



交通部高速公路局
FREEWAY BUREAU, MOTC

高速公路橋梁耐震補強工程技術研討會

橋柱耐震補強工法 案例介紹

地震事件-*Lesson Learnt*



簡報大綱

RC橋柱耐震補強工法

鋼橋柱耐震補強工法



1

RC橋柱耐震補強工法



RC橋柱耐震補強

RC橋柱耐震能力不足之原因

- 塑鉸區之圍束鋼筋不足、細節不佳
- 塑鉸區鋼筋搭接且搭接長度不足
- 剪力容量小於產生塑鉸所需之剪力需求
 - 塑鉸處之剪力容量因韌性比增加而減少
 - 導致剪力不足，產生彎矩-剪力破壞
- 橋柱雖產生塑鉸，但其耐震能力不足
 - 導致彎矩破壞，須增加其彎矩強度
- 主筋斷筋點處或其附近過早降伏

RC橋柱耐震補強

■ 橋柱韌性補強

- 鋼板包覆

- 纖維複合材料包覆

■ 橋柱剪力補強

- 鋼板包覆

- 纖維複合材料包覆

- 混凝土包覆

■ 柱底續接部搭接補強

- 鋼板包覆

- 纖維複合材料包覆

交通技術標準規範公路類公路工程部

公路橋梁耐震評估 與補強設計規範



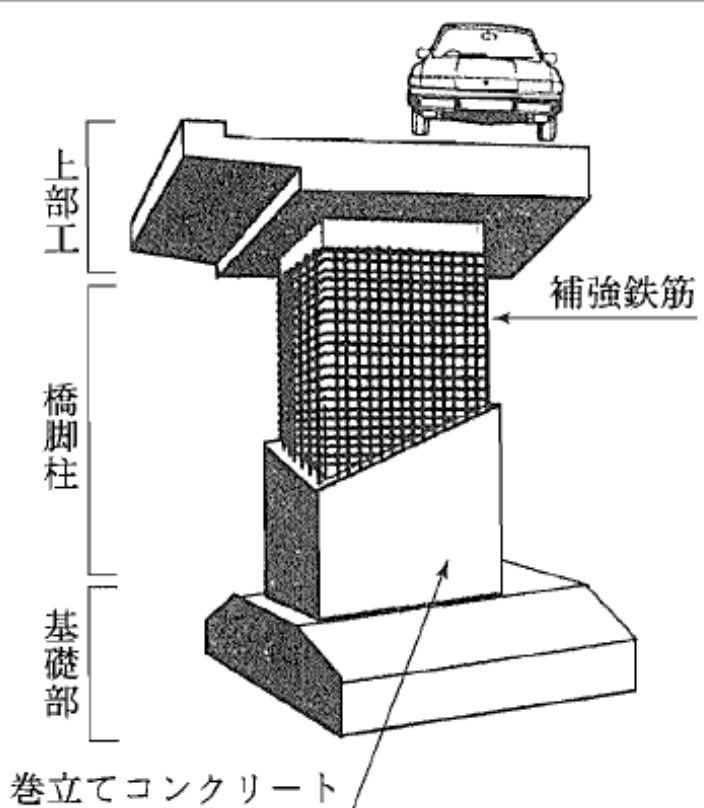
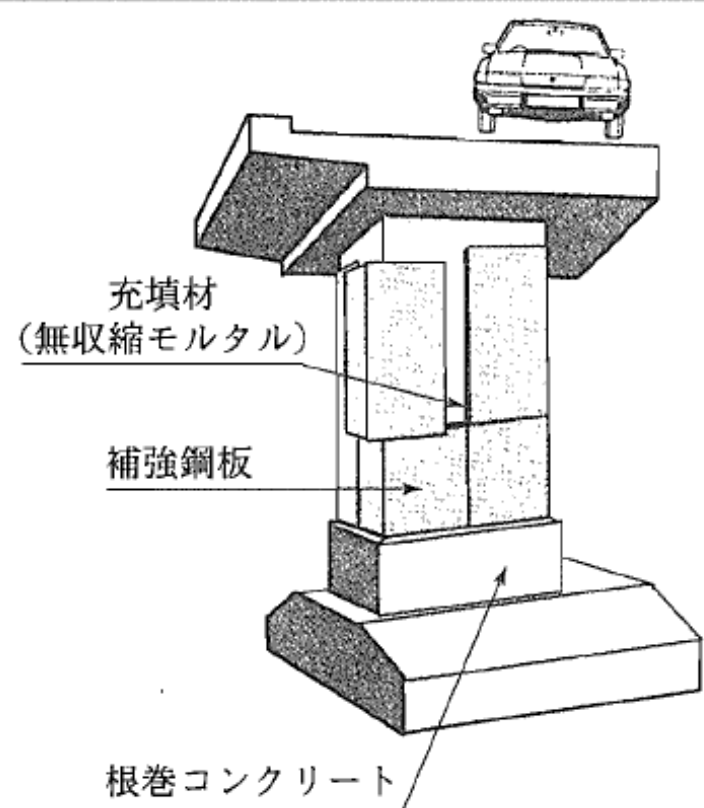
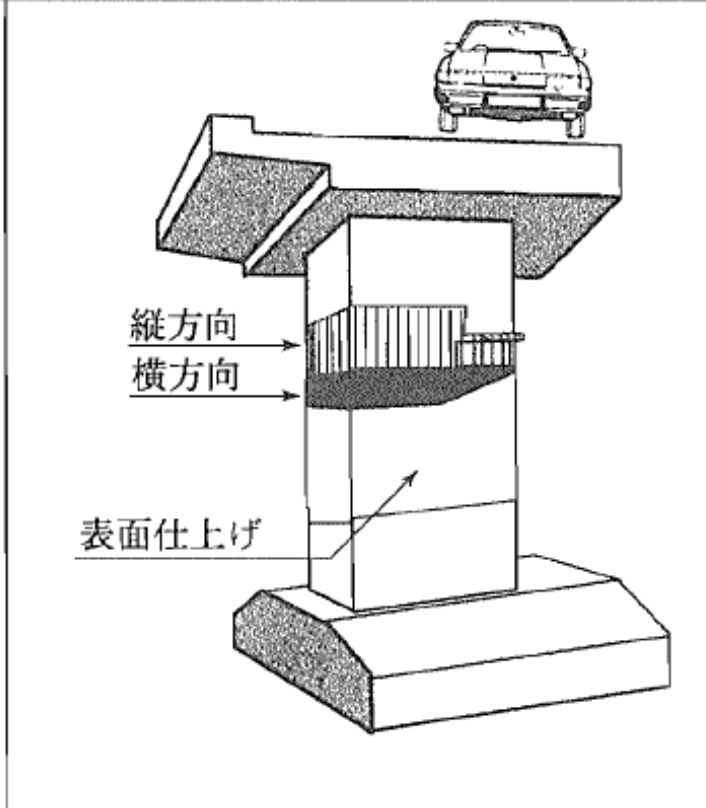
交通部頒布
中華民國 109 年 12 月

RC橋柱包覆補強

RC橋柱之耐震補強策略

- 方法一：毋調整橋柱撓曲強度提昇韌性，增加橋柱塑性變形能力
 - 藉由鋼板、RC或CFRP包覆(柱底部不錨錠)增加圍束效果，提昇橋柱韌性
 - 橋柱水平強度增加有限，基礎負擔不致增加
- 方法二：調整橋柱撓曲強度，提供地震橫力設計需求
 - 鋼板、RC包覆並錨錠於基礎板，增加橋柱強度
 - 僅在圍束補強無法達到性能目標時採用
 - 橋柱強度的增加，常引致基礎亦須補強

RC橋柱耐震補強

工 法	RC 巻立て工法	鋼板巻立て工法	連続繊維巻立て工法
概略図	 <p>上部工</p> <p>橋脚柱</p> <p>基礎部</p> <p>補強鉄筋</p> <p>巻立てコンクリート</p>	 <p>上部工</p> <p>橋脚柱</p> <p>基礎部</p> <p>充填材 (無収縮モルタル)</p> <p>補強鋼板</p> <p>根巻コンクリート</p>	 <p>上部工</p> <p>橋脚柱</p> <p>基礎部</p> <p>縦方向</p> <p>横方向</p> <p>表面仕上げ</p>
補強厚	25 cm	4 cm 前後	1~2 cm
特 徴	<ul style="list-style-type: none"> ・ 経済性に優れる ・ 維持管理が容易 ・ 重量増による基部負担増 ・ 補強厚さが厚い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 補強厚さが薄い ・ 補強効果が高い ・ 重機作業が必要 ・ 塗装の塗替えが必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 軽量で施工性に優れる ・ 補強厚さが薄い ・ 品質管理に留意を要する ・ 曲げ耐力の向上に不向き

RC橋柱耐震補強_鋼板包覆



MEMO TO DESIGNERS 20-4 ATTACHMENT B • AUGUST 1996

1. *Steel Column Casing/Design and Details*

Steel jacketing tests at UCSD were initially performed on 40% scale models of circular and rectangular columns. These casings were designed with thicknesses to provide 300 psi confining pressure on the columns in the plastic hinge zones. When columns with poor details (minimal confinement steel and lap splices at the footings) were retrofitted with shells that provided 300 psi confining pressure, their performance improved dramatically. As a result, the steel jacket will be used as the standard retrofit detail on most projects. Other systems, such as high strength fiber epoxy casings and wire wrap casings, will be allowed as alternatives as they are developed.

RC橋柱耐震補強_鋼板包覆



RC橋柱耐震補強_鋼板包覆(鋼板襯砌井式開挖)



1	鋼板襯砌擋土開挖工法開挖前點井降水
2	鋼襯板及環狀加勁圈組立
3	鋼板襯砌井式擋土開挖週圍PC加固
4	鋼板襯砌井式擋土人工開挖
5	既有橋墩表面水刀打毛
6	橋墩鋼板包覆補強銲接
7	橋墩鋼板包覆補強焊道UT檢驗
8	橋墩鋼板包覆表面第一型防水處理
9	橋墩鋼板包覆無收縮水泥砂漿灌漿
10	橋墩鋼板包覆表面油漆噴塗



RC橋柱耐震補強_鋼板包覆(壓入工法)

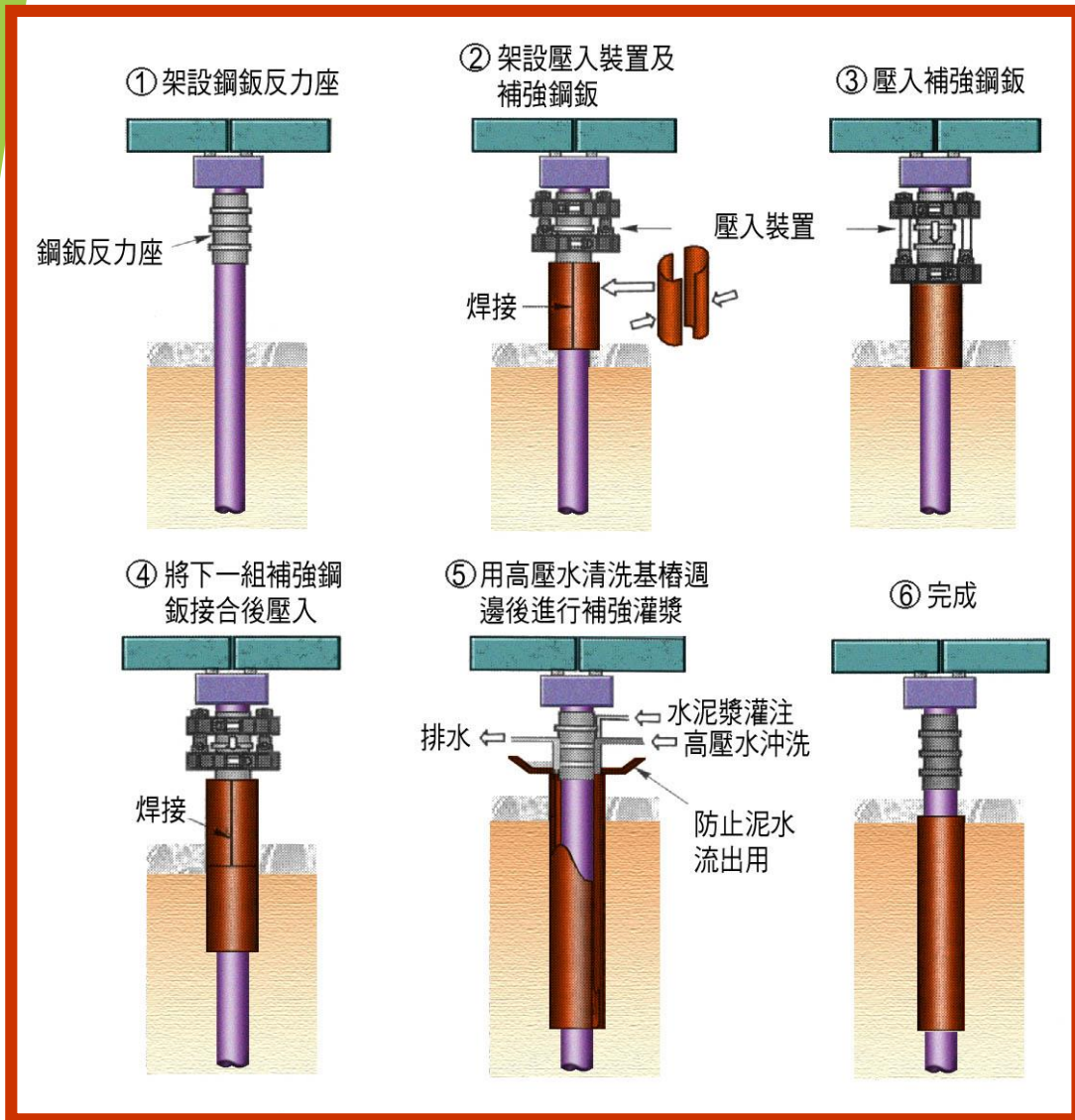
樁構架式橋柱之鋼板包覆補強

- 塑鉸發生於地表以下
 - 圍束區範圍由樁之固定端開始往下三倍樁徑
- 鋼板包覆補強須至地表下圍束區範圍
- 為避免開挖危及鄰近道路行車安全、降低交通衝擊

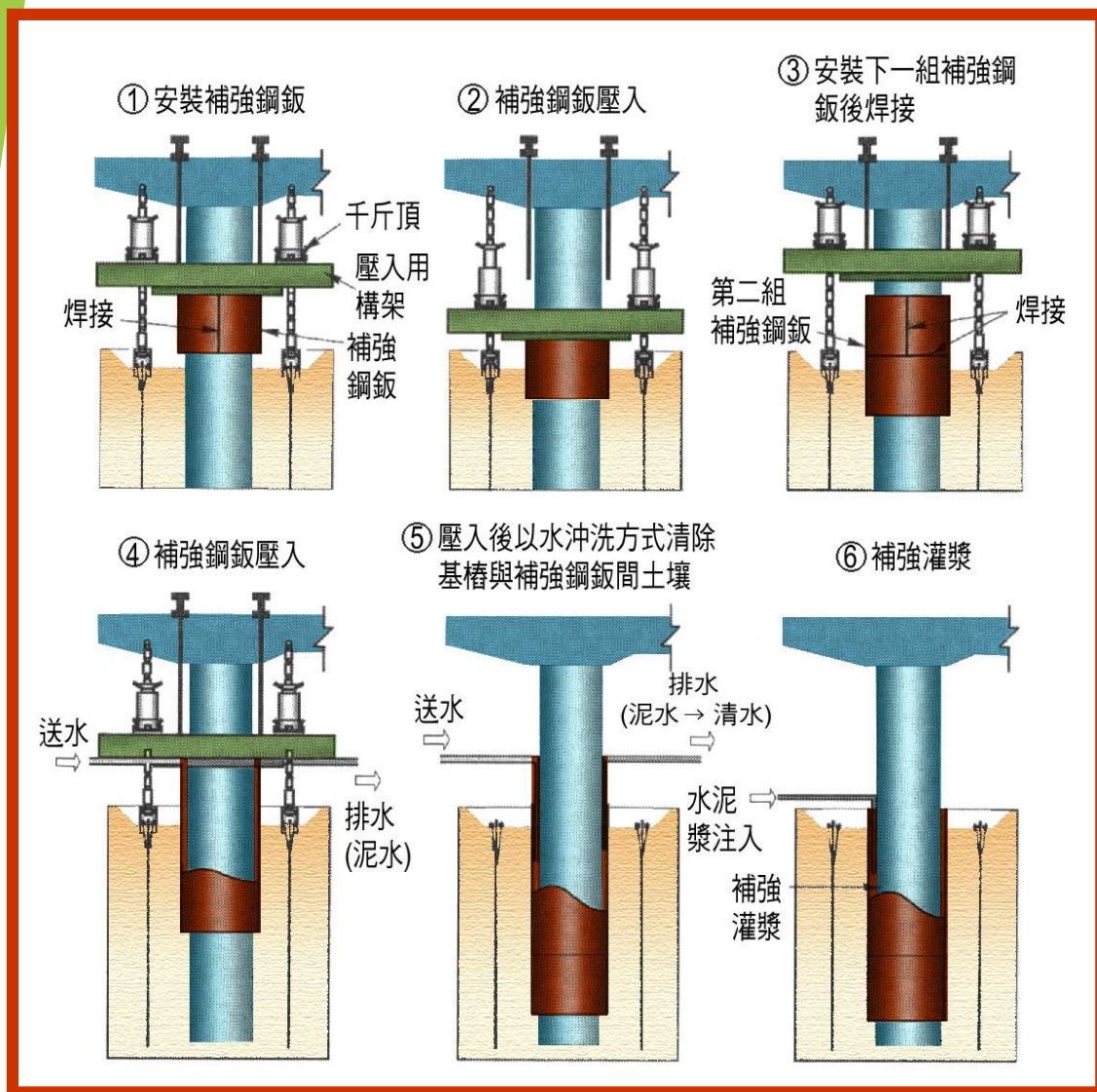


壓入工法

RC橋柱耐震補強_鋼板包覆(壓入工法)



RC橋柱耐震補強_鋼板包覆(壓入工法)



RC橋柱耐震補強_CFRP包覆

複合材料之材料特性

■ 複合材料之優點

- 質量輕、强度高
- 材料技術成熟
- 建置成本具競爭性

■ 複合材料之主要分類

- 碳纖維(Carbon)
- 聚芳醯胺纖維 (Aramid)
- 玻璃纖維(E-Glass)

項目	權值	評分：加權前(加權後)		
權重範圍	1~3	碳纖維(Carbon)	Aramid	玻璃纖維(E-Glass)
拉力強度	3	3 (9)	3 (9)	3 (9)
壓力強度	2	3 (6)	0 (0)	2 (4)
彈性模數	3	3 (9)	2 (6)	1 (3)
耐久表現	3	3 (9)	2 (6)	1 (3)
耐疲勞能力	2	3 (6)	2 (4)	1 (2)
密度	2	2 (4)	3 (6)	1 (2)
抗鹼能力	2	3 (6)	2 (4)	0 (0)
價格	3	2 (6)	2 (6)	3 (9)
總分數		(55)	(41)	(32)
排名		1	2	3
註： 評分標準：極佳(3分)、佳(2分)、普通(1分)、不佳(0分)。 權值：依項目重要性，最高為3，最低為1。				

RC橋柱耐震補強_CFRP包覆



(a)Knocking RC (b)Section recovery (c)Surface grind



(a)Filling crack (b)FRP attachment (c)Placing cement



(d) Primer and putty applying (e) FRP attachment

Fig.14 Retrofit bridge pier using CFRP



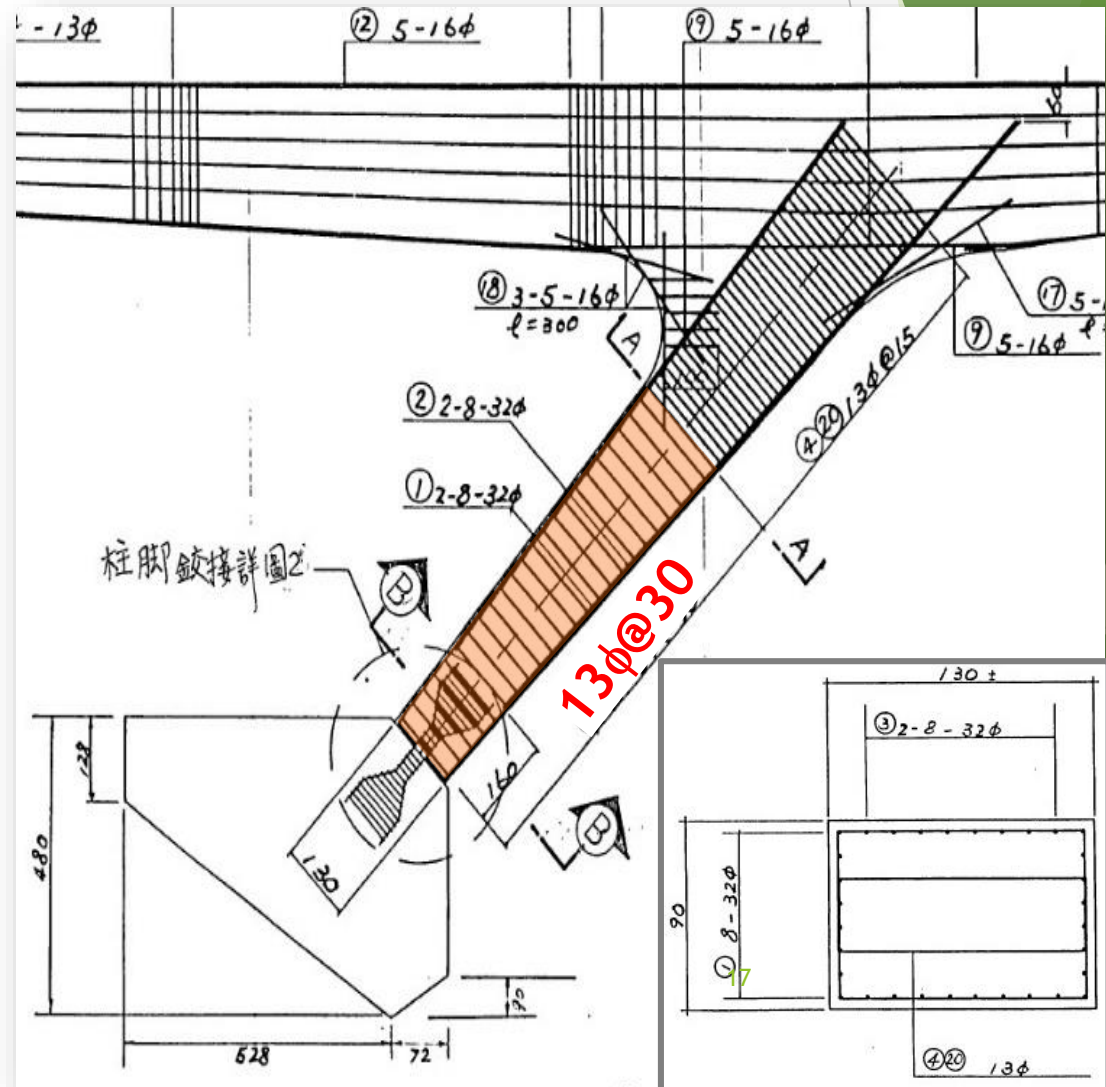
(d) Finished outlook

(e) Finished outlook

Fig.15 Retrofit tunnel pile using CFRP

RC橋柱耐震補強_CFRP包覆

國3雲南路跨越橋

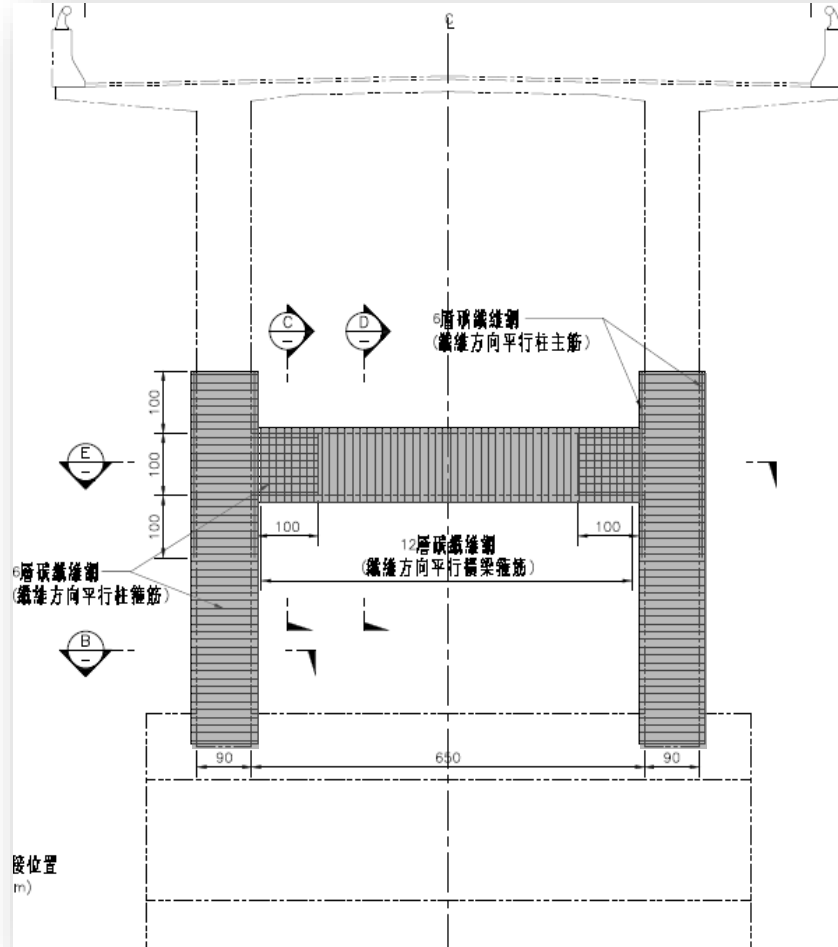


RC橋柱耐震補強_CFRP包覆

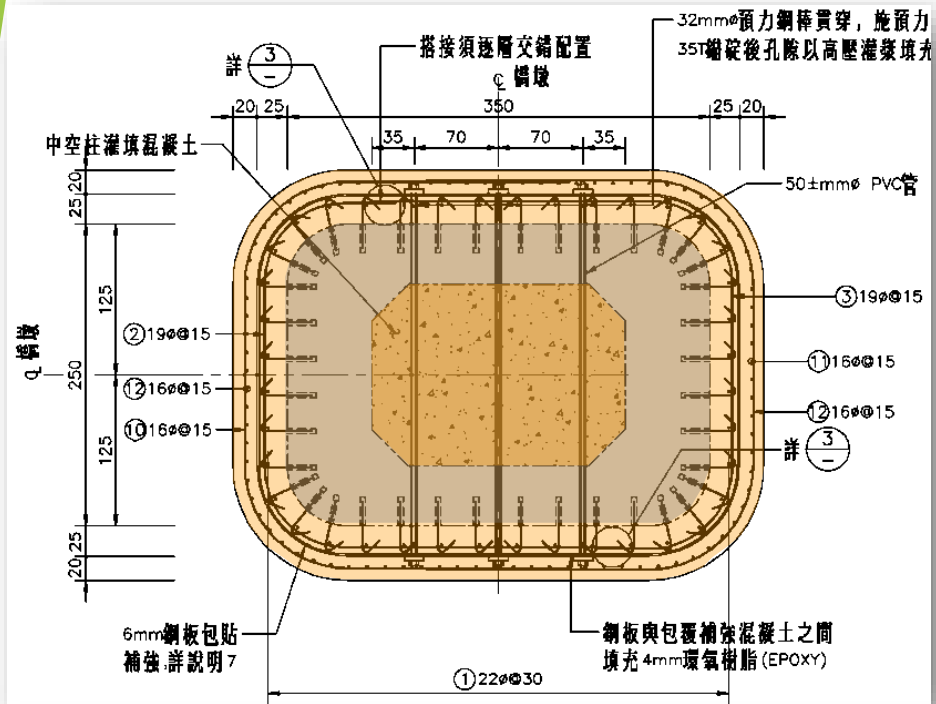
國3雲南路跨越橋

CFRP補強施工步驟

- 混凝土面層處理。
- 角隅部削角。
- 塗佈底面塗料。
- 碳纖維片黏貼。
- 黏貼後檢驗。
- 碳纖維貼片養護。
- 面層灑佈石英砂。
- 表面防護層粉刷。



RC橋柱耐震補強_混凝土包覆



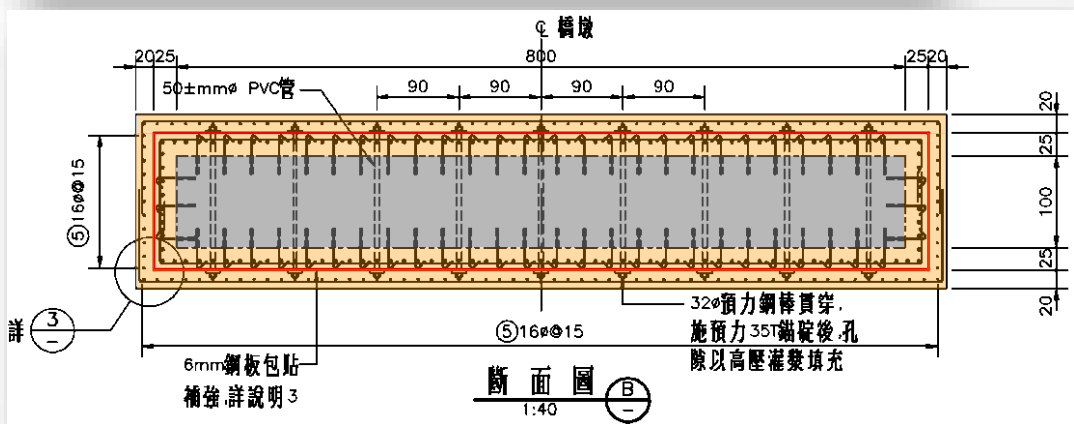
(a)施工架搭設



(b)橋墩混凝土表面水刀處理



(c)鋼筋組立

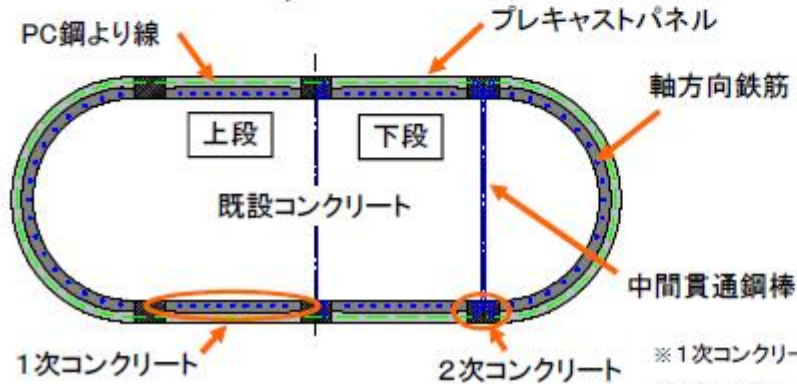
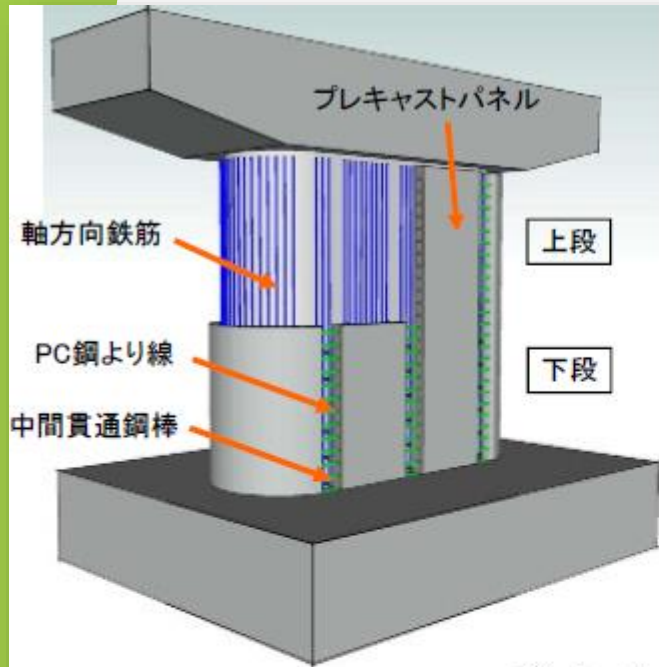


(d)鋼筋植筋施作

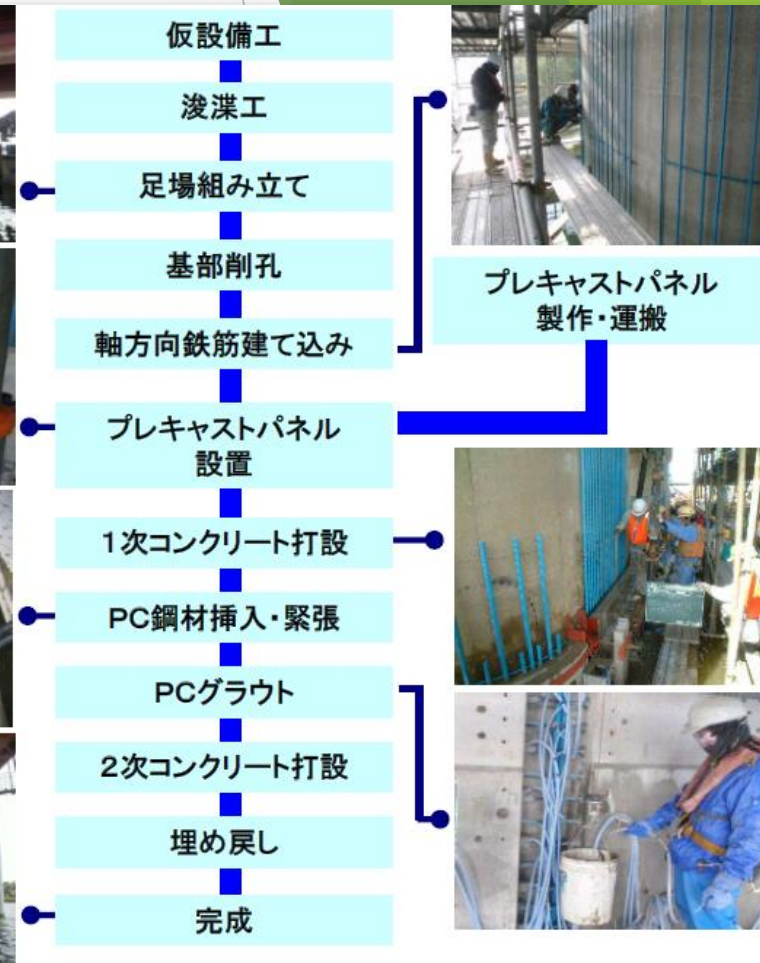


(e)組模及 RC 澆置

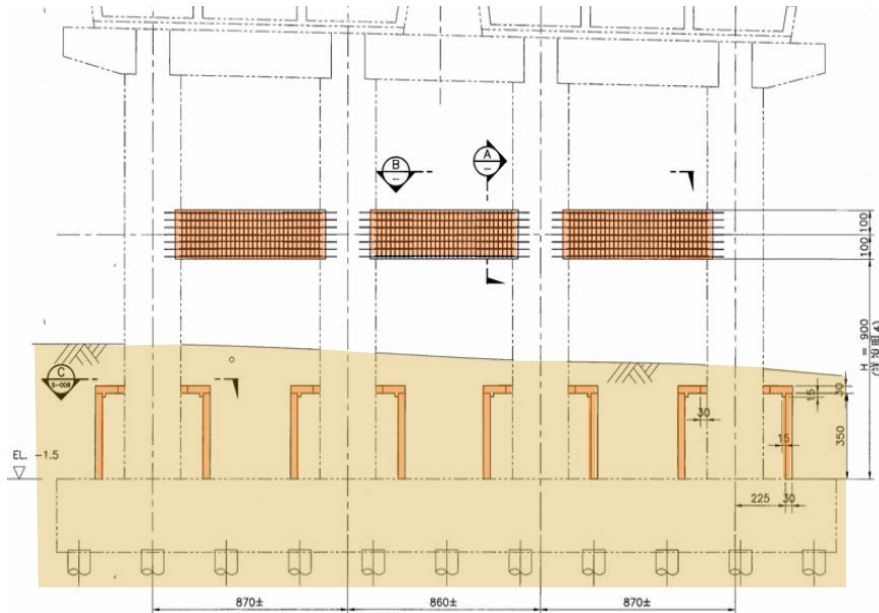
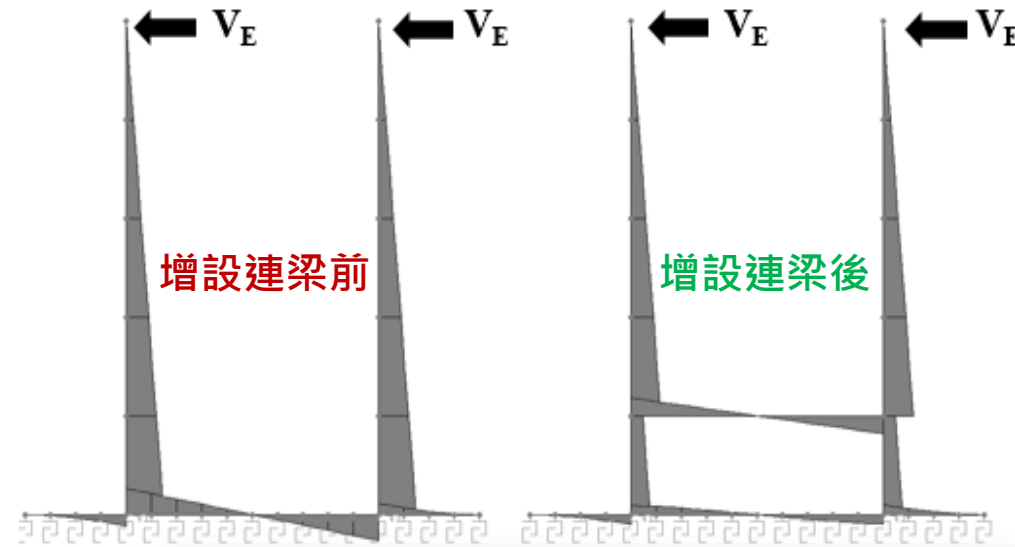
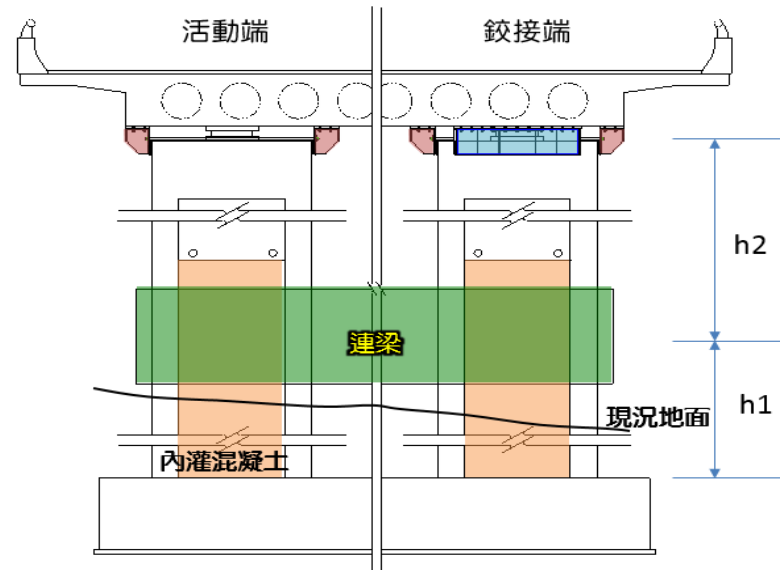
RC橋柱耐震補強_混凝土包覆



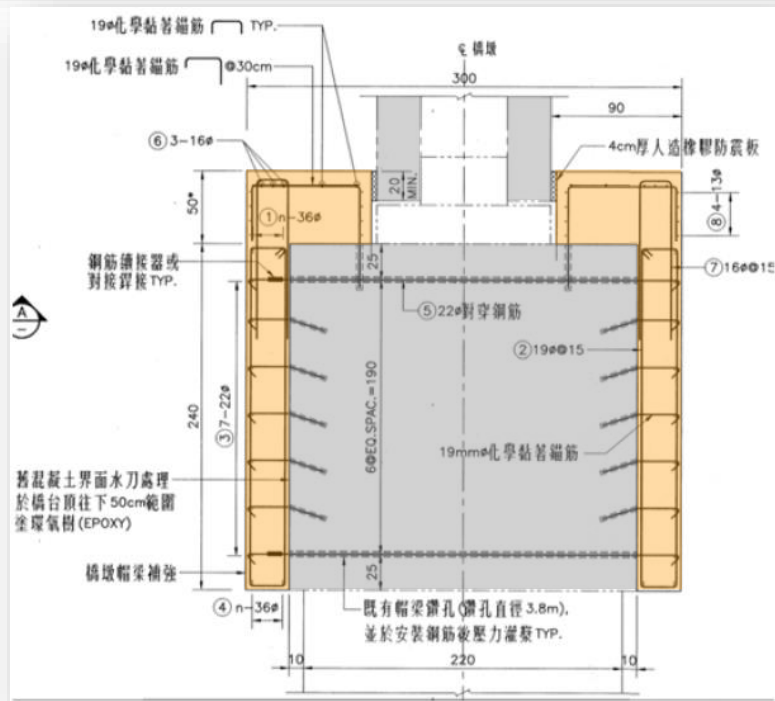
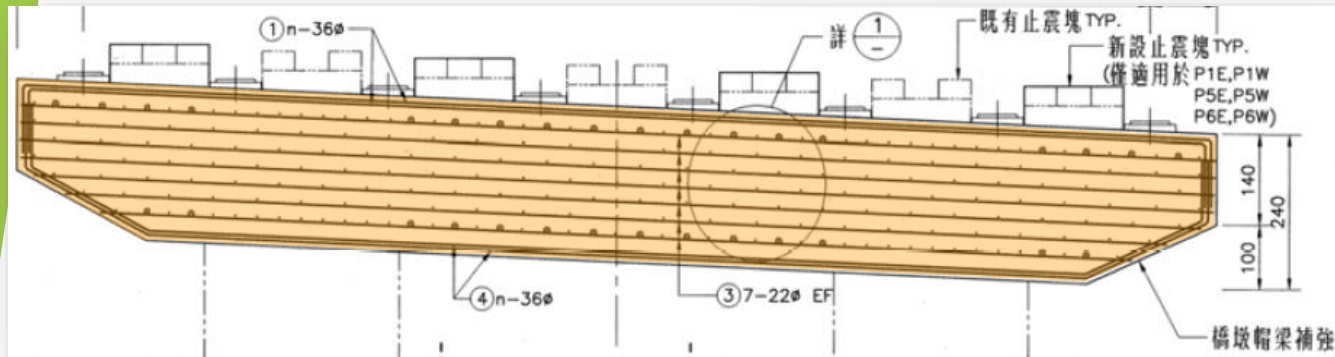
※1次コンクリート: 既設橋脚とプレキャストパネルとの間に充填するコンクリート
※2次コンクリート: プレキャストパネル間に打設するコンクリート



RC橋柱耐震補強_增設連梁、隔離套筒



RC橋柱耐震補強_帽梁混凝土包覆



(a)施工架搭設照片



(b)混凝土表面水刀處理照片



(c)鋼筋組立照片



(d)植筋拉拔試驗照片



(e)模板組立照片



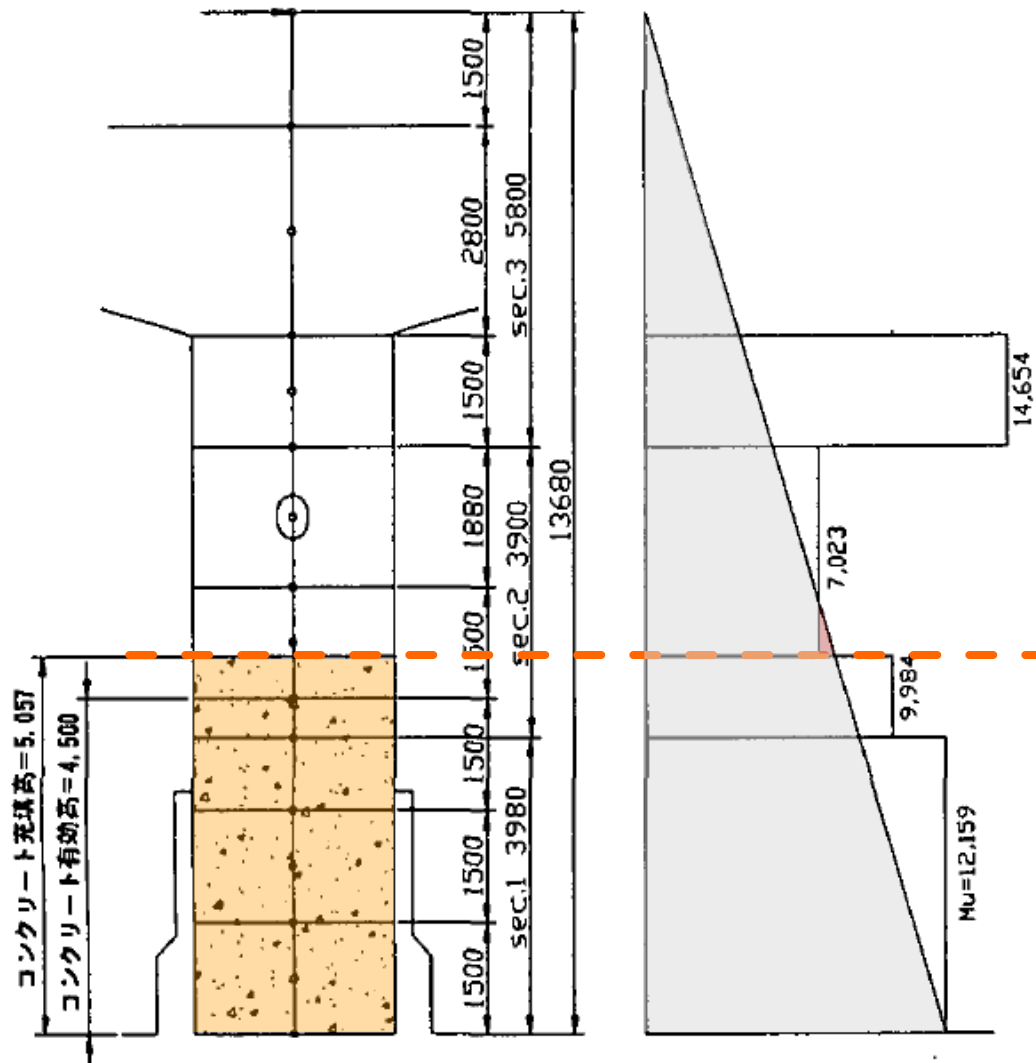
(f)混凝土處理照片

2

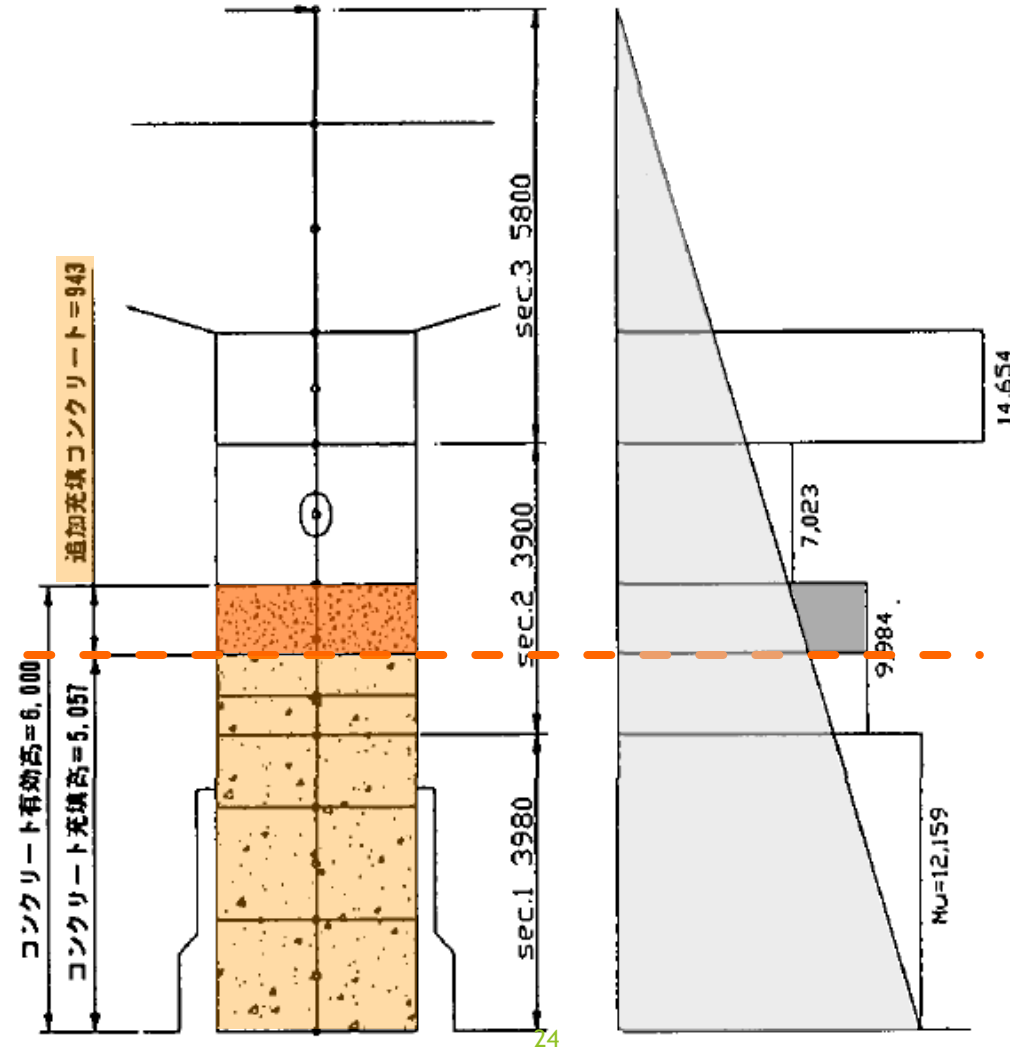
鋼橋柱耐震補強工法

鋼橋柱耐震補強_内灌混凝土補強

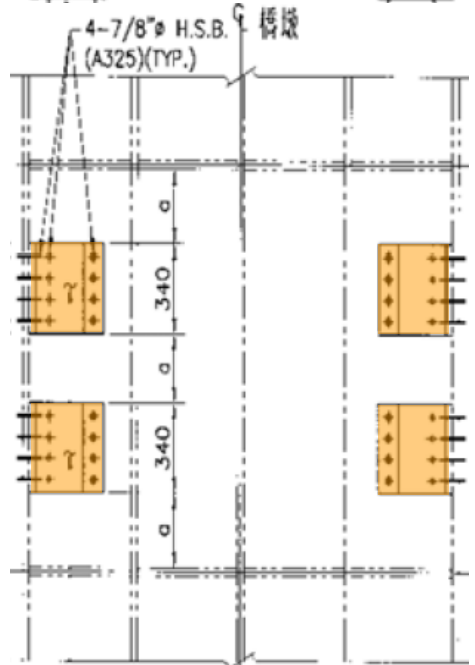
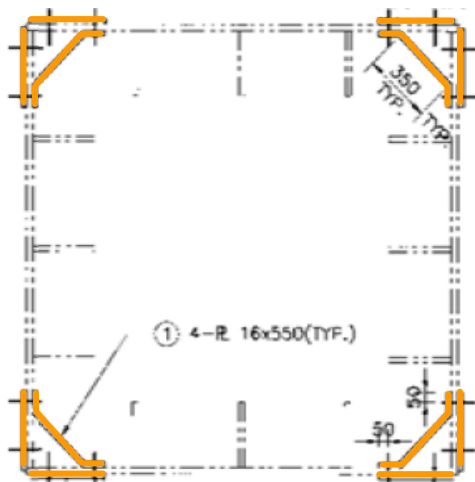
補強前



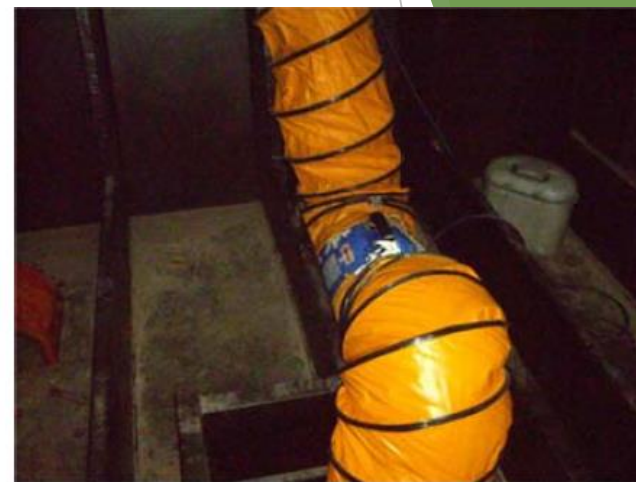
補強後



鋼橋柱耐震補強_角隅補強



(a)加勁板安裝



(b)加勁板安裝橋墩通風設備

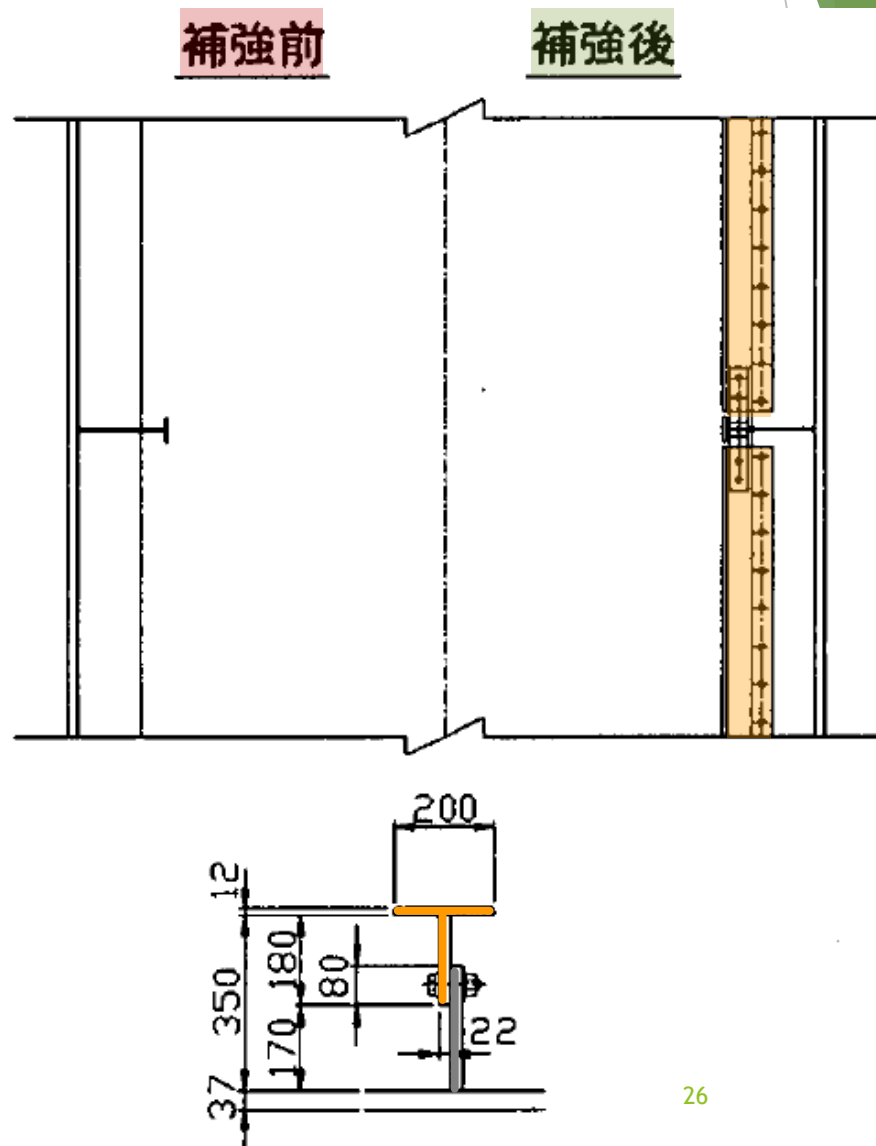
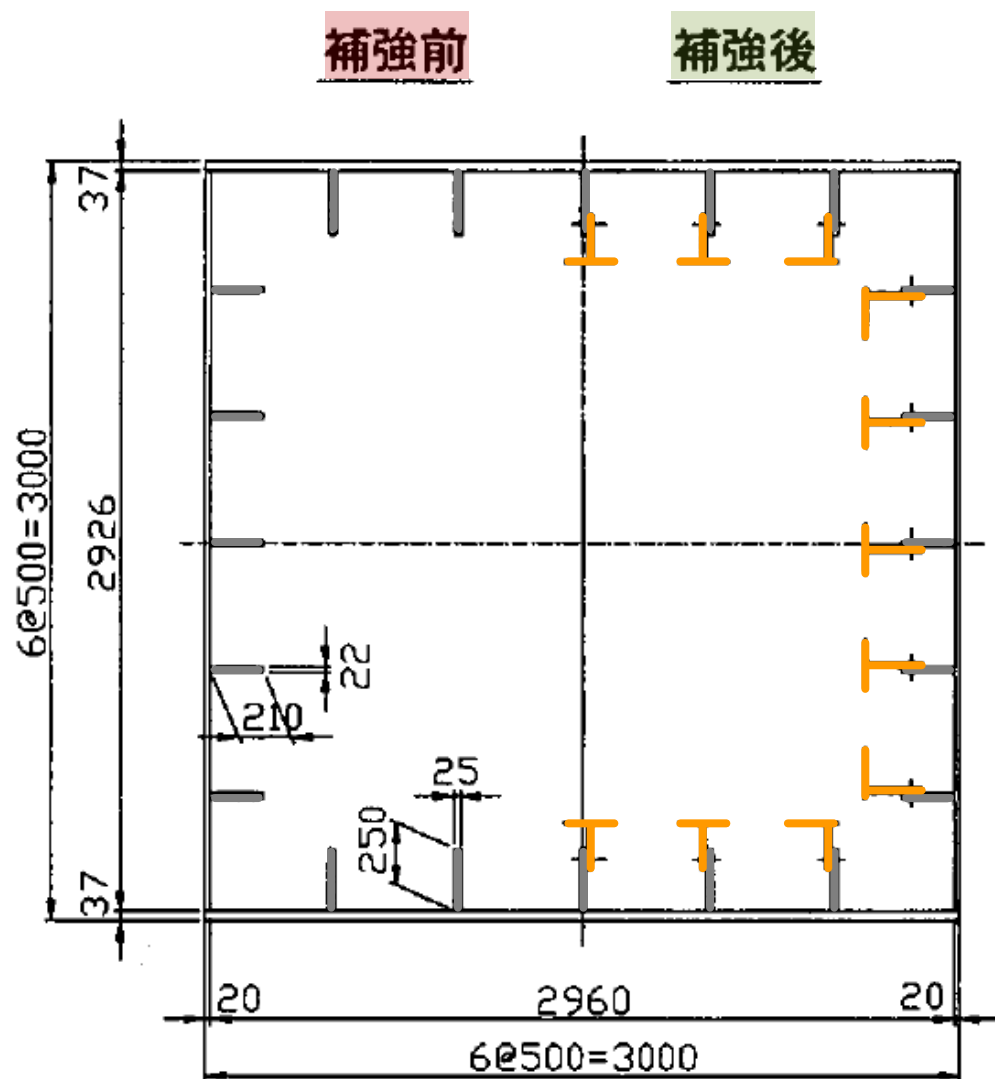


(c)加勁板面漆塗裝模厚檢驗



(d)加勁板施工完成²⁵

鋼橋柱耐震補強_加勁板補強



Questions?

Thanks for Your Listening

