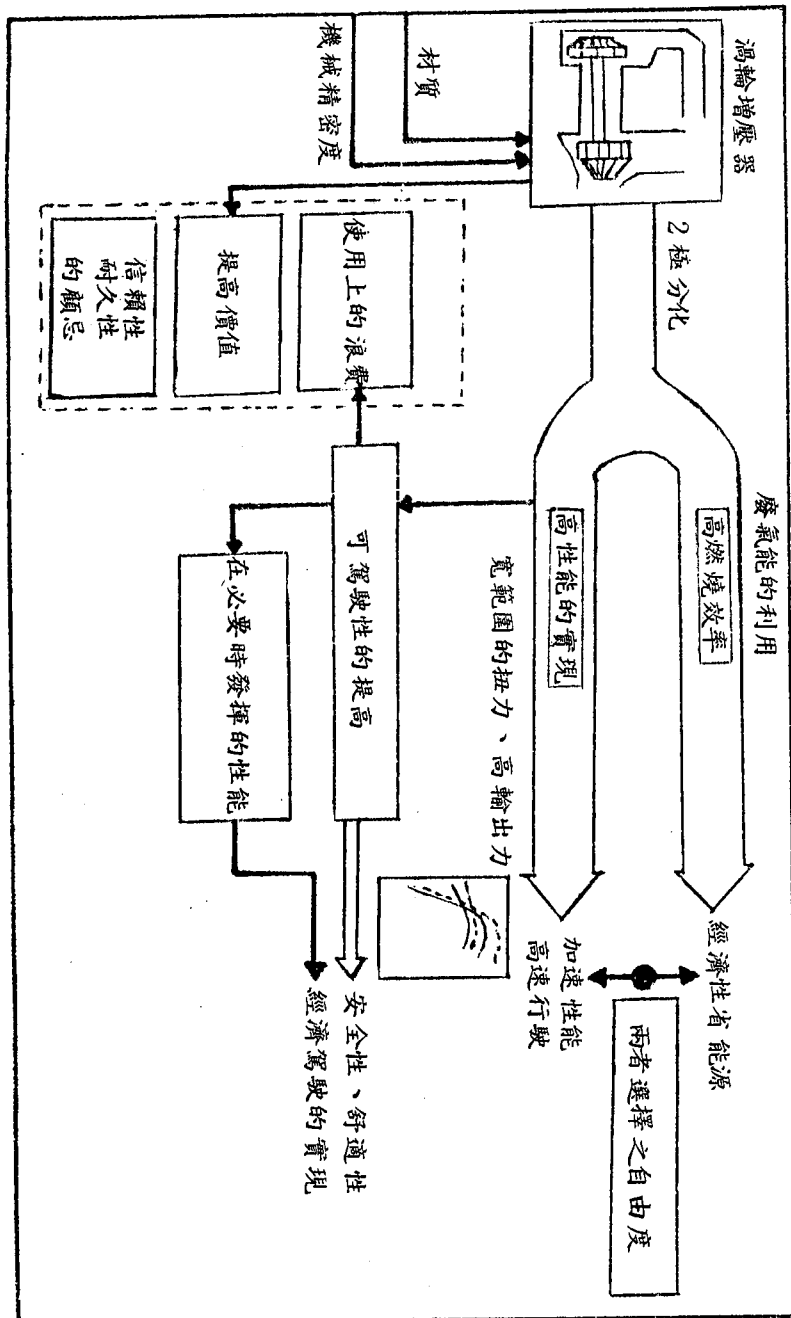
從所謂“渦輪增壓引擎”這句話的印象，無論如何都會連想到賽車的引擎，好像隨意提高迴轉來獲取高輸出力一般。如此想法並沒有錯。在此10年甚至以上，例如Indy 500 mill 賽車，或F-1 賽車，又在很多旅行用車（touring car）之中，渦輪增壓器已經有輝煌的成果。現在尚求超高性能的歐洲各製造廠家，以渦輪規格的跑車為賽車的被認同而出現。

雖然是一句老話，為賽車活動出現的機械正是「動的實驗室」，也是為追求性能的技術人員最好的舞台。可是，渦輪因使用的不同，不僅是追求動力型，也可以獲得燃料能源有效地轉變為輸出力的系統。

為了裝用渦輪增壓器，燃料費的節省率就急昇，是不能期待的。換句話說，不裝渦輪增壓器而欲得到一定的動力性能，不如使用渦輪增壓器而獲得同樣的動性能，對燃料費可以有效地改進。

另一方面，“在增壓”的次第設定中低速的扭力會寬域的增加，而製造容易駕駛

渦輪增壓器的優劣點



的車輛。幸好，組件的信賴性也非常理想地逐漸提高。當然，在賽車活動，追求更高性能的特性，使用雙渦輪（TWin Turbo 將廢氣分2支管排氣，而各裝一組渦輪壓縮機），又在迴轉引擎（Rotary Engine）裝上渦輪增壓器的方法也逐漸採用。

同時，汽油引擎以外的發動機，即在柴油引擎的世界，很早就採用了增壓方式。為使能獲得穩定的高輸出力，又能將燃料經濟地轉變為動力的“能”之方法。當然柴油引擎的完成比例比較高。

可是轎車用的柴油引擎，是剛導入渦輪增壓器的階段，其尚有發展的餘地，對汽油引擎來說，其發展尚在未知的領域。

與更好效率的引擎之精華看齊腳步，所謂渦輪增壓器的要素本身也隱藏著無限的發展性！

二、渦輪增壓器組件的選擇和裝置要點

現在不僅是跑車（Sporty Car），連家庭用車（Family Car）的範圍也出現了渦輪增壓器，也就是渦輪增壓器的繁榮時期來了。

原來使用於賽車來到汽車世界之渦輪增壓器，裝於市售跑車，終於在日製轎車也傳達了渦輪增壓器化的風波。

渦輪增壓器的理論根據，決不是新發明的。不僅是前述的大製造廠家的渦輪增壓車，船舶或卡車用大型柴油引擎、發電廠的柴油引擎，鐵路柴油引擎等，轎車以外的範圍普及率也很高。但大製造廠家雖然投資開發也有很多難以發展的因素。不但如此，個別的組件的開發也非常困難。又對其理論的不同應用，渦輪增壓器的特性就顯現出來。

於此，一面學習渦輪增壓的基礎知識，另將對市售渦輪增壓器組件的裝置要點，或有關車主應該瞭解的地方簡述於后。

1. 渦輪增壓器的理論

雖然說渦輪增壓器，其理論並非另有魔術。根據熱力學的自然現象，以內燃機的基本構造和特長善加利用而已。

內燃機的輸出力是依在單位時間內所燃燒的空氣量（容積）、熱應力、機械應力而限定的。所以欲將輸出力有效的增大時，在汽缸內壓送大量的空氣和汽油的混合氣，是最確實有效的方法。即為了要輸送比通常還要多的空氣，須裝置增壓器或壓縮機，強制壓送混合氣進入汽缸內，以提高燃燒時的平均有效壓力，並不需要變化迴轉數，也可以大幅提高輸出力。

汽缸吸入空氣的能力一般以充填效率（也即容積效率）表示。這是被吸入混合氣的壓力或體積增大，溫度就低，汽缸內殘留的瓦斯愈少其比值愈大。又充填效率會依吸入系統的內面摩擦，形狀或阻力而減少。所以內燃機的輸出力和充填效率完全成正比例。也即如欲獲得最高輸出力，有必要提高其比例的充填效率。

在普通引擎的場合，化油器全開也只不過是 60 ~ 85 % 的範圍，但附裝進氣增壓器的引擎可以一下子增大 100 ~ 200 %。若為渦輪增壓器時，為提高充填效率的增壓器之驅動動力能源，取之於一般汽油全部的 33.5 % 熱能廢棄於大氣中的廢氣這才是它的特徵。其以目前節約能源之觀點來說確實是再好也沒有了。

2. 渦輪增壓器的機械構造

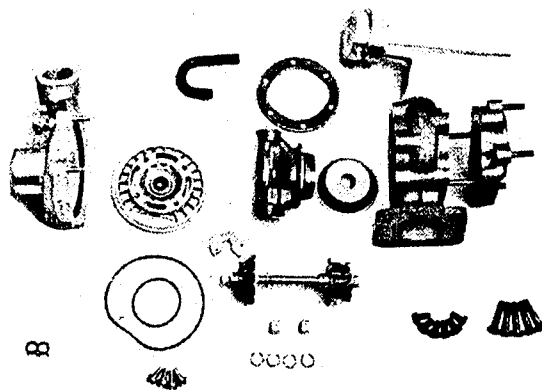
渦輪增壓器是，渦輪和離心式壓縮機連結在同一軸上的簡單機件。小客車的小型引擎用的渦輪增壓器，渦輪的最高迴轉數確可達到 15 萬 rpm。所以迴轉中的渦輪不斷地受到 800 °C 以上的高熱，並且常受到很大的應力。於是一般均使用拉應力高，耐熱性高的鎳合金充作渦輪的葉輪。

又支撐連結渦輪和壓縮機軸之軸承的潤滑也成問題。軸的材質也使用耐熱性高的鎳合金。又 15 萬 rpm 的高迴轉軸是由全浮式的軸承支撐著。

無論那一種，渦輪增壓器組件本身，各製造廠家今均已達到完成的階段。在市售使用渦輪增壓器組件有名的製造廠家（西德 KKK 公司或美國 Garratt Airesearch，日本石川島播磨重工業）的組件，在此際依渦輪增壓器的特質，可以說已達到只要考慮對引擎的適合性的階段。

渦輪增壓器是壓送空氣的壓縮機，所以只要給予一定的迴轉就可以繼續供給確實的最高增壓。可是，用於汽車時，引擎迴轉是 1,000 ~ 6,000 rpm 的寬大範圍的變化，渦輪本體的迴轉（也即增壓）也隨著變化。

Garratt Airesearch T03，適用於 1.5 ~ 公升引擎



增壓的極端變化給予引擎的影響並不好，所以對廢氣的背壓調整至一定的控制成為必要的手段。

此廢氣背壓和增壓的控制之設定是與所謂的渦輪增壓器的時間遲延 (Time

3. 提高壓力 控制的變化

對這種渦輪增壓器的壓力控制方法，迄今製造廠家試創了種種的研究發展工作。於是在這裡介紹代表性的控制系統。

(a) MAY SYSTEM (如圖 1)

瑞士的 MICHAEL MAY 在福特 V 6 開發的系統，這是在渦輪增壓器和化油器之間設置壓力閥，管路內的壓力如超過一定壓力時壓力閥就打開，將空氣送回渦輪增壓器之前的系統。

此種系統，BMW 2002 渦輪增壓器也經改良裝用。機件簡單價廉容易保養。相反的，在效率方面引擎在高轉、高負荷時渦輪有不必要的連續增壓之缺點。又在耐久性方面也不能說最好。

(b) GARRATT SYSTEM (如圖 2)

衆所周知的渦輪增壓器組件的製造廠家 GARRATT AIR RESEARCH 開發的系統。這是廢氣達到一定壓力以上就從廢氣排除閥 (Waste Gate Valve) 經旁路，將此多餘的廢氣直接送入排氣管的更進步的系統。保持捷公司在基本上也使用 Garratt 系統，另在渦輪增壓器和節氣門之間也設置壓力調整閥 (Blow off Value)，將增壓的進氣之多餘空氣經旁路送至壓縮機的入口處的系統 (如圖 3)。

此種 Garratt 系統，如今大部份的渦輪增壓器均經改良後在市面銷售。

(c) INSTANT TURBOKIT (如圖 4)

從 1970 年代前半，在美國開始發售給各車種用的無壓力控制之簡單系統為主的渦輪增壓器。

尤以較低的增壓，使大排氣量引擎增壓，因其機構簡單，適用而被開發當然不能說效率很好的方法。

上列幾點代表性的系統外，其他尚有 SAAB 使用的所謂“巴斯特拉系統”的簡單系統等，很有變化。

無論那一種系統，渦輪增壓器的基本設計，可以說是以壓力控制之設計為重點，同時也是購買組件的選擇要點。

4. 日製渦輪增壓器的特徵

約六年前，裝於一般車用的組件 (渦輪增壓器 元件外包含為有效地使用而製的進排氣歧管、閥門、墊片等全部配件) 就在市面發售。今以渦輪增壓器的構成和特徵簡介如下：

(a) SK 三陽渦輪增壓器組件 (如圖 5)

日產 L 型 (20.28)、Z 型 (16.18.20)、豐田 2 T - GEU、M (4 M)

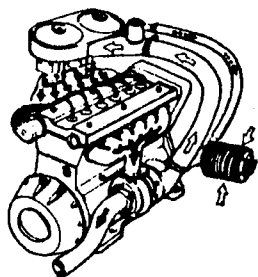


圖1 MAY SYSTEM

在進氣側設置調整閥使壓縮空氣再循環。

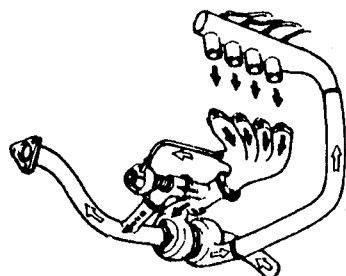


圖2 GARRATT SYSTEM

由於Garratt Valve 把多餘排氣瓦斯經旁路排出，閥之開關由排氣瓦斯的背壓控制。

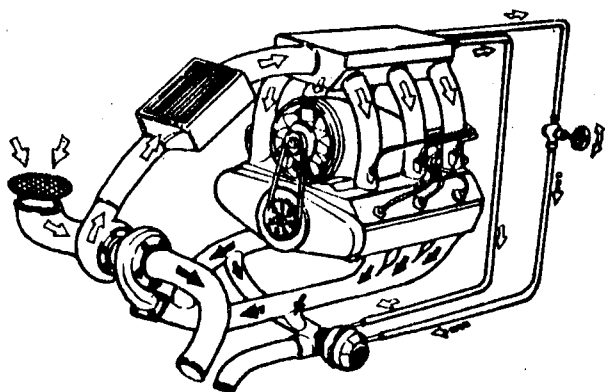


圖3 PORSCHE SYSTEM

由garratt 式調整閥把多餘排氣瓦斯排出，同時也在進氣側設閥，使增壓經控制而成為可變。（僅使用於賽車）

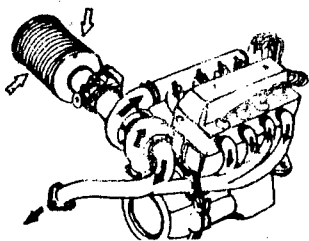


圖4 INSTANT 式 TURBO KIT

完全沒有壓力控制，直接把
渦輪增壓器連結的最簡單之立即式系統

→ 排出瓦斯的流動

空氣的流動

混合氣的流動

多餘瓦斯(排氣和新氣)的流動

——Eu、5 M、18 R——GEU用組件已經在市面發售。

渦輪增壓器元件本體是由日立製作所新開發裝造的。其本體含有設置壓力控制用的廢氣排除閥之小型渦輪。

經過空氣流量錶的進氣被渦輪增壓器增壓，當增壓超過一定壓力後，由廢氣排除閥通過旁路而將廢氣送入排氣管的 Garratt 方式。

又萬一，廢氣排除閥作用不良時，進氣歧管前的超壓閥(over pressure valve)就開啓保持一定的增壓，裝有安全裝置是其特性。

又利用水溫感應器的控制系統，依進氣歧管內的增壓以控制燃料供給系統。這是預防無增壓時燃料費的上昇，“增壓”上昇時的燃料能有效地控制。

渦輪增壓器在引擎2,500 ~ 3,000 rpm 時就顯出效果，扭力曲線也急速上昇。雖然全都是簡單系統，但其信賴性高。

(b) KEINS TURBO

已發售高爾夫、柴油用高爾夫之兩種類。高爾夫用(如圖6)渦輪增壓器在接往進氣歧管而從增壓器來的管路上裝置一只閥門，使在一定壓力以上之多餘廢氣直接排出的簡單構造。

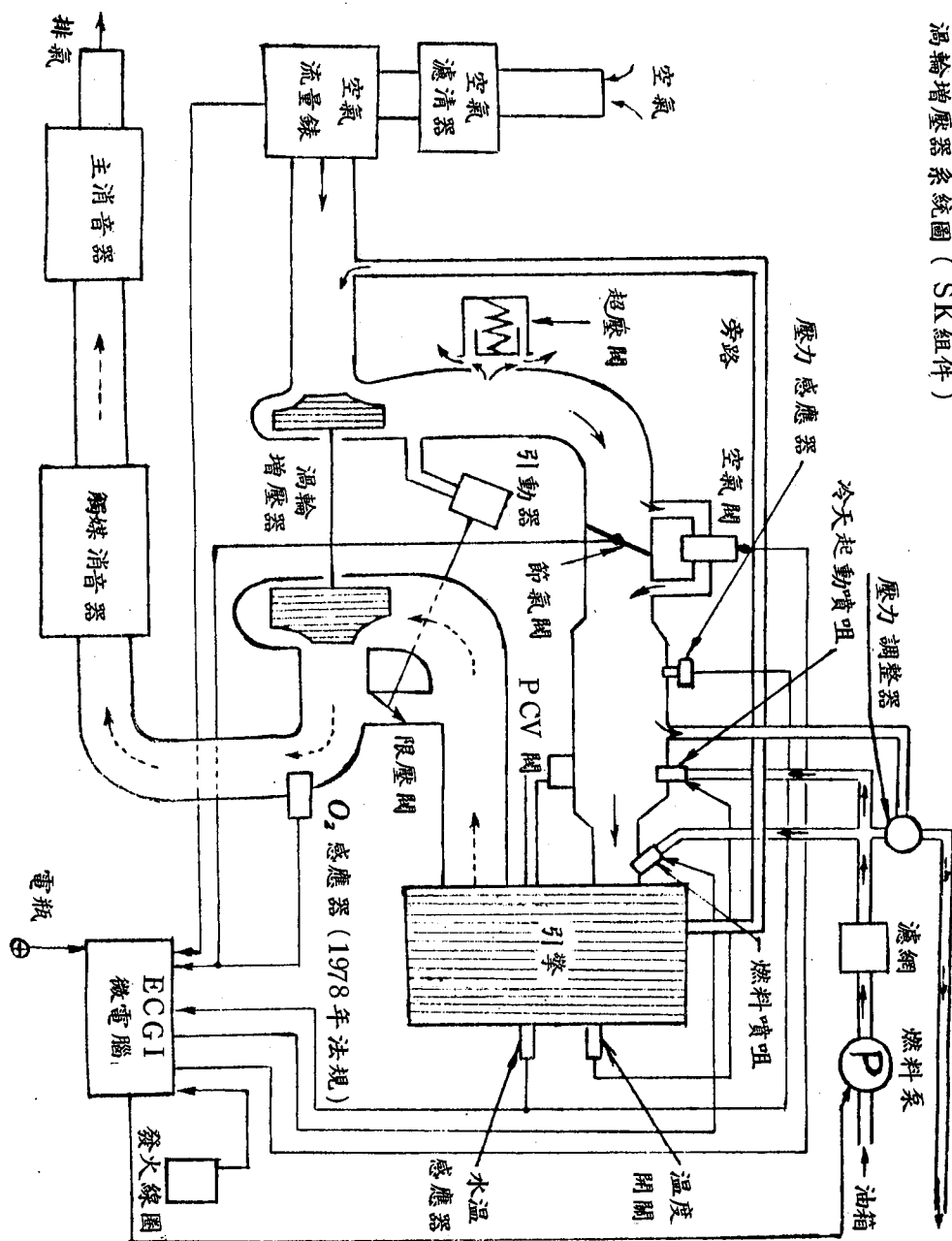
柴油用高爾夫渦輪增壓器，是在空氣濾清器內裝一個所謂定壓閥(PRESSURE MODULE VALVE)的壓力閥，以控制進氣壓力，這也是很簡單的系統。增壓力低，配件也很少，是故障少，有耐久性，而價廉的系統。

(c) BAE TURBO

美國加洲的BAE廠開發的系統。有驚人的變化，例如V8、6公升的美國車，BMW 2公升直列4汽缸，同廠3.3公升直列6汽缸，2.8公升直列6汽缸，貴婦人(FAIRLADY) 280 E，RX-7，保時捷911等，堂堂超過50種車的變化。均是車主可以自行裝用的簡單構造之系統。

如前述，多用於外國車也是其特色。例如BMW 320i(如圖7)控制閥裝置

圖 5 渦輪增壓器系統圖 (SK組件)



於增壓器和進氣歧管之間。

這也是沒有複雜的壓力錶或金屬組件、感應器，耐久性大的價廉而實用的渦輪增壓器。

依變化值，有適合含廢氣排除閥 (waste Gate Valve) 正式的系統之車種，在這方面可由製造廠家設計適合該車種用的渦輪增壓器。

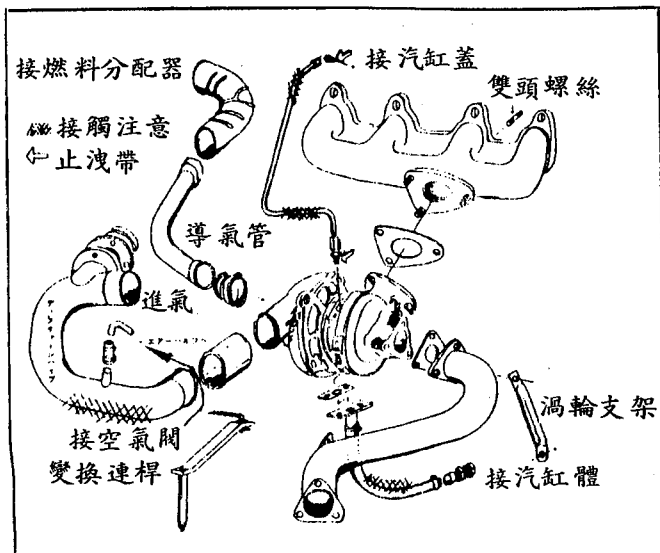


圖 6

(d) 4 VALVE TURBO

專賣豐田車的服務中心，也出售 4 VALVE 基本的全日製渦輪增壓器組件。

主要構成配件為渦輪、廢氣旁路管、空氣流量錶、氣室、EFI (電子控制燃料噴射 ELECTRONIC FUEL INJECTION)，用電腦接受器 (COMPUTER ADAPTER)、各種感應器、背壓計等。其特徵是此構成也施於引擎本身的調諧，有更提高總性能的功用，以完成度高而實用的高性能渦輪增壓器為目標邁進。中間

冷却器 (Inter Cooler。冷却增壓器的裝置) 以任意選擇品出售是正確的。

以 18R-G 系列為例，裝用鍛造活塞或強化的汽門彈簧，汽門座形狀等也變更迫出約 195 馬力的輸出力。

總之，所謂的渦輪增壓器組件可以說是不同調配之渦輪增壓器裝置。

(e) HKS TURBO

HKS 是日製渦輪增壓器的老店。不但如此，渦輪增壓器元件以外的配件均自製，

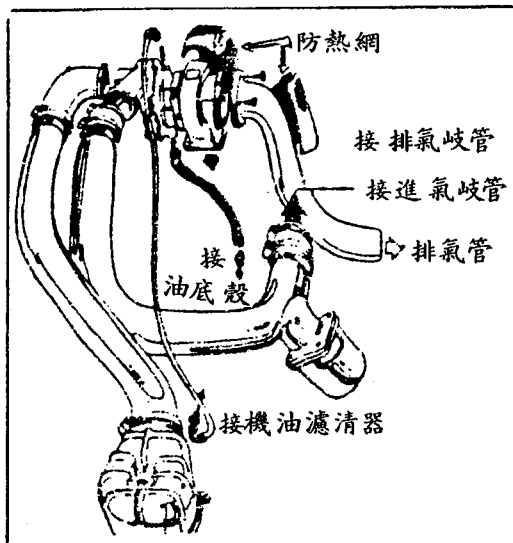


圖 7

引擎本體也大幅改良後裝置，使各種車有最適當的配合。例如 2 T - G E U 渦輪增壓車有 172 馬力、L 20 渦輪增壓車有 185 馬力，產生強大的輸出力。

可能有複雜的系統，價高調整也困難的一面。但依其優良的機構仍然達到高輸出力。這也是正確的渦輪增壓器配件。

(f) 渦輪增壓器和引擎的配合

現在，將提及渦輪增壓器裝置於引擎一般所能遇到的種種問題。從日產的 L 20 E T 的開發談起。

一般人說使渦輪增壓器的增壓愈高，則引擎本體的強度之安全範圍愈小。又使目標上的壓縮比低。實際上被增壓如賽車引擎的壓縮壓力會在汽缸內產生。L 20 E T 的情形，據說活塞的厚度增加或機油孔也有變更。又為了提高渦輪的潤滑能力，機油泵容量也增加了 13% 以上。又汽缸蓋螺絲也增大至 12 mm ϕ 並強化之。其他汽缸體或汽缸蓋、軸承或曲軸等原來的強度足夠沒有問題。

又在 L 20 E T 使用的渦輪增壓器 (Garratt Airesearch 製) 是 60 mm ϕ 直徑的小型增壓器。使渦輪的直徑小，能以低壓的廢氣供給高迴轉，提高增壓，但因廢氣壓力上昇，背壓隨著略為過高。相反地使渦輪直徑增大由低迴轉而高迴轉可以提高最大的效率。

又受到廢氣的能量，以變為迴轉的渦輪葉輪的形狀之特性也會變化。從排氣歧管進入渦輪的廢氣是，旋轉葉輪而轉變 90 度方向而排出。但在渦輪內的廢氣依通路之渦捲法 (壓力能 \rightarrow 變換為速度能) 與引擎的相性就決定下來。在這一方面成為渦輪的選擇問題。但也不能一概而論，說裝了渦輪增壓器馬力即增加那樣簡單的事，希望能瞭解這一點。

其他 L 20 E T 的開發，對凸輪形狀的要素，點火正時的設定 (通常是相反，在高迴轉時延後) 等，有種種的難題。

當然在大製造廠家出售的商品以 100 % 的完成度和耐久性為實現目標；未製成前的 $\times \times \times$ 式的強化或改造可能亦已實施。

但是，現在汽車工學的進步，已達到超過我們一般車主的想像之境界。從渦輪增壓車也是其產品來說，未必這些製造廠家的對策無意義。莫如，以此理論之下製造完成的車，在那一方面渦輪增壓車設計的困難程度可以想像得到。

一般的渦輪增壓器組件是提高動力為目標之故，這一方面力學上無根據的場合也會產生。當然本文介紹的配件或其他渦輪增壓器組件是經過反覆試驗後而設計的。可是到底還是調諧的手段之一。此仍請明記於心比較好。

此乃裝置渦輪增壓器，大幅增加動力時其系統本身也當然要配合考慮。驅動系、傳動系、懸吊的設置、齒輪比等的耐久性或互相平衡有必要妥善處理。

常說調諧工作無止境，獨創的製造廠家的規範車愈調整愈難於平衡。

在MOTOK-FAN雜誌的報告書上，在裝市售渦輪組件的時候和其他正常部份的平衡之困難亦有所報告。

可是，此無止境的調諧工作，在狂熱者可以得到製造和嘗試（Make and Try）的快樂作業沒有錯，當其達到完成的境域時也是狂熱者的喜悅。

無論如何，購買市售渦輪增壓器時，要配合預算和選擇我車引擎能適合的組件，並勸你先試駛裝有組件的渦輪增壓車，以便確實瞭解渦輪增壓車的性能。

欲改變為比大量生產的渦輪增壓車所沒有的強大增壓引擎，今後應注重於新的調諧方法，並加以研究發展，就指日可待了。

拾、結 語

本路完成後為本省內陸交通之大動脈，其直接促進經濟發展，社會繁榮及人民福祉關係至大，因此，本路之維護保養及各項設施之改善實不能一日稍有疏忽。本處工作同仁，懷於所負使命之重大，在各級長官領導及社會人士期望下一本“敬業樂群”之信守，兢業從公全力以赴，除對工作技術要領，在施行時力求改善外，更由實際經驗中不斷研究發展，期對本路有進益，對國家有貢獻。

值茲科技發展迅速時代，日新又新，新的技術、新的材料、新的成就，可謂不斷的在創新，在這不斷創新時代裡從事本路工作同仁不僅要維護本路現有的成果，更應有責任有信心將本路帶上更美好的明天。願藉此次年報編輯完成之餘與本處工作同仁共勉之。