



交通部高速公路局
Freeway Bureau, MOTC.

高速公路

橋梁耐震補強工程

增設地震力量分散裝置、
更換為隔震支承補強案例

陳韋丞

中華民國 112 年 5 月 5 日



簡報內容

壹

系統補強基本原理

貳

既有橋梁耐震評估

參

增設地震力分散裝置案例

肆

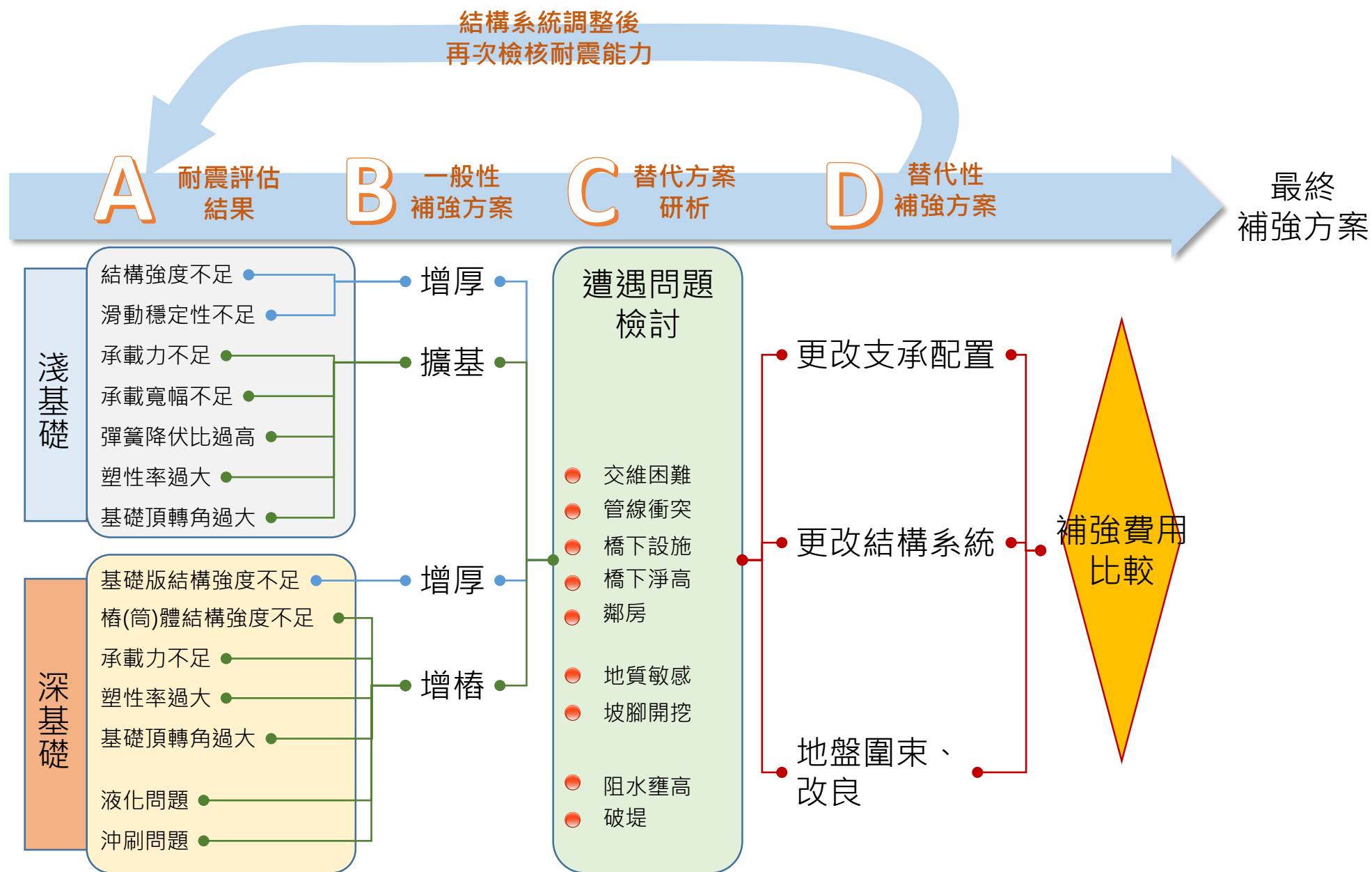
更換為隔震支承補強案例

伍

結論



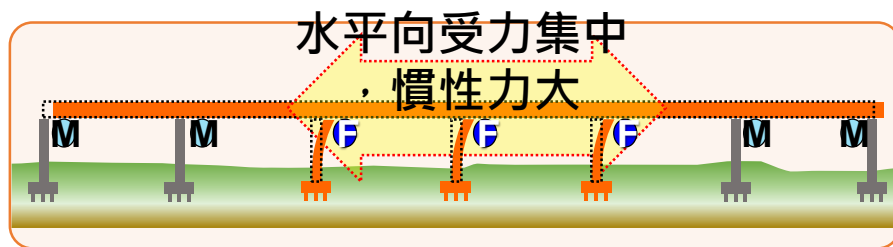
基礎補強替代工法研析流程



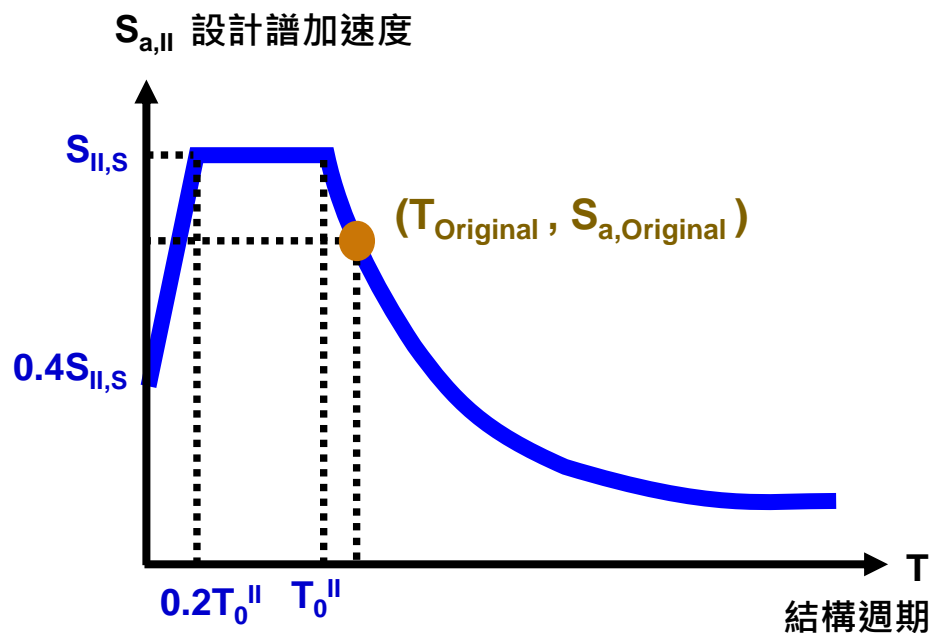


系統補強基本原理

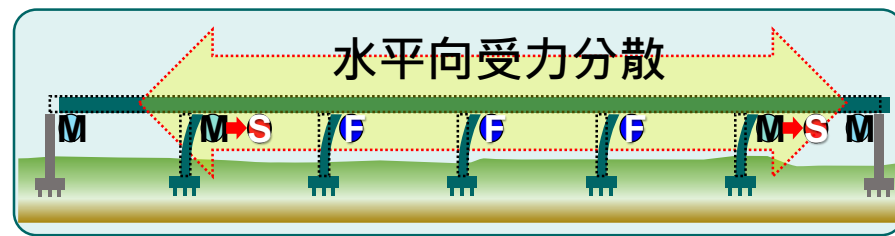
補強前結構系統



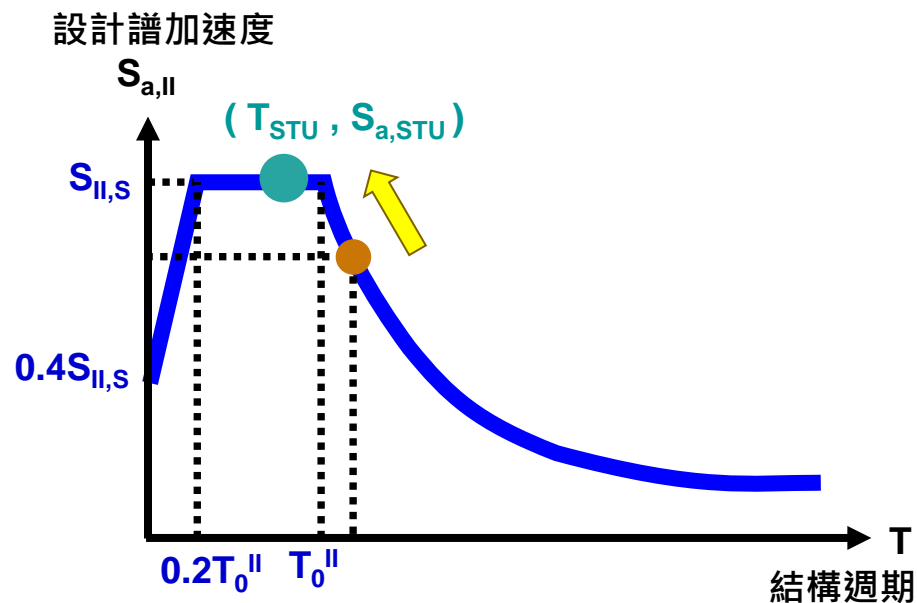
水平向地震力集中
於鉸接端承受



地震力分散裝置 S



結構震動週期減小，整體地震力可能增加

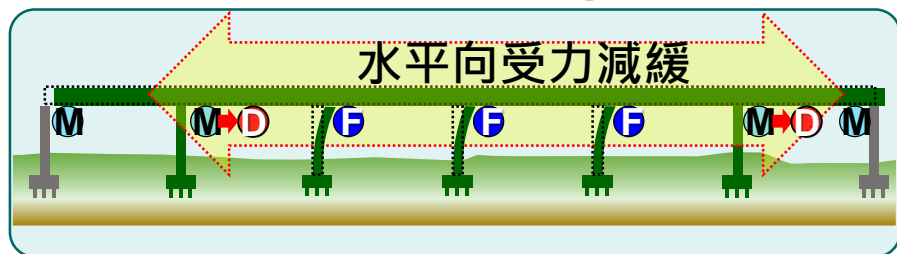




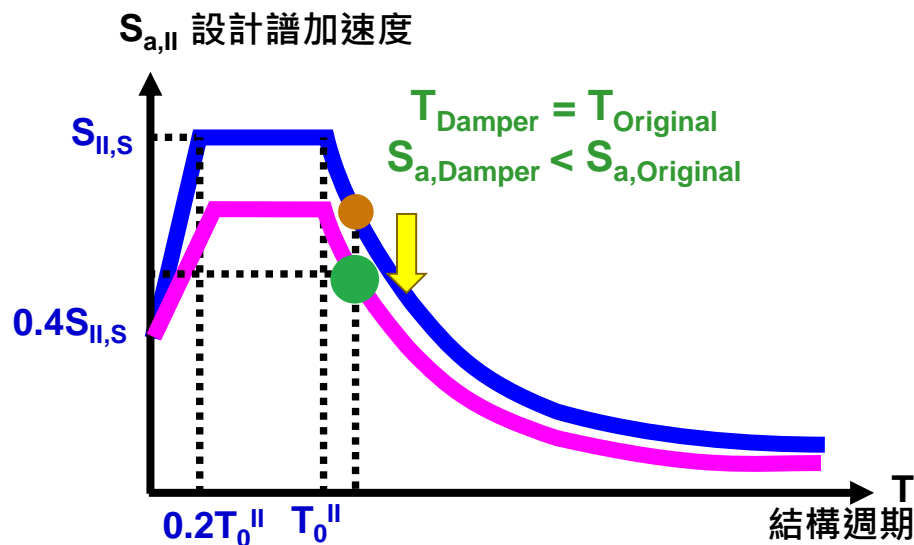
系統補強基本原理

減震裝置

D



提高阻尼，降低地震力，達減震功能

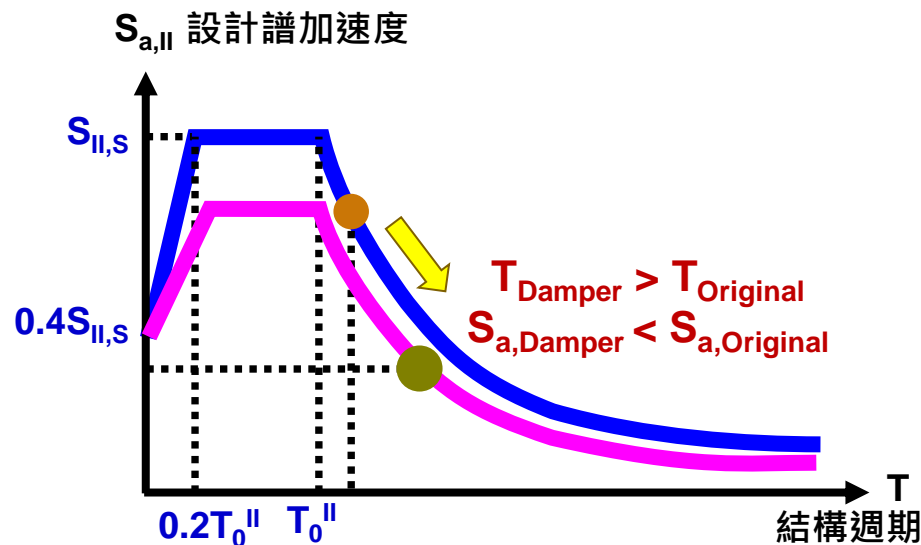


隔震補強裝置

L



延長結構震動週期，具隔震功能；提高橋梁系統阻尼，具減震功能



簡報內容

壹

系統補強基本原理

貳

既有橋梁耐震評估

參

增設地震力分散裝置案例

肆

更換為隔震支承補強案例

伍

結論

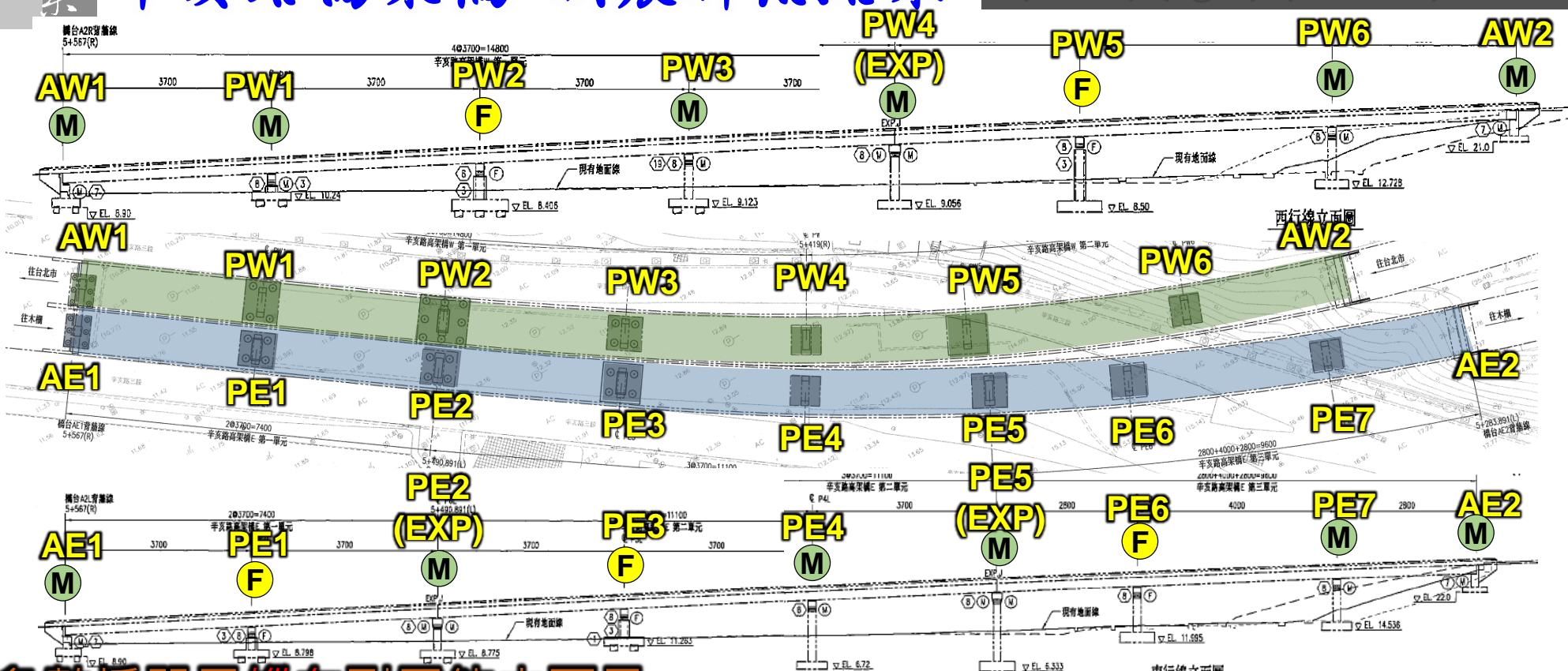


橋梁位置



辛亥路高架橋 耐震評估結果

(西行線) $(4@37)+(33+45+33)=259\text{m}$



多數橋單元縱向耐震能力不足

(東行線) $(37+37)+(3@37)+(28+40+28)=281\text{m}$

橋梁名稱	振動單元名稱	縱向耐震能力之容量需求比	
		等級II地震 (C/D)	等級III地震(C/D)
辛亥路高架橋	U1E	0.91(N.G.)	0.83(N.G.)
	U2E	0.63(N.G.)	0.54(N.G.)
	U3E	0.92(N.G.)	0.85(N.G.)
	U1W	0.49(N.G.)	0.43(N.G.)
	U2W	0.90(N.G.)	0.78(N.G.)

- 支承強度不足
- 圍束鋼筋與剪力強度不足
- 個別構材韌性容量不足
- 部分基礎強度不足



國3烏山頭高架橋 耐震評估結果

Unit 2 (7@45)=315m

支承強度不足

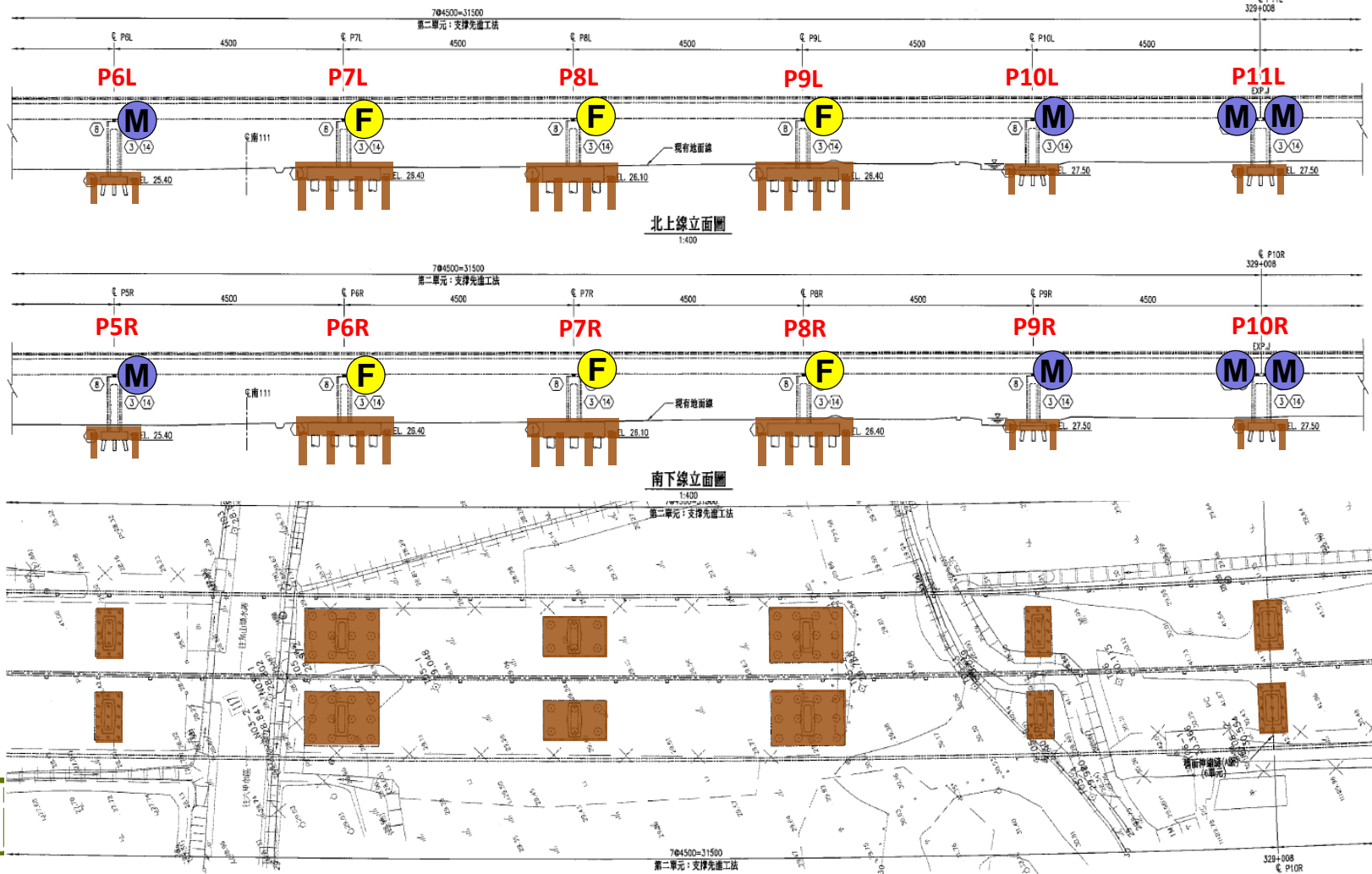
基礎強度不足

橋墩剪力破壞，韌性不足

➡ 鋼製止震裝置補強

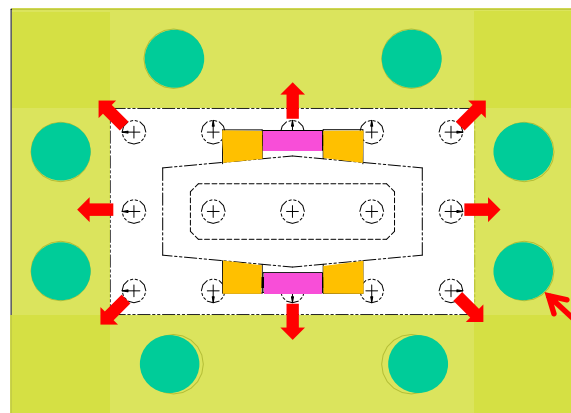
➡ 擴基增樁補強

➡ RC包覆補強
中空柱灌混凝土





國3烏山頭高架橋 耐震評估結果 原方案：傳統基礎補強



原PC基樁
強度不足

配合既有斜樁位置
增設基樁、拓寬

增設對拉鋼棒
基礎拓寬
加厚
增樁

支承剪力強度不足
增設鋼板止震裝置

增設
RC止震塊

柱底塑鉸區(3.5M)
30cmRC包覆

中空墩柱
灌注混凝土

3.5m

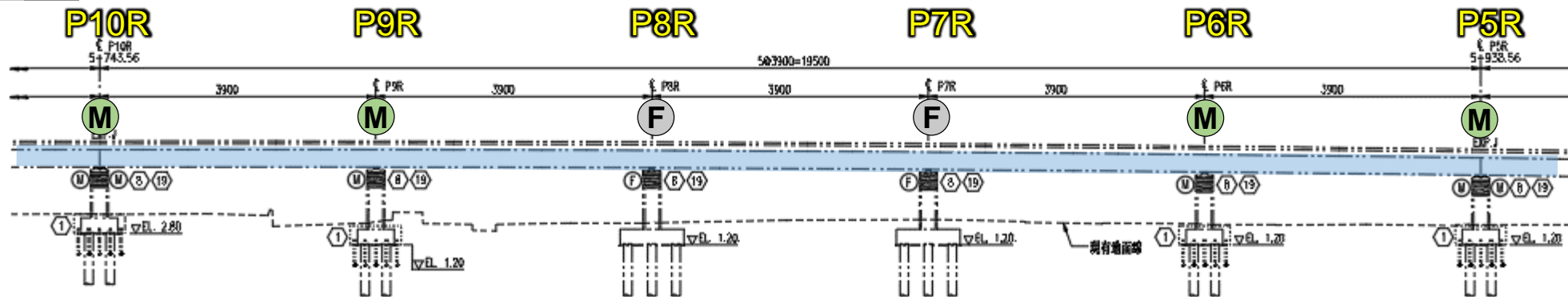
3.5m

增樁

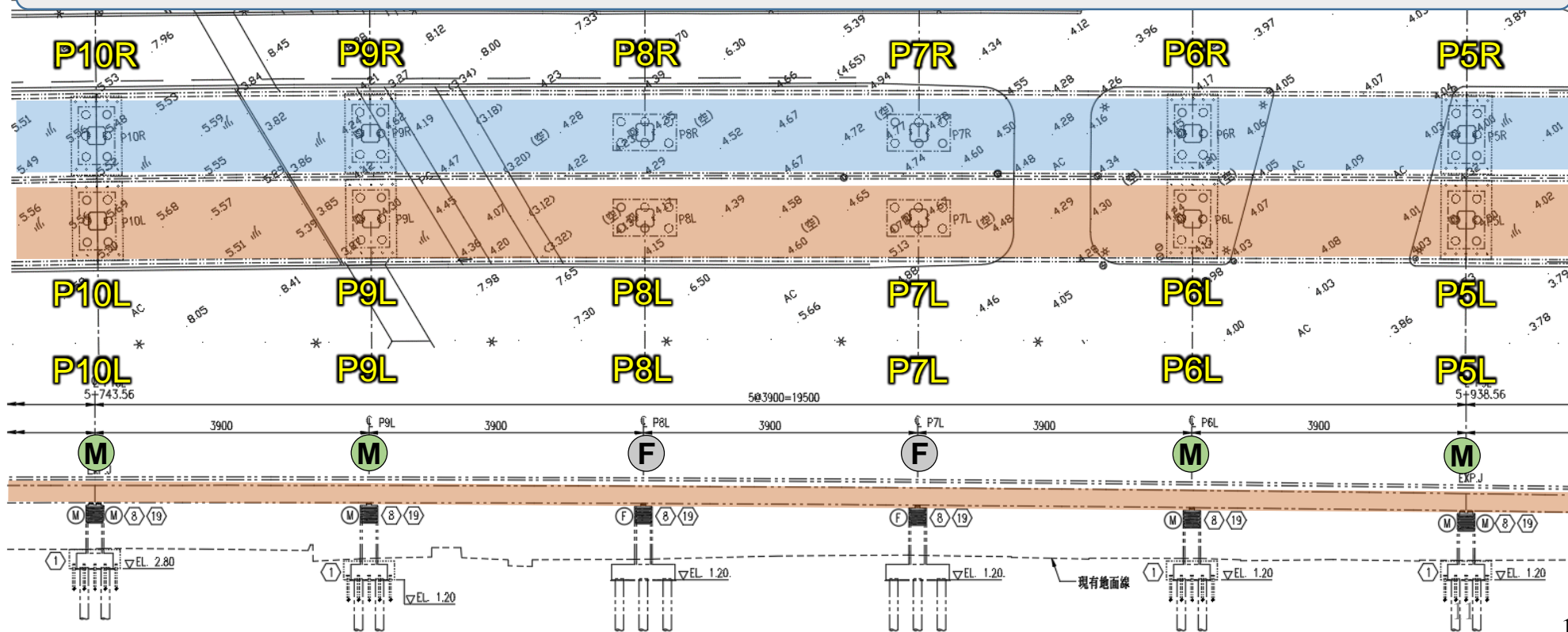
既有PC樁



國8主線高架橋1k~3k 耐震評估結果 以Unit 2為例

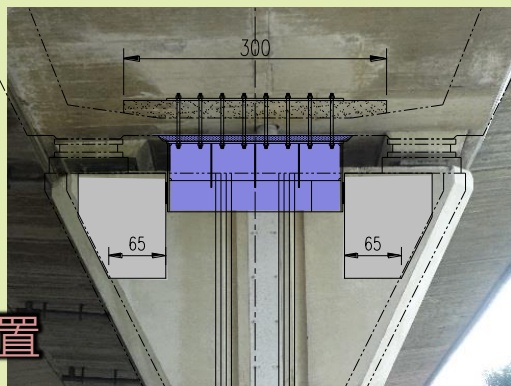


◆ RC樁 ◆ 梁下淨高3.8~4.6M ◆ 軟弱地盤+液化潛勢 ◆ 地震力提高+近斷層

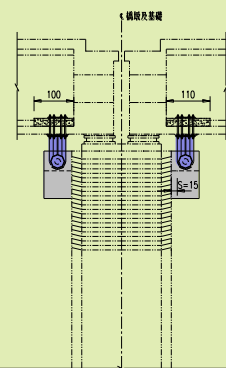
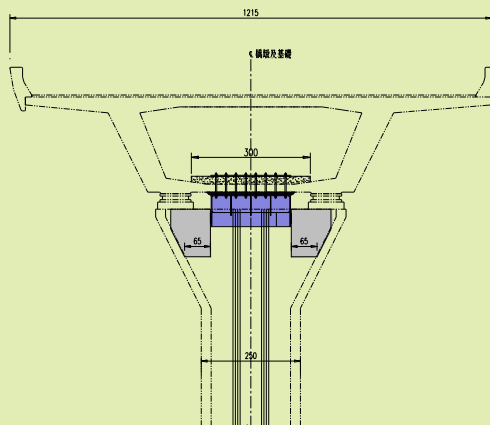




國8主線高架橋1k~3k 耐震評估結果

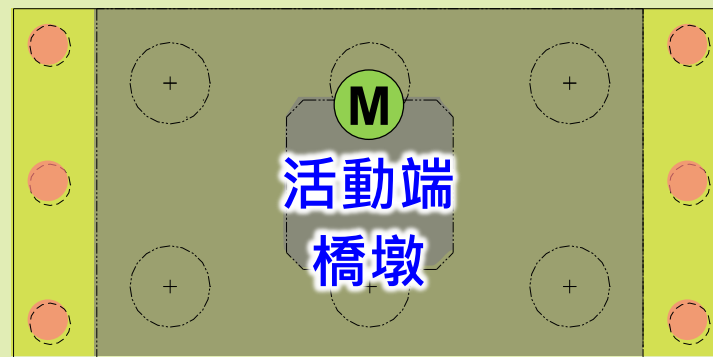


新設RC檔塊
新設鋼止震裝置



原方案：傳統基礎補強

◆ 基礎增設鋼管樁(橋下淨高小於8m)



簡報內容

壹

系統補強基本原理

貳

既有橋梁耐震評估

參

增設地震力分散裝置案例

肆

更換為隔震支承補強案例

伍

結論

辛亥路高架橋—隔震系統運用評估表

橋梁名稱	振動單元	基礎評估		A.週期比 (T/T_0^D)		B. 土壤液化(PL)	C. 上構型式	D. 橋墩剛接	D. 剪力鋼箱	E. 梁端間隙(cm)	F. 施工性	G. 其他	適用性	緣由
		NG	總數	縱向	橫向									
辛亥路高架橋 E	PE2~AE1	0	2	0.60	0.45	23.8*	箱梁	否	否	11	支承空間不足、 伸縮縫需更換	無需求	×	B F G
	PE5~PE2	1	4	0.82	0.96	無	箱梁	否	否	22			×	F
	AE2~PE5	0	3	0.96	0.42	無	箱梁	否	否	11		無需求	×	G
辛亥路高架橋 W	AW1~PE4	0	4	0.84	0.51	23.8*	箱梁	否	否	11	支承空間不足、 伸縮縫需更換	無需求	×	B F G
	PE4~AW2	0	3	1.41*	0.67	無	箱梁	否	否	11		無需求	×	G

1. 橋梁主要振動週期建議應小於橋址之 $1.2T_0^D$ ，避免隔震後橋梁週期過長，水平譜加速度係數遞減效率低。
2. 土壤液化指數(PL)大於15時，橋址土層容易液化，建議考量其他補強工法。



辛亥路高架橋 補強目標

◆ 橋墩包覆補強 橋墩強度或韌性不足



PW5(F)

橋墩RC包覆補強

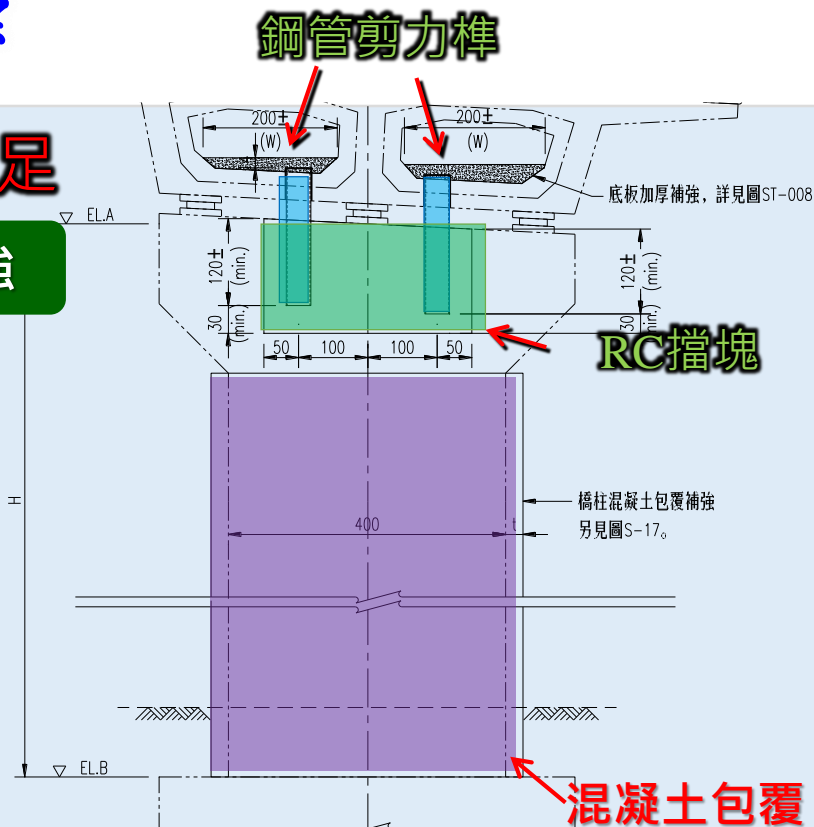
- 圍束鋼筋與剪力強度不足
- 個別構材韌性容量不足

目標

增加橋墩韌性與剪力強度

增加減震裝置降低構材韌性需求

避免基礎補強



多數橋單元縱向耐震能力不足

橋梁名稱	振動單元名稱	縱向耐震能力之容量需求比	
		等級II地震 (C/D)	等級III地震(C/D)
辛亥路高架橋	U1E	0.91(N.G.)	0.83(N.G.)
	U2E	0.63(N.G.)	0.54(N.G.)
	U3E	0.92(N.G.)	0.85(N.G.)
	U1W	0.49(N.G.)	0.43(N.G.)
	U2W	0.90(N.G.)	0.78(N.G.)



辛亥路高架橋補強方案檢討

橋墩採RC包覆後

橋墩縱向容許韌性比與耐震能力

振動單元 名稱	橋墩	構材之容許韌性比		縱向耐震能力之容量需求比	
		等級II地震 (μ_{II})	等級III地震 (μ_{III})	等級II地震 (C/D)	等級III地震(C/D)
U1E	PE1	3.38(N.G.)	5.24	1.07	0.99(N.G.)
U2E	PE3	2.52	3.46	1.68	1.72
U3E	PE6	2.63	2.63	0.96(N.G.)	0.89(N.G.)
U1W	PW2	3.03(N.G.)	4.04	1.00	0.98(N.G.)
U2W	PW5	1.54	2.15	1.37	1.30

U1E、U3E及U1W單元

改採系統補強 (增設力量分散裝置)

增設力量分散裝置後

橋墩縱向容許韌性比與耐震能力

※註：1. 一般震區 $\mu_{II} < 3.5$ ， $\mu_{III} < 6$
2. 台北盆地 $\mu_{II} < 2.67$ ， $\mu_{III} < 6$

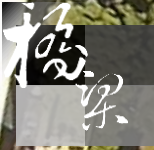
振動單元 名稱	橋墩	構材之容許韌性比		縱向耐震能力之容量需求比	
		等級II地震 (μ_{II})	等級III地震 (μ_{III})	等級II地震 (C/D)	等級III地震(C/D)
U1E	PE1	2.44(O.K.)	4.01	1.31	1.21(O.K.)
U2E	PE3	2.52	3.46	1.68	1.72
U3E	PE6	2.01	2.45	1.15(O.K.)	1.08(O.K.)
U1W	PW2	2.14(O.K.)	3.03	1.19	1.14(O.K.)
U2W	PW5	1.54	2.15	1.37	1.30

PE3基礎補強無法避免

研擬其他系統補強方案

單元		方案	評估結果
U1E	X	PE1橋墩RC包覆 (韌性補強)	橋墩之容許韌性比超過上 限值，耐震能力不足(N.G.)
U2E	O	PE3橋墩RC包覆 (韌性補強) +基礎補強	縱向韌性與 耐震能力滿足
U3E	X	PE6橋墩RC包覆 (韌性補強)	耐震能力不足(N.G.)
U1W	x	PW2橋墩RC包覆 (韌性補強)	橋墩之容許韌性比超過上 限值，耐震能力不足(N.G.)
U2W	O	PW5橋墩RC包覆 (韌性補強)	縱向韌性與 耐震能力滿足

單元		方案	評估結果
U1E		PE1橋墩RC包覆 (韌性補強) +PE2橋墩增設STU	整體耐震能力最佳， PE2基礎不需額外補強
U2E		PE3橋墩RC包覆 (韌性補強) +基礎補強	縱向韌性與 耐震能力滿足
U3E		PE5橋墩增設STU	整體耐震能力最佳， PE5基礎不需額外補強
U1W		PW2橋墩RC包覆 (韌性補強) +PW3橋墩增設STU	整體耐震能力最佳， PW3基礎不需額外補強
U2W		PW5橋墩RC包覆 (韌性補強)	縱向韌性與 耐震能力滿足

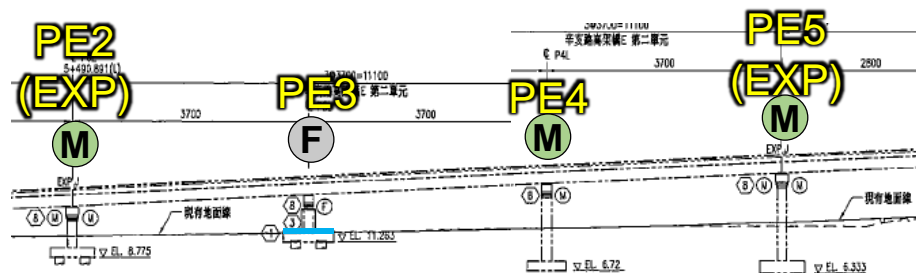


辛亥路高架橋替代工法檢討

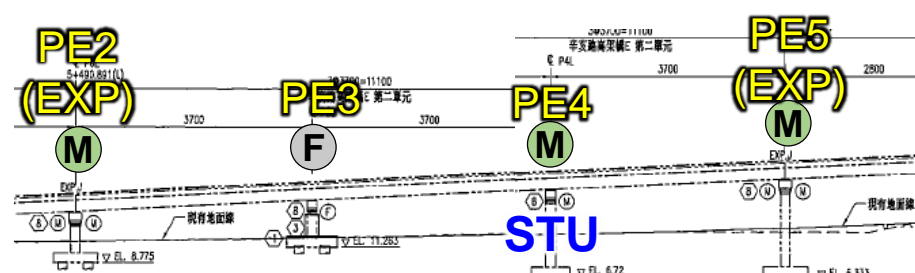


(東行線) (3@37)=111m

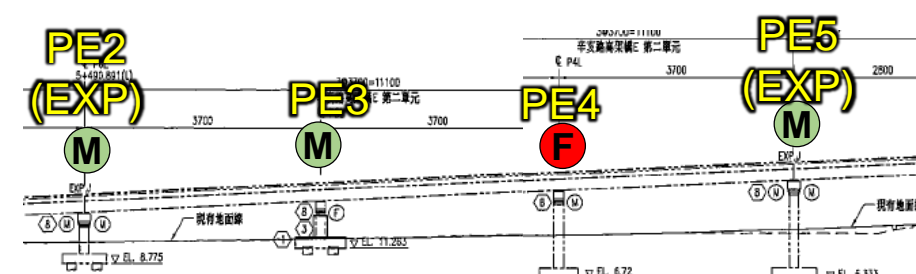
橋梁名稱	振動單元名稱	防落補強	支承補強	橋墩補強	帽梁補強	基礎補強		減震裝置 (STU or Damper)
						強度補強	穩定性	
辛亥路高架橋	U2E		PE2、PE3、PE4、PE5	PE3		PE3		



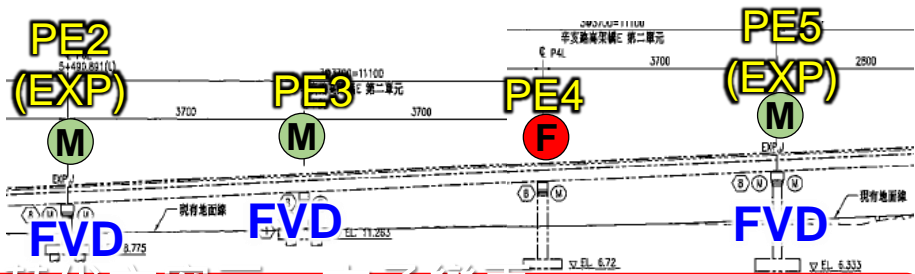
原方案、PE3橋墩補強+基礎增厚補強



替代方案一、STU



替代方案二、支承變更



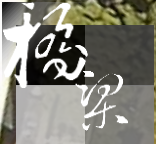
替代方案三、支承變更
+Damper(FVD)



辛亥路高架橋替代工法檢討

橋梁名稱	方案	橋墩	構材之容許韌性比		縱向強度韌性之容量需求比		基礎補強
			等級II地震 (μ II)	等級III地震 (μ III)	等級II地震 (C/D)	等級III地震(C/D)	
辛亥路高架橋 U2E	原結構	PE3	撓剪破壞(N.G.)	撓剪破壞(N.G.)	0.63(N.G.)	0.54(N.G.)	X
	原方案	PE3	2.52	3.46	1.68	1.72	PE3基礎增厚
	方案一、STU	PE3	2.87	4.05	1.73	1.77	PE3基礎增厚
		PE4	0.38	0.53			無補強
	方案二、支承變更	PE4	1.89	2.97	1.16	1.05	PE4基礎增厚
	方案三、支承變更 +Damper(VD)	PE2	0.762	0.962	OK	OK	無補強
		PE3	0.315	0.365			PE3基礎增厚
		PE4	0.334	0.502			無補強
		PE5	0.289	0.425			無補強

方案		補強工項	方案優缺評比
原初設方案	PE3橋墩RC包覆 (韌性補強)	1.PE3 RC包覆(韌性補強) 2.PE3基礎增厚	1. PE3基礎僅需局部開挖增厚。 2. PE3基礎覆土淺，增厚後影響橋下使用空間。
方案一、 STU	PE4橋墩增設STU PE3橋墩RC包覆(韌性補強)	1.PE3 RC包覆(韌性補強) 2.PE3基礎增厚(剪力補強) 3.PE4增設STU	PE3橋墩短勁度大，PE4增設STU效率不佳。
方案二、 支承變更	PE3橋墩換為活動支承 PE4橋墩換為鉸接支承 +PE4橋墩RC包覆 (韌性補強)	1.PE3、PE4支承更換 2.PE4 RC包覆(韌性補強) 3.PE4基礎增厚(剪力補強)	1.PE3與PE4支承更換需架設重型支撐架。 2. PE4基礎需額外補強，覆土深約4.5m，鄰近台電管線，開挖難度較高。
方案三、 支承變更 +Damper(FVD)	PE3橋墩換為活動支承 PE4橋墩換為鉸接支承 PE2、PE3、PE5橋墩增設FVD	1.PE3、PE4支承更換 2.PE2、PE3、PE5共增設8支FVD 3.PE3基礎增厚(剪力補強)	1.本單元淨空低，阻尼器安裝支數多影響橋下使用空間。 2.PE3基礎剪力強度不足仍需增厚補強(C/D值由0.6提升至0.83)。

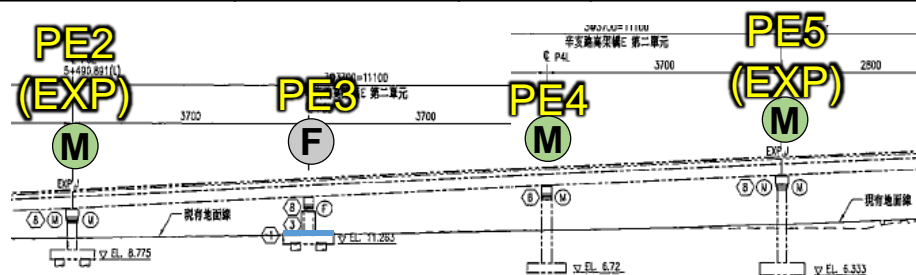


辛亥路高架橋替代工法檢討(FVD最佳化)

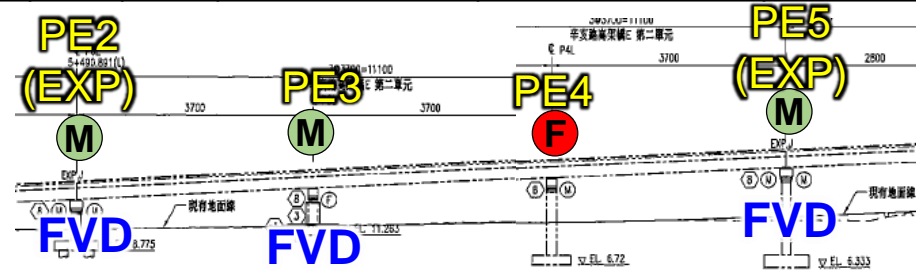


(東行線) (3@37)=111m

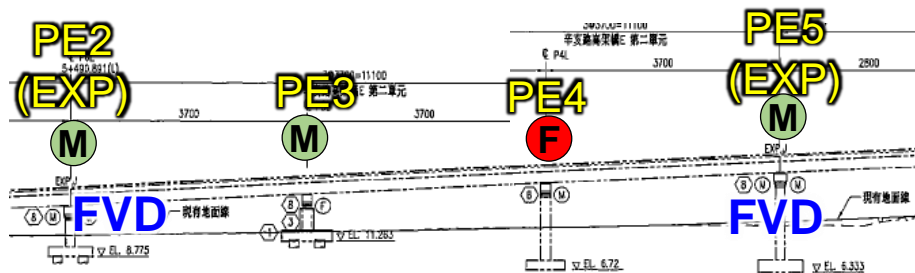
橋梁名稱	振動單元名稱	防落補強	支承補強	橋墩補強	帽梁補強	基礎補強		減震裝置 (STU or Damper)
						強度補強	穩定性	
辛亥路高架橋	U2E		PE2、PE3、PE4、PE5	PE3		PE3		



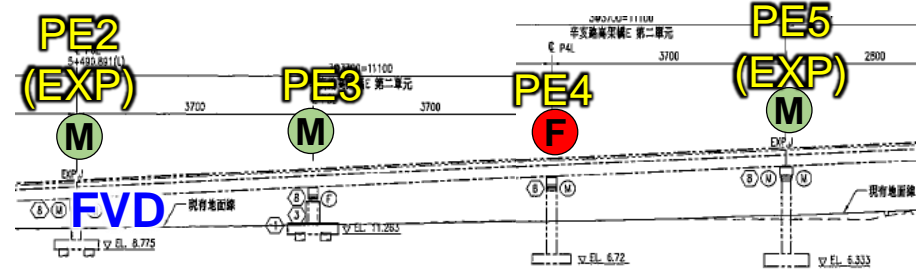
原方案、PE3橋墩補強+基礎增厚補強



替代方案三、支承變更+FVD



最佳化方案一、支承變更+ PE2+PE5設置FVD



最佳化方案二、支承變更+ PE2設置FVD



辛亥路高架橋替代工法檢討(FVD最佳化)

橋梁名稱	方案	橋墩	構材之容許韌性比		縱向強度韌性之容量需求比		基礎補強
			等級II地震 (μ II)	等級III地震 (μ III)	等級II地震 (C/D)	等級III地震(C/D)	
辛亥路高架橋 U2E	替代方案三、 支承變更 +PE5+PE3+PE2 設置FVD	PE2	0.762	0.962	OK	OK	無補強
		PE3	0.315	0.365			PE3基礎增厚
		PE4	0.334	0.502			無補強
		PE5	0.289	0.425			無補強
	最佳化方案一、 支承變更 +PE2+PE5設置 FVD	PE2	2.664	4.08	OK	OK	無補強
		PE3	0	0			無補強
		PE4	0.517	0.761			無補強
		PE5	0.466	0.653			無補強
	最佳化方案二、 支承變更 +PE2設置FVD	PE2	3.03(>2.67 N.G.)	4.87	N.G. (可採PE2橋墩 強度補強)	OK	PE2基礎增樁
		PE3	0	0			無補強
		PE4	0.511	0.778			無補強
		PE5	0	0			無補強

方案		補強工項	方案優缺評比
方案三、 支承變更 +Damper(FVD)	PE2、PE3、PE5橋墩增設FVD PE3橋墩換為活動支承 PE4橋墩換為鉸接支承	1. PE2、PE3、PE5增設8支FVD 2. PE3、PE4支承更換 3. PE3基礎增厚(剪力補強)	1.本單元淨空低，阻尼器安裝影響PE2橋下使用空間。 2.PE3基礎剪力強度不足仍需增厚補強(C/D值由0.6提升至0.83)。
最佳化方案一、 PE2+PE5 設置FVD	PE2、PE5橋墩增設FVD PE3橋墩換為活動支承 PE4橋墩換為鉸接支承	1. PE2 RC包覆(韌性補強) 2. PE3、PE4支承更換	1.PE3與PE4支承更換需架設重型支撐架。 2.本單元淨空低，阻尼器影響PE2橋下使用空間。
最佳化方案二、 PE2設置FVD	PE2橋墩增設FVD PE3橋墩換為活動支承 PE4橋墩換為鉸接支承	1.PE2 RC包覆(強度補強) 2.PE3、PE4支承更換	1.同上 2.PE2橋墩強度補強致PE2基樁抗拉拔力不足，基礎需額外補強。



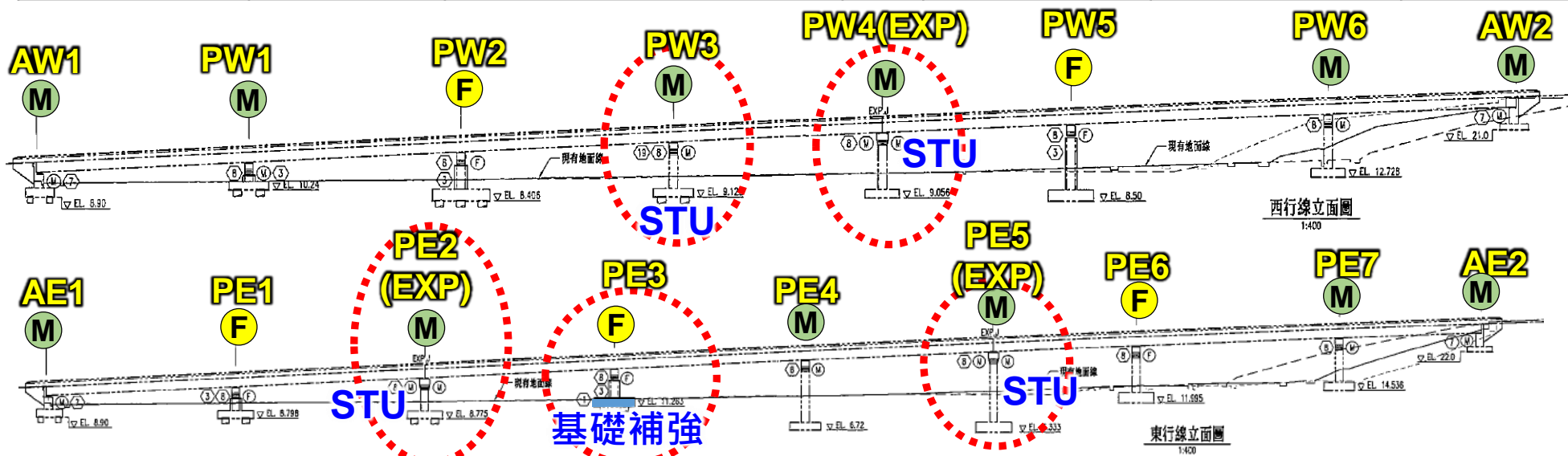
辛亥路高架橋替代工法檢討 各方案費用比較

方案	補強工項	補強費用				工期	影響範圍	方案優缺
		單價	數量	複價	合計			
原初設方案	PE3 RC包覆 (韌性補強)	400,000	1	400,000	約 1,000,000	最短	1.補強範圍小，交維影響範圍最小。 2.完工後PE3旁鄰近空間無法使用。 3.無影響管線。	最佳
	PE3基礎增厚 (剪力補強)	600,000	1	600,000				
最佳化方案一、 PE5+PE2 設置FVD	支承更換 (含重型支承架)	2,000,000	2	4,000,000	約 8,400,000	較長	1.支撐更換期間，橋上需實施限速交維，橋下須架設重型支撐架。 2.梁下淨空低約4.8m，裝設阻尼器後僅約3.5m，影響PE2橋下使用空間。 3.無影響管線。	佳
	裝設液態 黏彈性阻尼器	1,000,000	4	4,000,000				
	PE2 RC包覆 (韌性補強)	400,000	1	400,000				
最佳化方案二、 PE2設置FVD	支承更換 (含重型支承架)	2,000,000	2	4,000,000	約 11,500,000	較長	1.同上。 2.PE2基礎需額外補強。 3.與台北市雨水箱涵衝突。	最差
	裝設液態 黏彈性阻尼器	1,000,000	2	2,000,000				
	PE2 RC包覆 (強度補強)	500,000	1	500,000				
	PE2 基礎增樁	5,000,000	1	5,000,000				

系統局部調整結果 ■ 國3甲 辛亥路高架橋



橋梁名稱	振動單元名稱	支承補強	橋墩補強	基礎補強		減震裝置 (STU or Damper)
				強度補強	穩定性	
辛亥路高架橋	U1E	AE1、PE1、PE2	PE1			PE2
	U2E	PE2、PE3、PE4、PE5	PE3	PE3		
	U3E	PE5、PE6、PE7、AE2	-			PE5
	U1W	AW1、PW1、PW2、PW3、PW4	PW2			PW3
	U2W	PW4、PW5、PW6、AW2	-			PW4





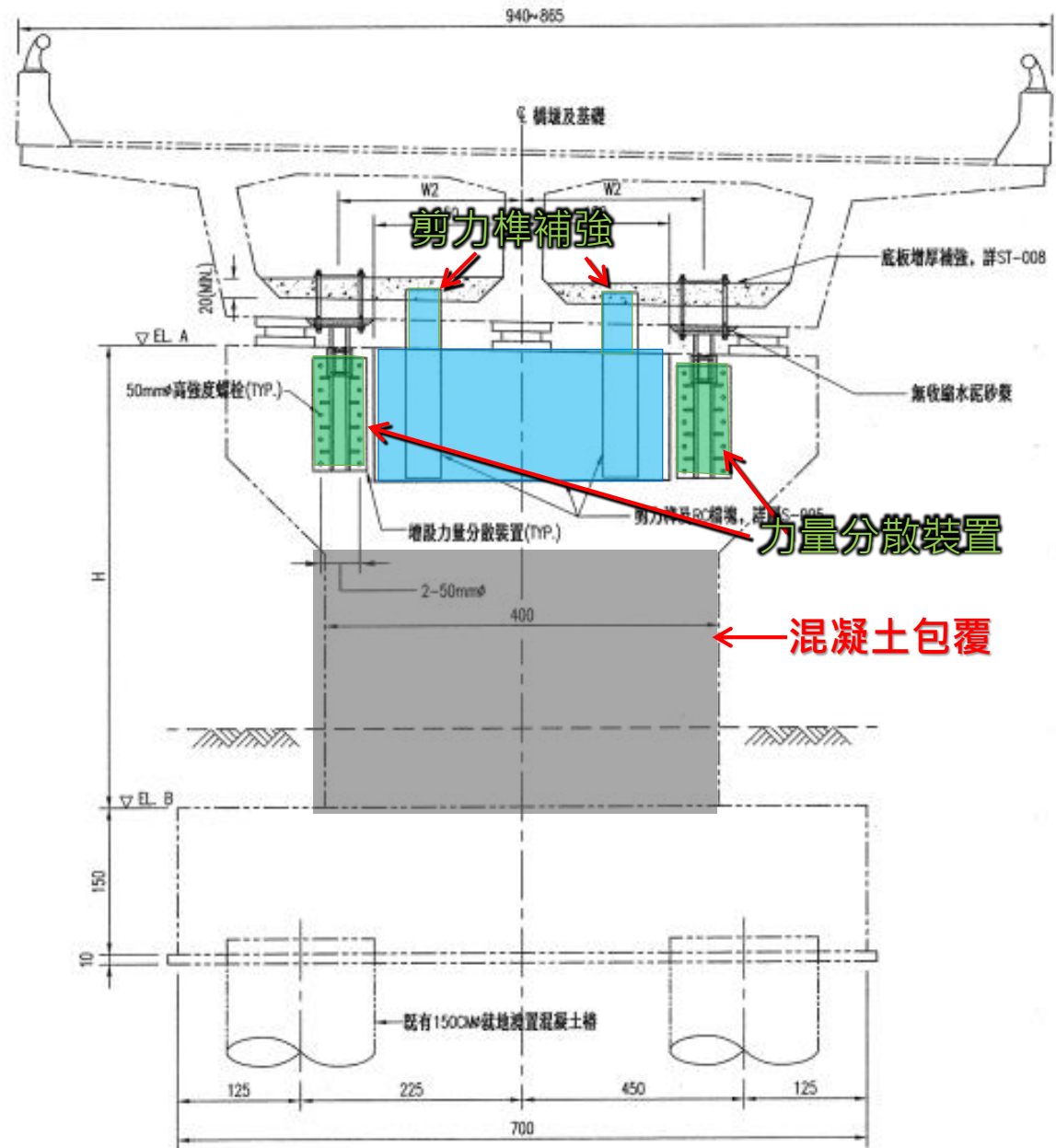
辛亥高架橋 (系統補強)

墩柱強度韌性不足



力量分散裝置

項目	橋墩
橋墩包覆	PW2、PE1、PE3
剪力樺	PW1~PW6、PE1~PE7
力量分散	PW3、PW4、PE2、PE5



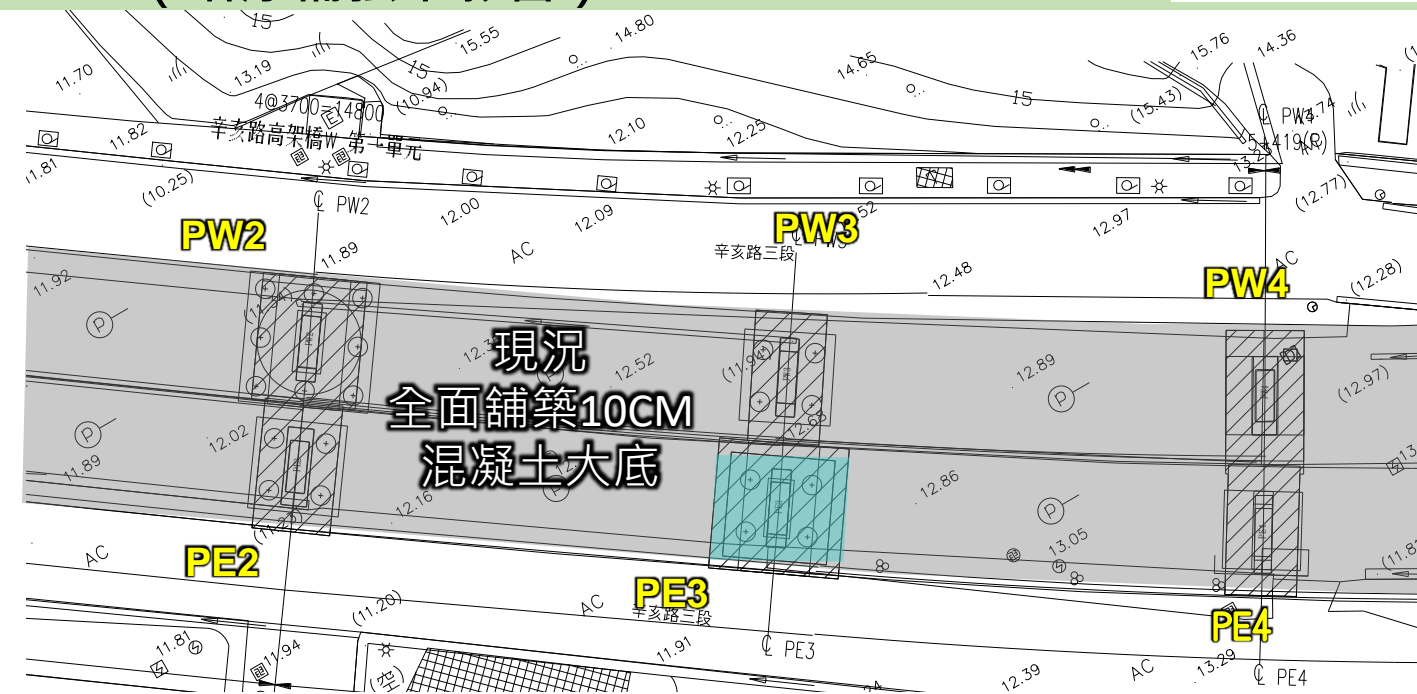
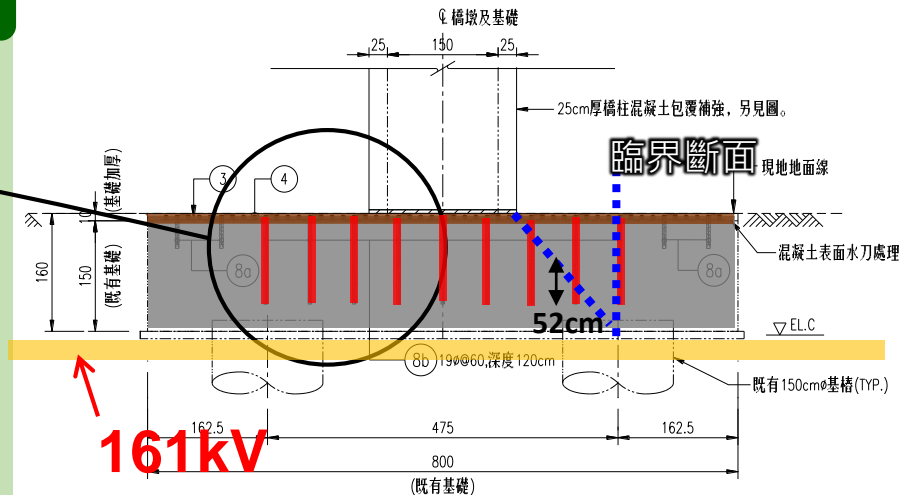


辛亥高架橋(系統補強)

基礎剪力強度不足 ➡ 增加基礎板剪力強度

- 配合管線試挖調查發現橋下全面鋪築混凝土大底。
- 基礎覆土僅10CM，配合修正鋼筋彎鉤(90度)型式。
- 橋下管線複雜，存在台電特高壓161KV (增厚補強不影響)

基礎增厚10cm，
植入剪力筋(深度120cm)



補充測量及試挖結果



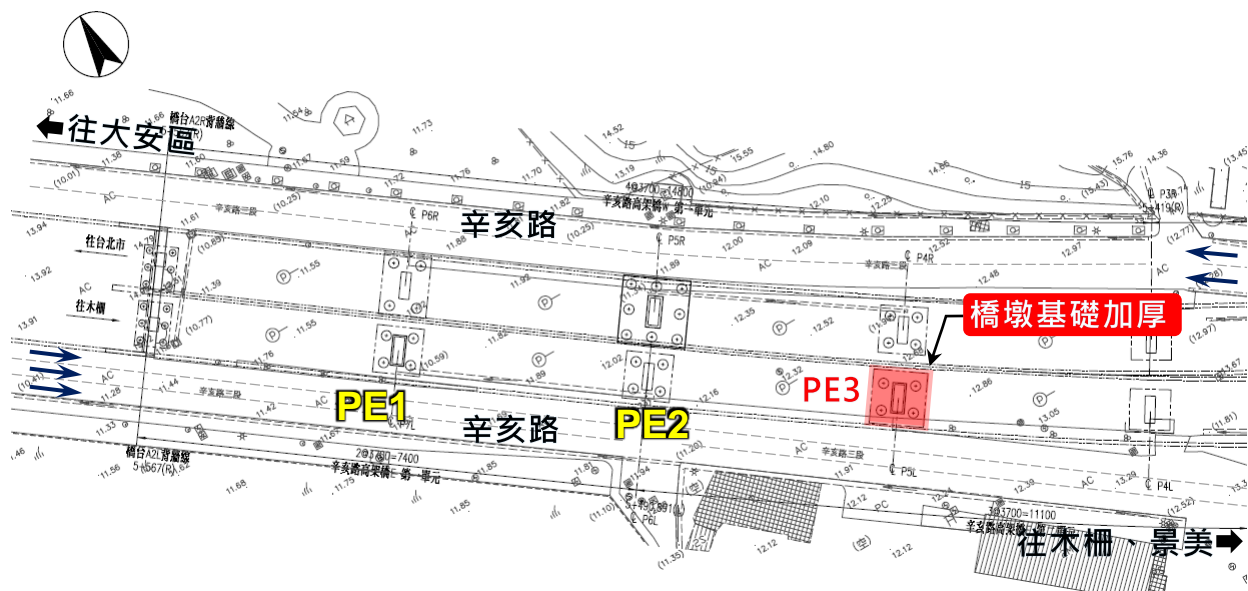


辛亥路高架橋之交通維持

- 橋墩基礎加厚所需最小施工空間
- 僅占用辛亥停車場



- 無須占用辛亥路道路空間
- 可維持與現況相同之服務水準



簡報內容

壹

系統補強基本原理

貳

既有橋梁耐震評估

參

增設地震力分散裝置案例

肆

更換為隔震支承補強案例

伍

結論



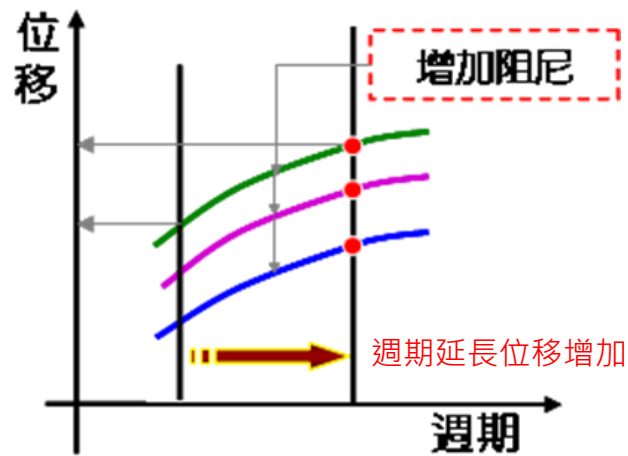
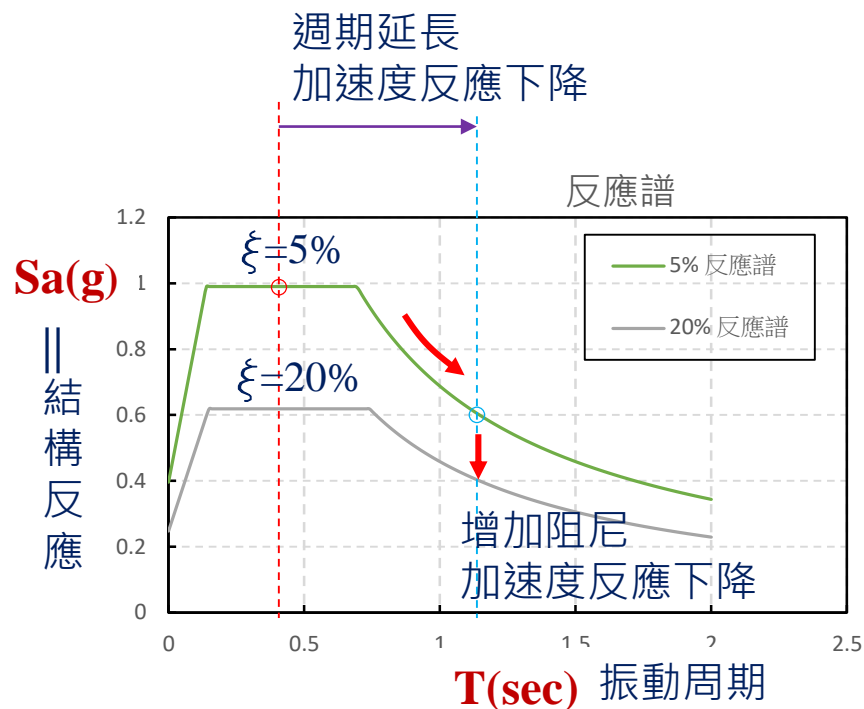
隔震系統基本原理

隔震支承

1. 垂直方向有足夠剛性與強度，足以承受上部結構傳遞之垂直載重。
2. 水平方向具有適當的柔性，延長結構週期，降低水平地震力。

$$\therefore V = \frac{IW}{1.2\alpha_y} \left(\frac{S_a}{F_u} \right) \quad \therefore S_a \downarrow \rightarrow V \downarrow$$

3. 因週期延長，位移增加，故需具有阻尼消能，降低地震反應，減少位移。
4. 需有自復位能力，地震後能回復到原位。
5. 需有足夠水平勁度以抵抗風力。





隔震系統運用評估彙整表

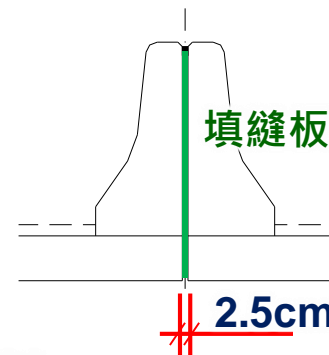
橋名	振動單元	基礎評估		A.週期比 (T/T_0^D)		B. 土壤液化(PL)	C. 上構型式	D. 橋墩剛接	D. 剪力鋼箱	E. 梁端間隙 <15cm	F. 施工性	G. 其他	適用性	緣由
		NG	總數	縱向	橫向									
國3 烏山頭高架橋 (北上)	7	39	52	1.77	1.10	5.55	箱型梁	U1 剛接	否	橋墩 20cm/ 橋台 10cm	橋台 梁端 處理	交流道 橋寬 變化大	Δ	AD FG
國3 烏山頭高架橋 (南下)	7	39	51	1.77	1.10	5.55	箱型梁	U1 剛接	否	橋墩 20cm/ 橋台 10cm	橋台 梁端 處理	交流道 橋寬 變化大	Δ	AD FG
國8 主線(東行) 1k+622~3k+837	11	35	57	1.11	0.86	22.2	箱型梁	否	否	橋墩 15cm/ 橋台 5cm	橋台 梁端 處理	交流道 橋寬 變化大	Δ	BE FG
國8 主線(西行) 1k+622~3k+837	11	35	57	1.11	0.86	22.2	箱型梁	否	否	橋墩 15cm/ 橋台 5cm	橋台 梁端 處理	交流道 橋寬 變化大	Δ	BE FG

1. 橋梁基本振動週期大於橋址之 $1.2T_0^D$ ，經詳細分析仍具有補強效益。
2. 土壤液化折減納入基礎性能檢核，確保橋梁穩定。
3. 國8 主線於橋台處增設黏滯性阻尼器(VD)，降低隔震後位移，確保隔震效果。
4. 交流道處，橋寬變化大，各橋墩重量分佈不均，不易掌握實際振動行為。

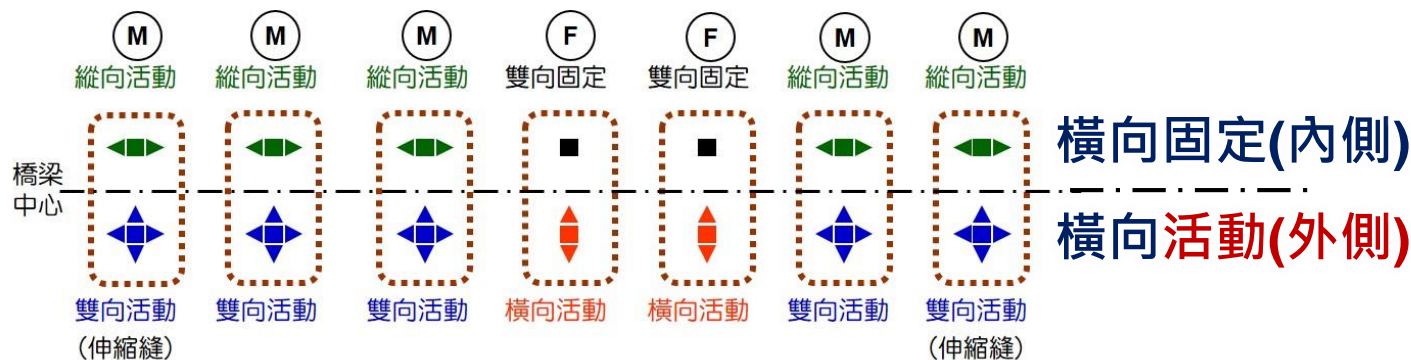
國3烏山頭高架橋

結構配置

- 主線南/北向各7個單元。
 - 北上線共51跨，全長2,348M
 - 南下線共50跨，全長2,342M
- 南/北雙向分離，中央隔欄緊貼
- 交流道橋共4個單元，各5跨，橋長各約190M



支承配置



設計規範

- 採76年設計規範 等值地表水平加速度 $Z=0.2g$
- 韌性設計、近斷層效應 ➡ 水平抗力不足 ➡ 增設鋼止震裝置

橋墩基礎

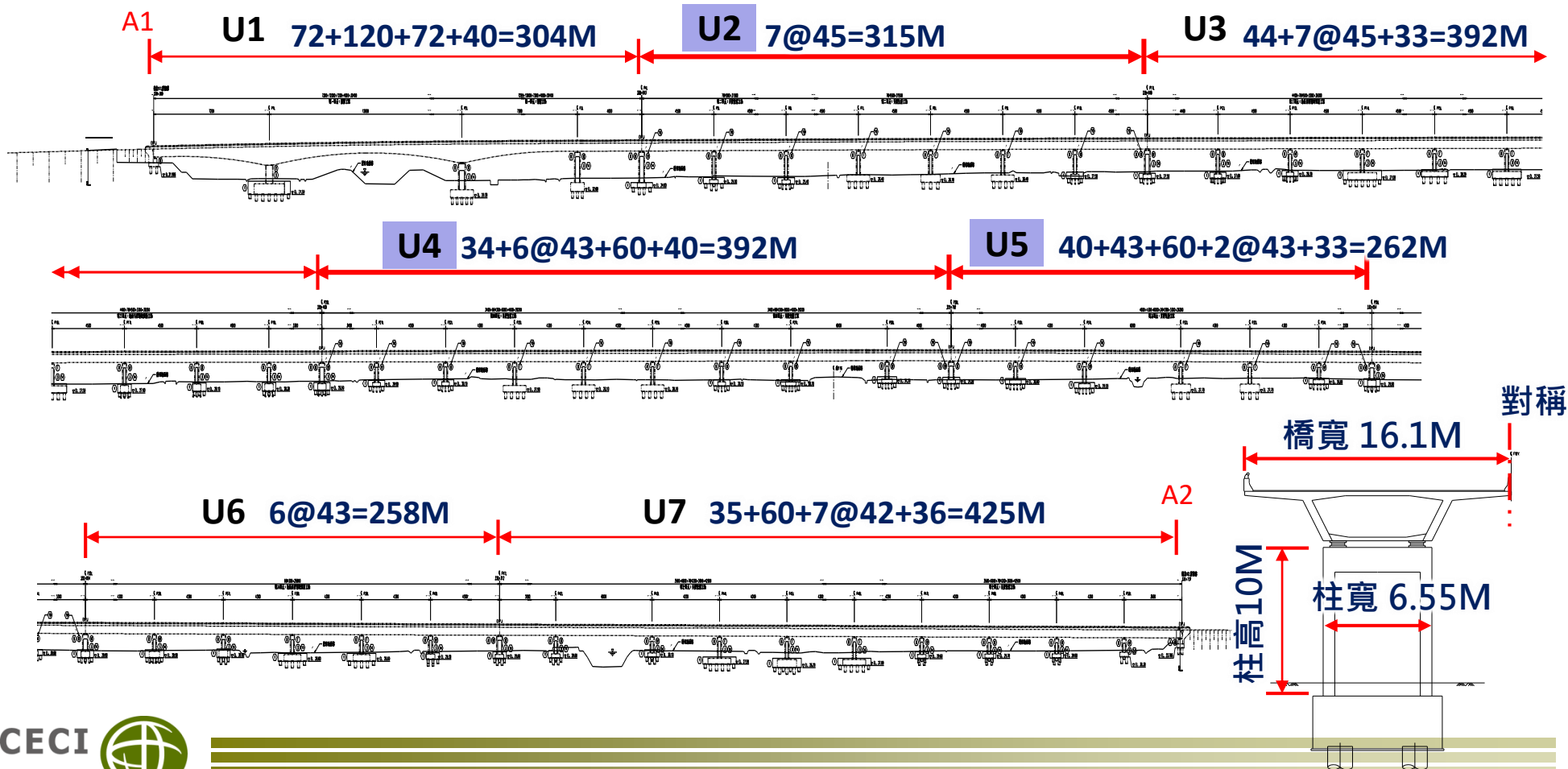
橋梁	總墩數	空心柱	實心柱	RC樁	PC樁
主線	99	97 (98%)	2 (2%)	59 (60%)	40 (40%)
交流道	20	4 (20%)	16 (80%)	8 (40%)	12 (60%)



國3烏山頭高架橋



- 76年設計規範
- $Z=0.2g$



國3烏山頭高架橋

補強策略

支承強度不足

橋墩剪力破壞，韌性不足

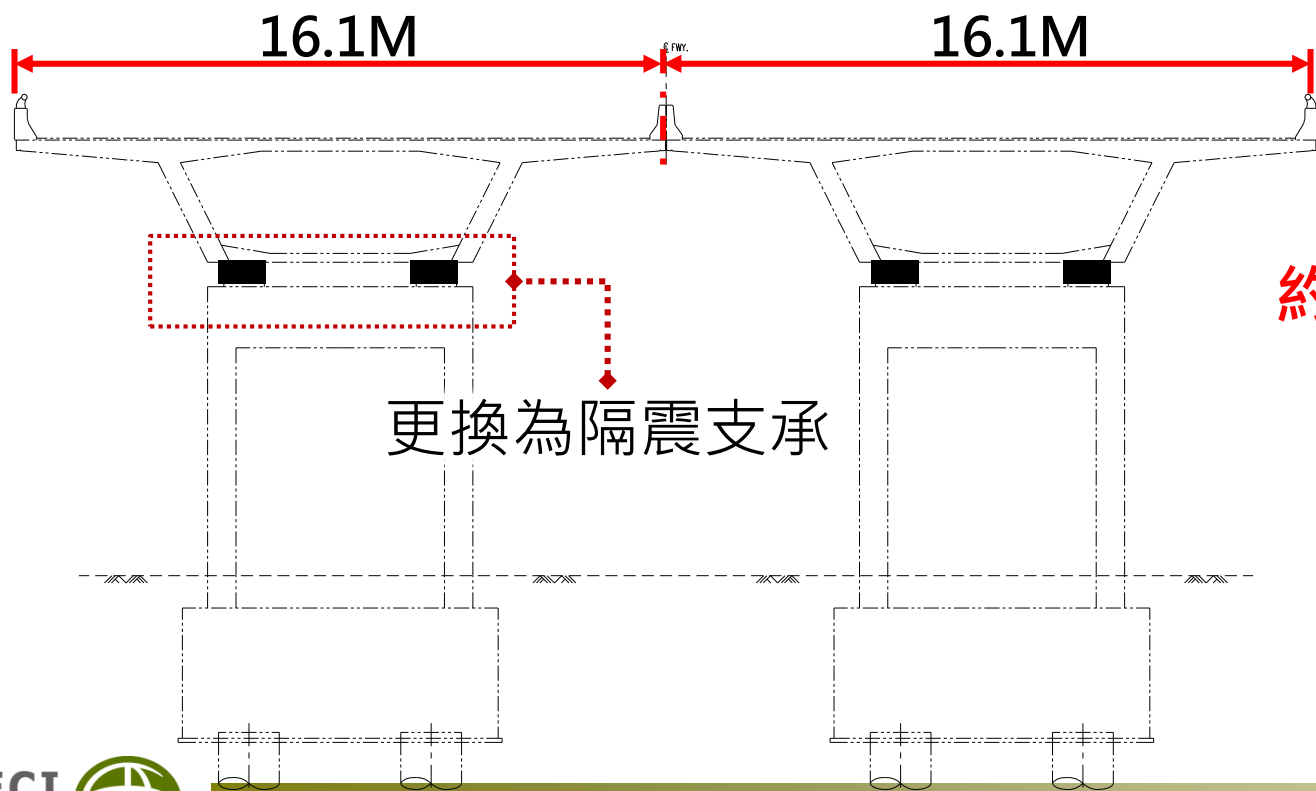
基礎、基樁強度不足

鋼止震裝置+RC止震塊

空心柱塑鉸區填實，外圍RC包覆

增樁擴基補強

更換為隔震支承



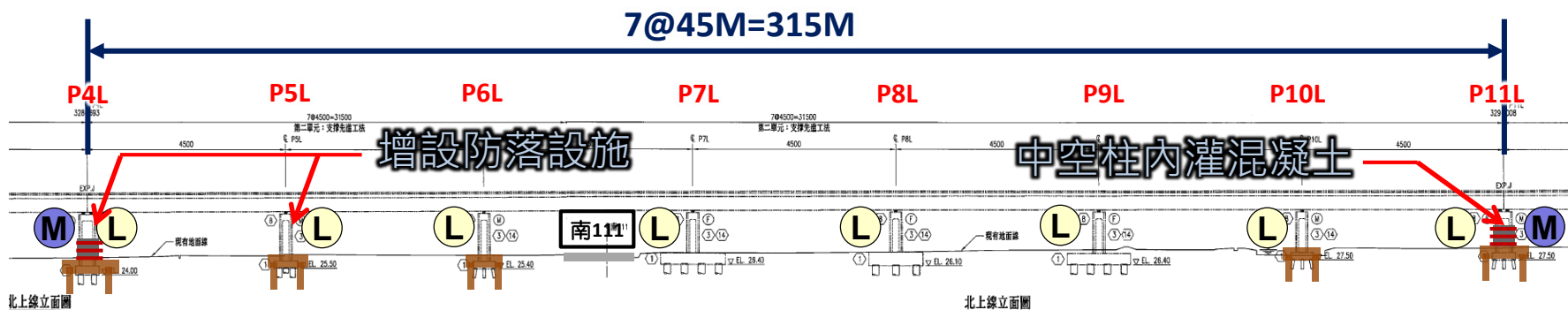
國3烏山頭高架橋

結構系統補強 單元Unit2、Unit4~5 (以Unit2為例)

減少橋墩、基礎補強規模

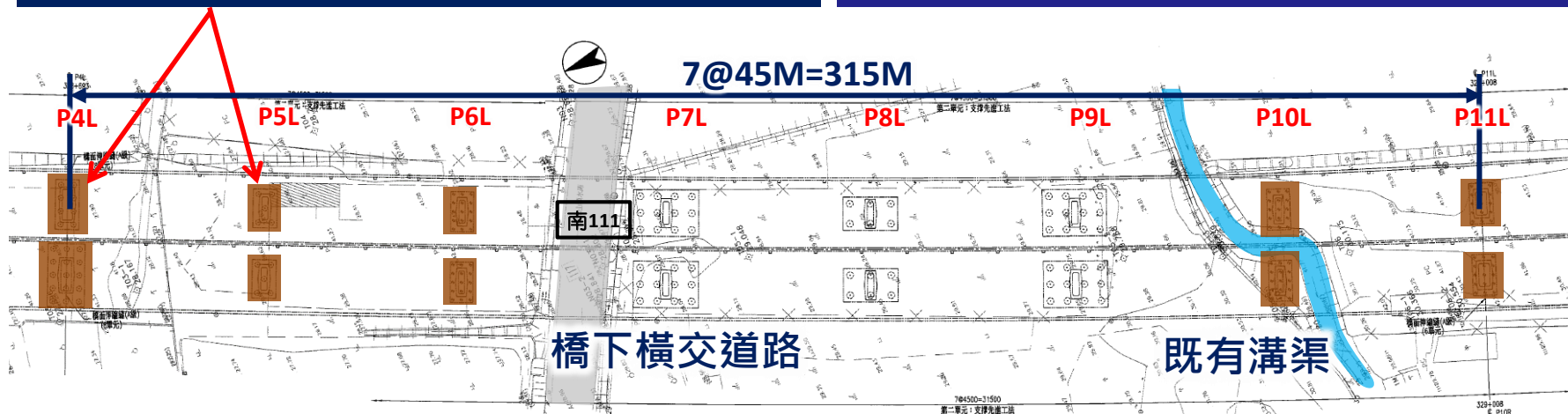
➡ 更換LRB支承

➡ 墩頂增設防落設施



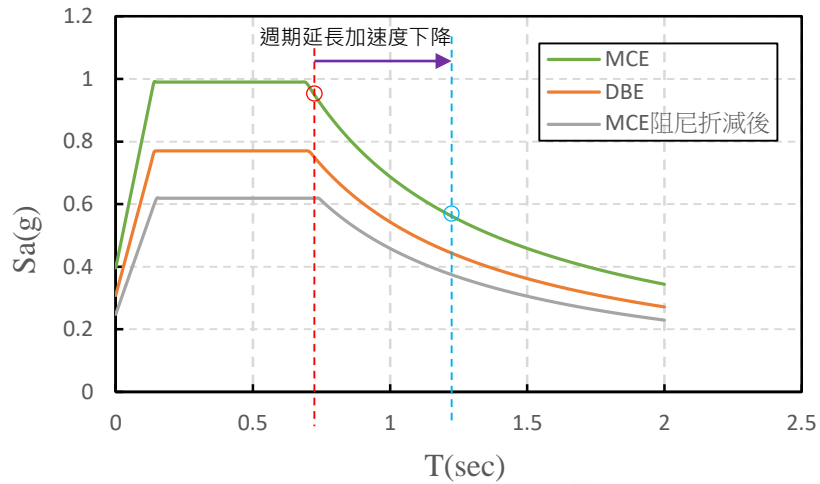
● 原活動端基礎強度不足，增樁擴基

● 隔震橋墩維持彈性，不需橋墩補強



既有橋梁補強-國3烏山頭高架橋

反應譜

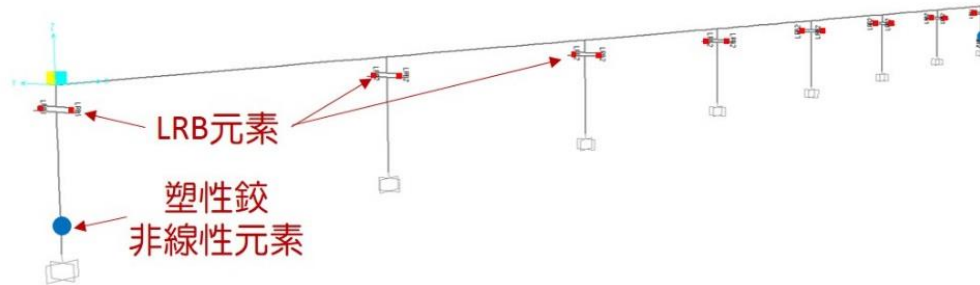


結構週期&阻尼比

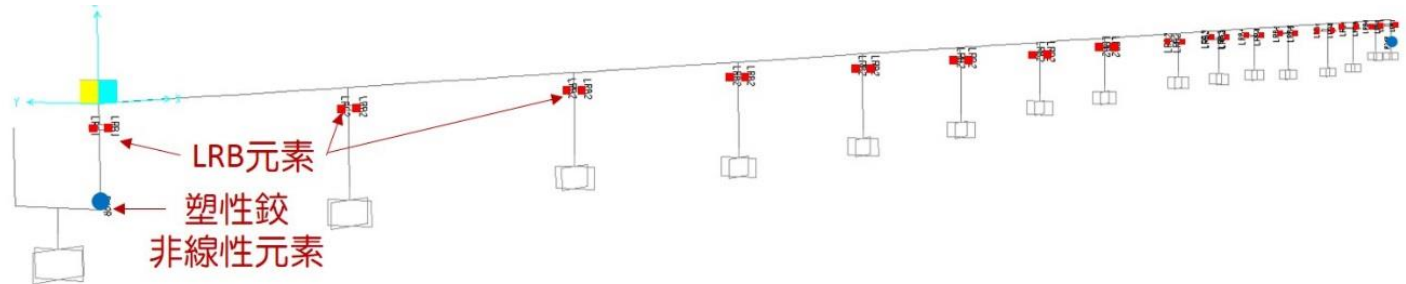
振動單元	縱向		橫向		ξ_{system} (系統等效阻尼比)
	原結構 (sec)	隔震後 (sec)	原結構 (sec)	隔震後 (sec)	
U2	0.72	1.41	0.63	1.24	0.2
U4	0.73	1.35	0.61	1.38	0.2
U5	1.00	1.40	0.64		0.2

結構分析模型

U2單元



U4&U5單元

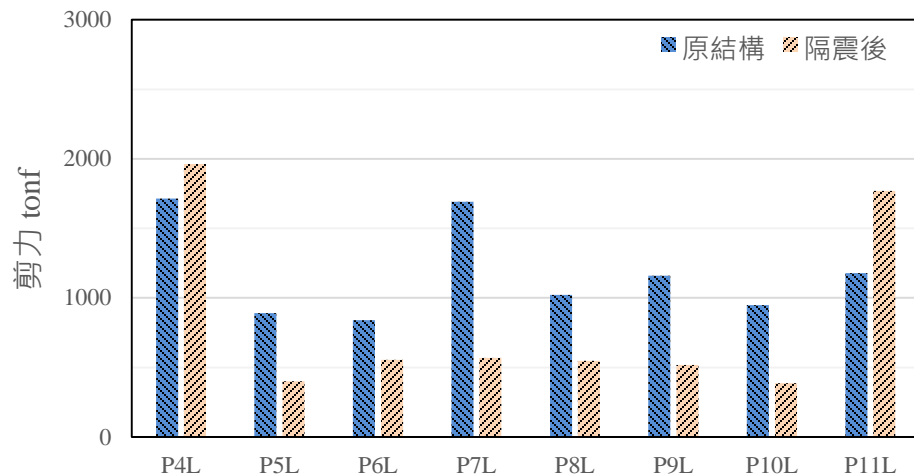




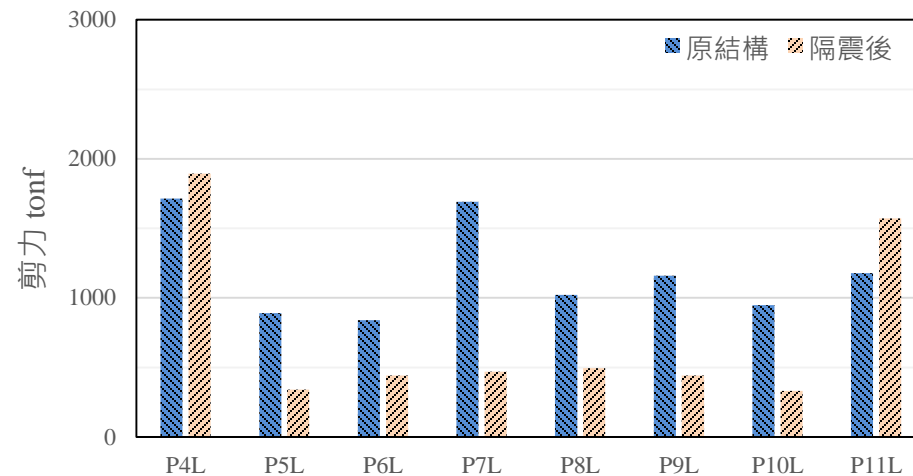
國3烏山頭高架橋

隔震分析-U2單元

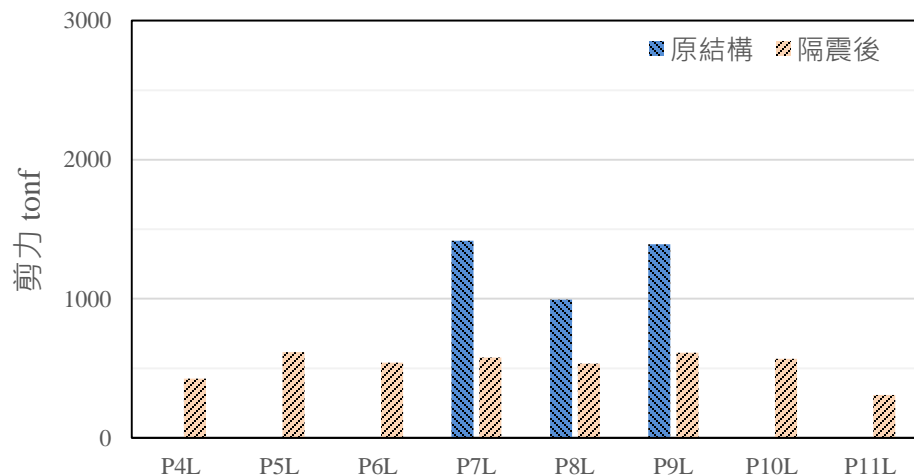
2500地震-橫向剪力



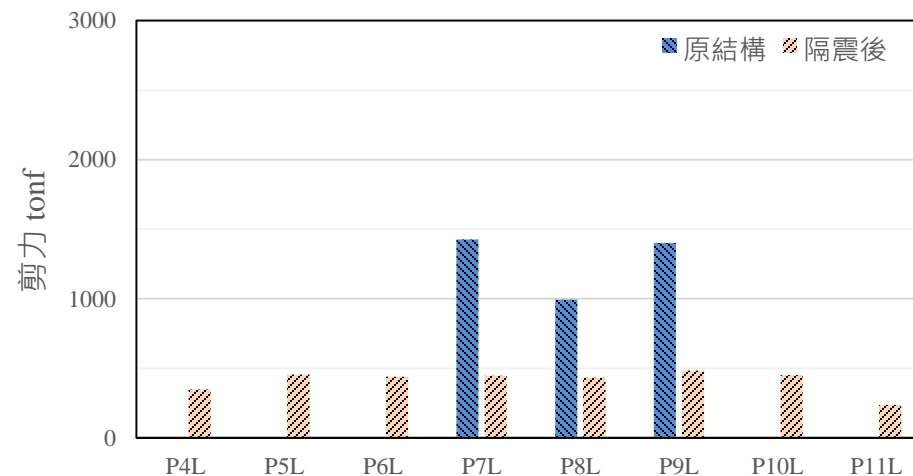
475地震-橫向剪力



2500地震-縱向剪力



475地震-縱向剪力

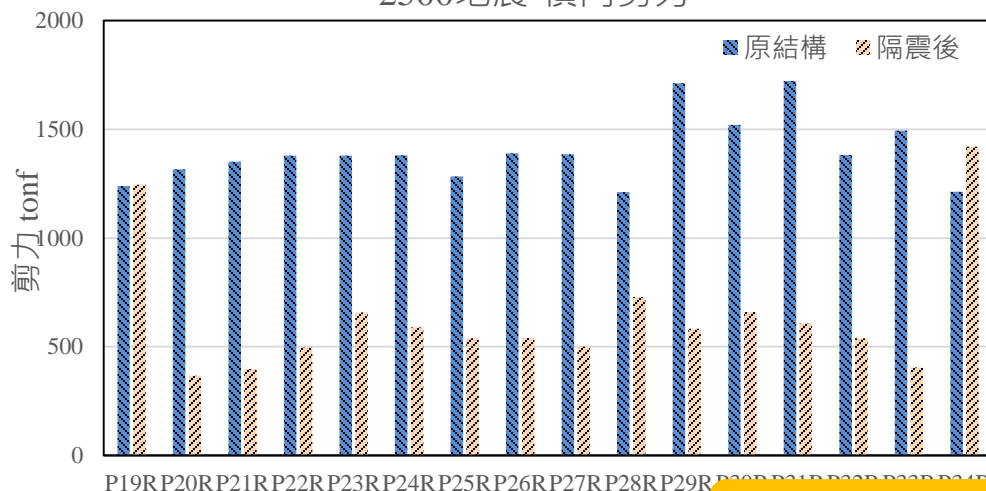




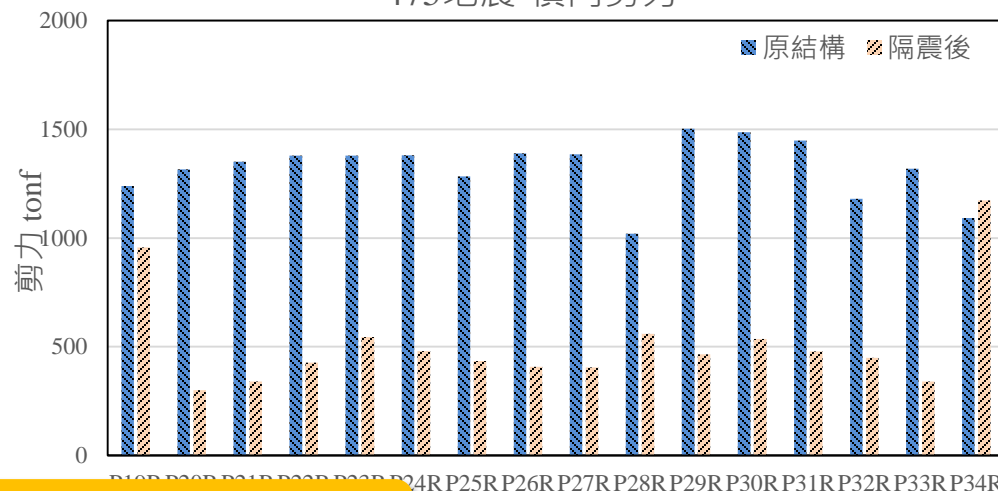
國3烏山頭高架橋

隔震分析-U4&U5單元

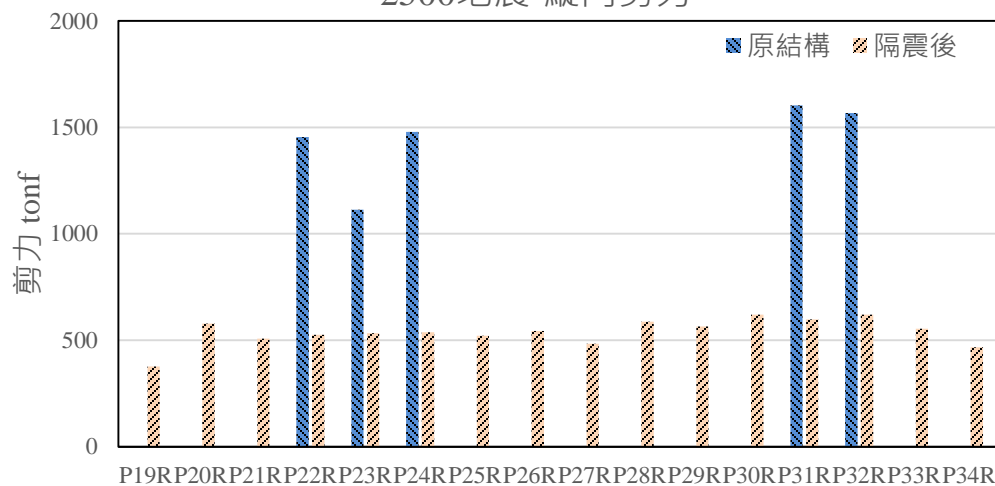
2500地震-橫向剪力



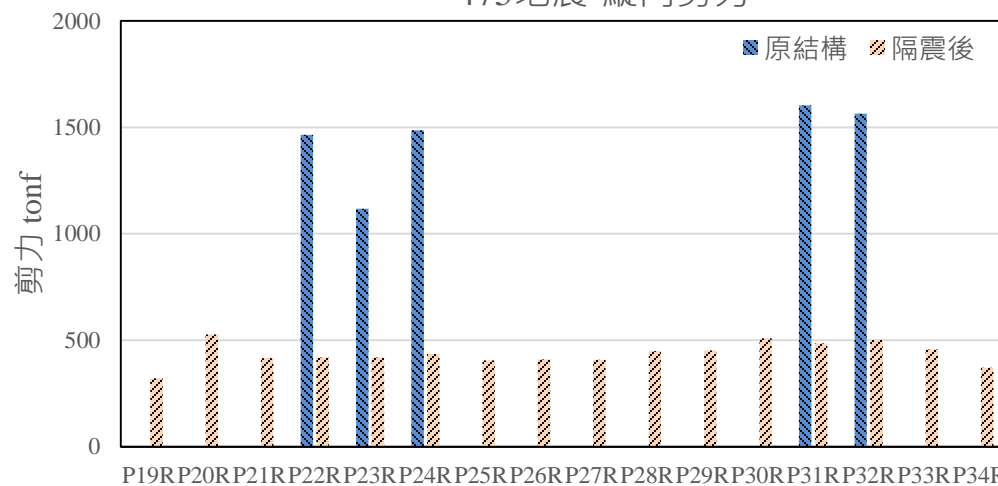
475地震-橫向剪力



2500地震-縱向剪力



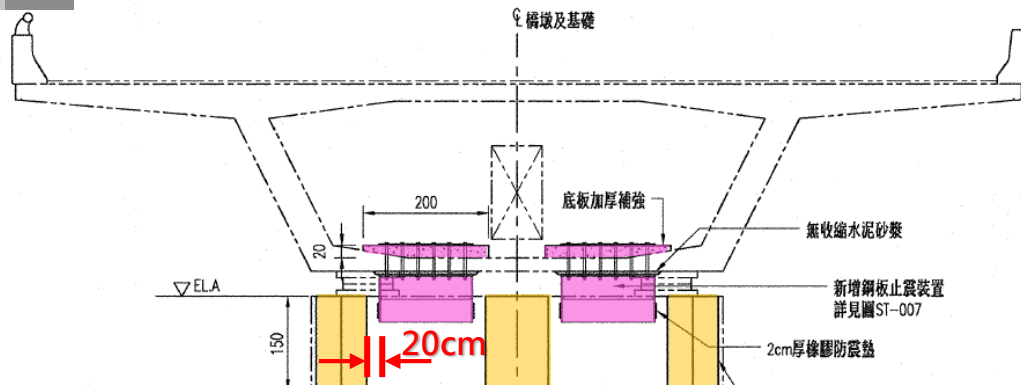
475地震-縱向剪力



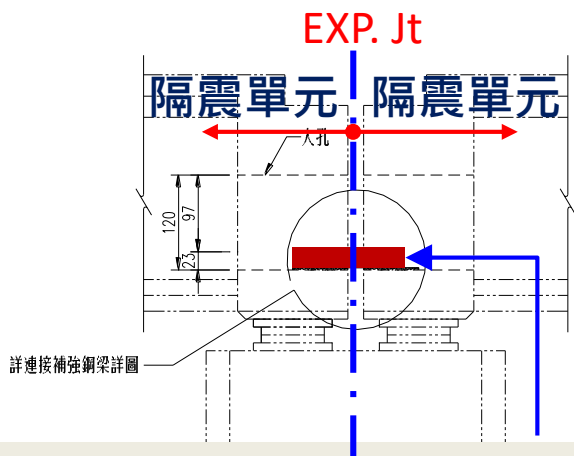
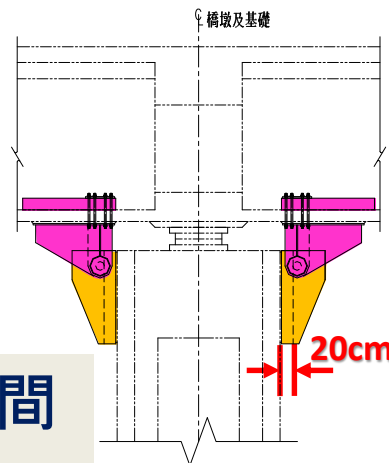


隔震橋梁設計特別考量

烏山頭高架橋



- 設置防落裝置，預留LRB水平變位空間
- LRB支承最大水平變位約17.5cm

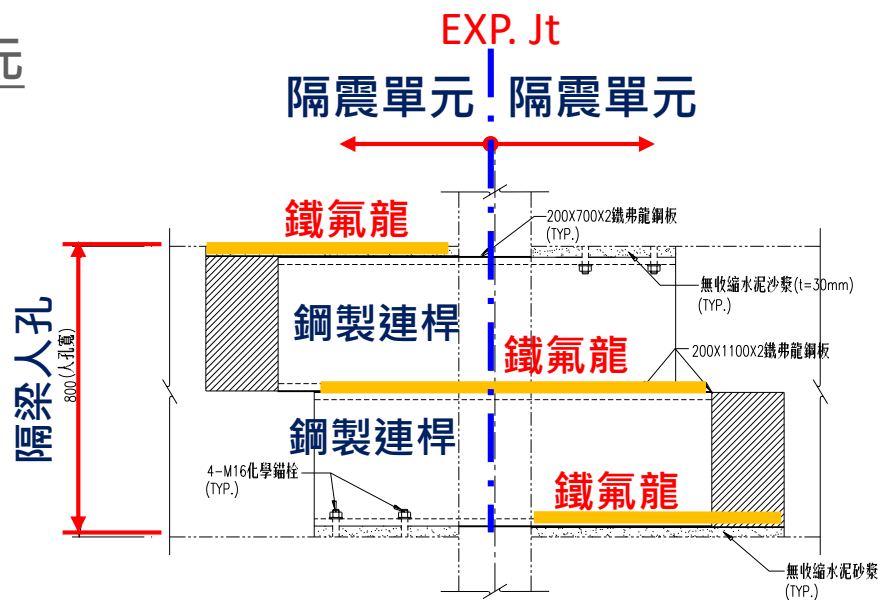


U4、U5單元

縱向：獨立
橫向：連續

- 連續隔震單元之端隔梁人孔處設置鋼製連桿

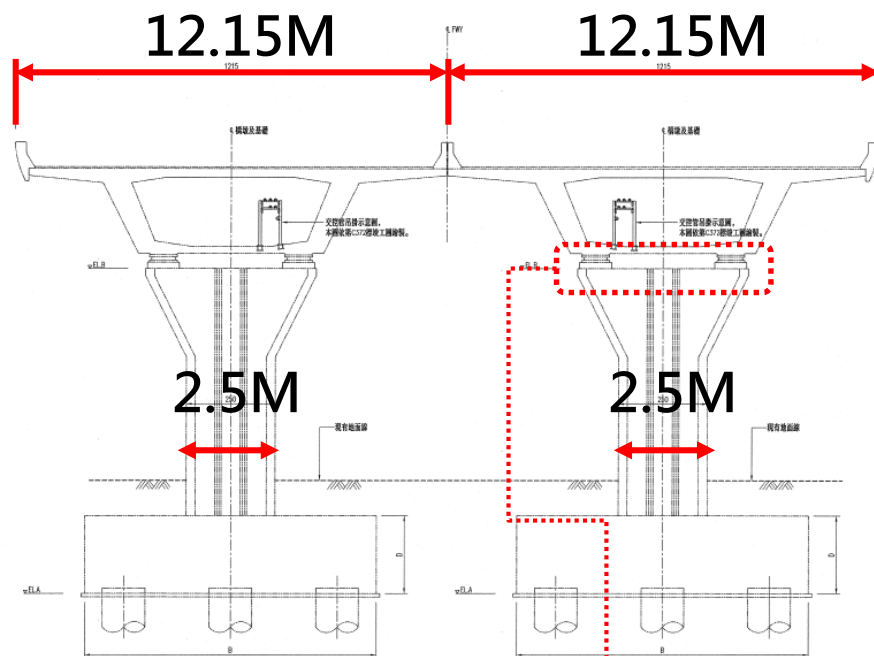
➤ 縱向自由滑動，橫向連動



鋼製連桿平面圖

國8高架橋1k+622~3k+837

- 主線東/西向各11個單元，雙向分離
- 東/西行線各56跨，全長2,215M
- 採76年設計規範 等值地表水平加速度 $Z=0.183g$
- 梁下淨高約3.8~4.6m(低淨空限制)
- 橋墩尺寸2.5m X 2.5m，場鑄樁1.2m ϕ





國8高架橋1k+622~3k+837

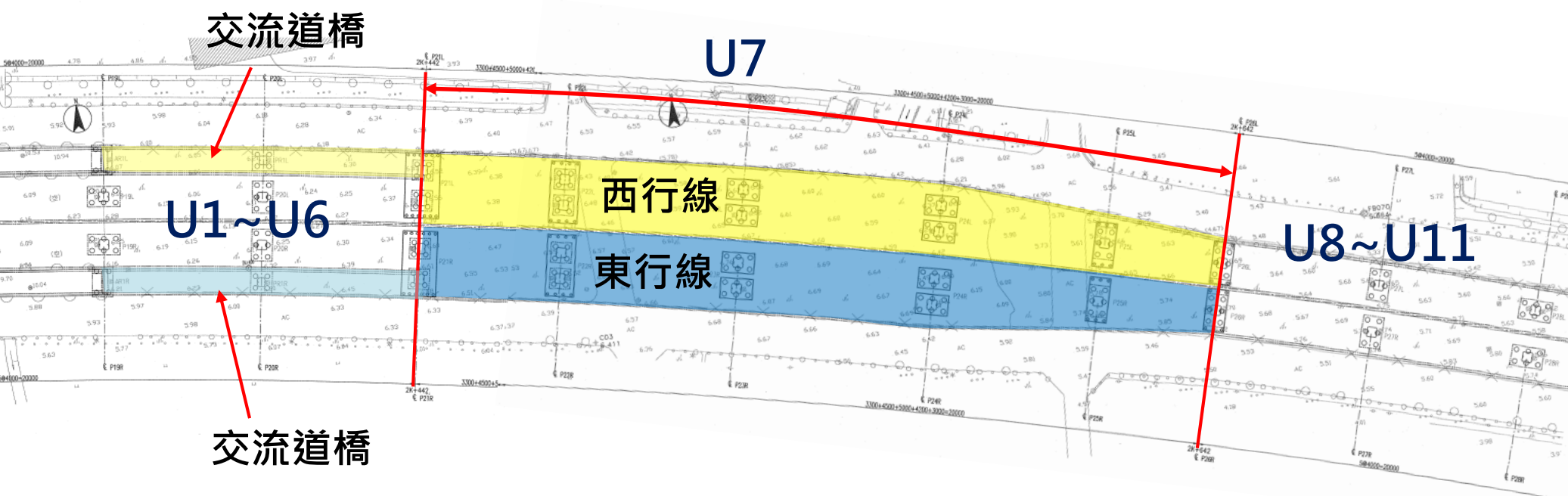
- 支承縱、橫向強度不足
- 整體耐震能力不足
- 基礎板強度不足
- 基樁強度不足
- 基樁承载力不足



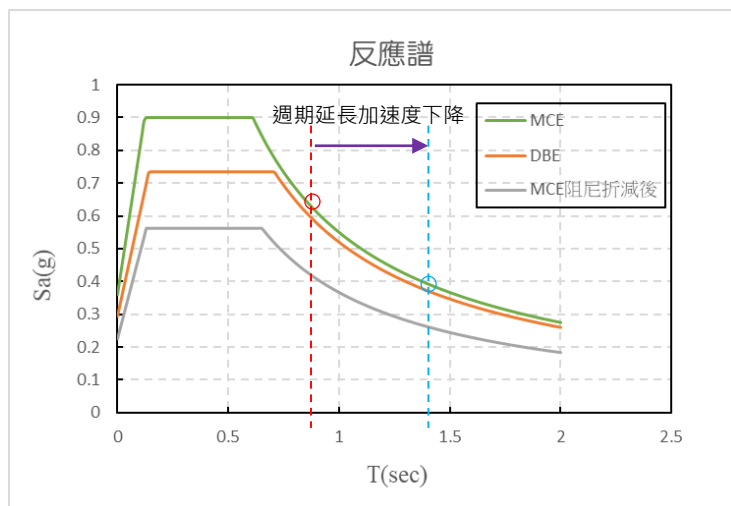
基樁施工，梁下淨高不足

減少基礎補強

標準橋寬單元(U1~U6、
U8~U11) 採隔震支承補強



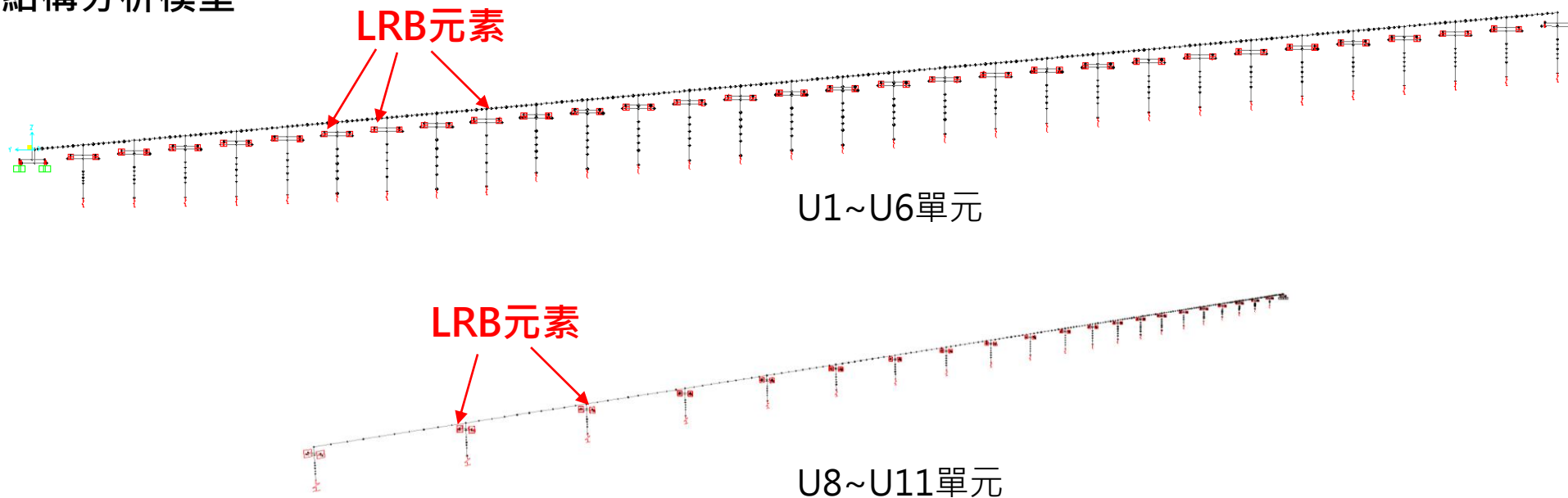
國8高架橋1k+622~3k+837



結構週期&阻尼比(以U2、U9為例)

振動單元	縱向		橫向		ξ_{system} (系統等效阻尼比)
	原結構 (sec)	隔震後 (sec)	原結構 (sec)	隔震後 (sec)	
U2	0.79	1.41	0.64	1.44	0.2
U9	0.81	1.40	0.63	1.41	0.2

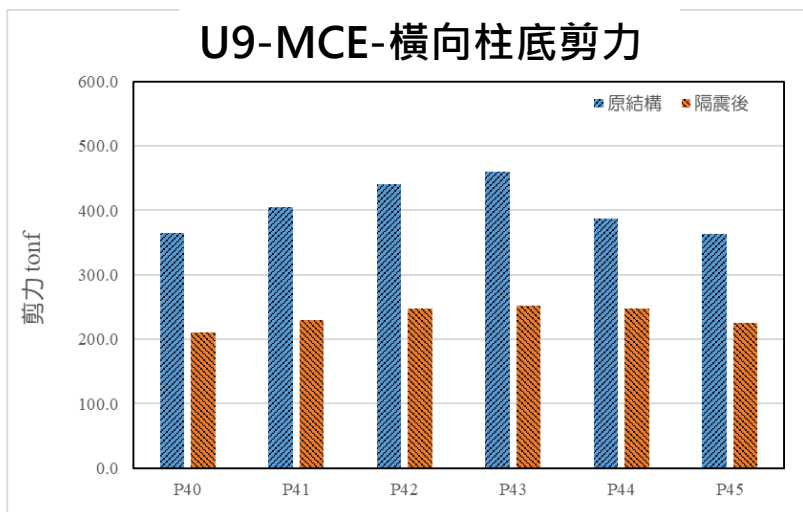
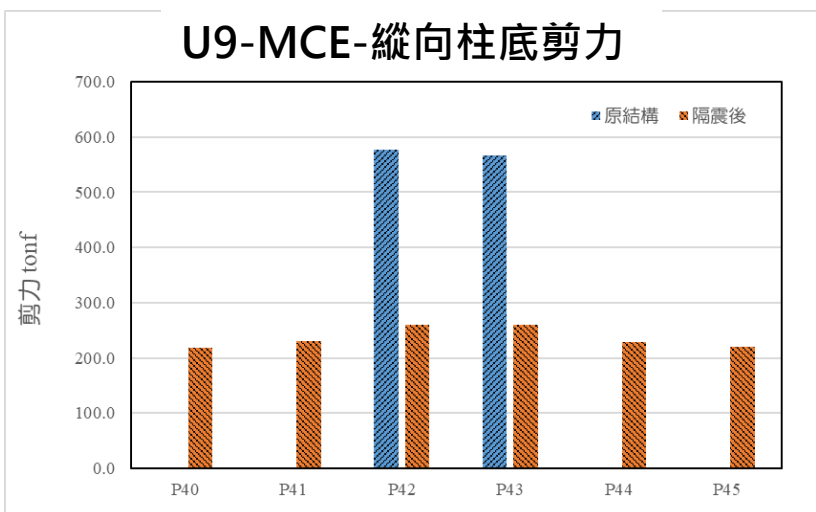
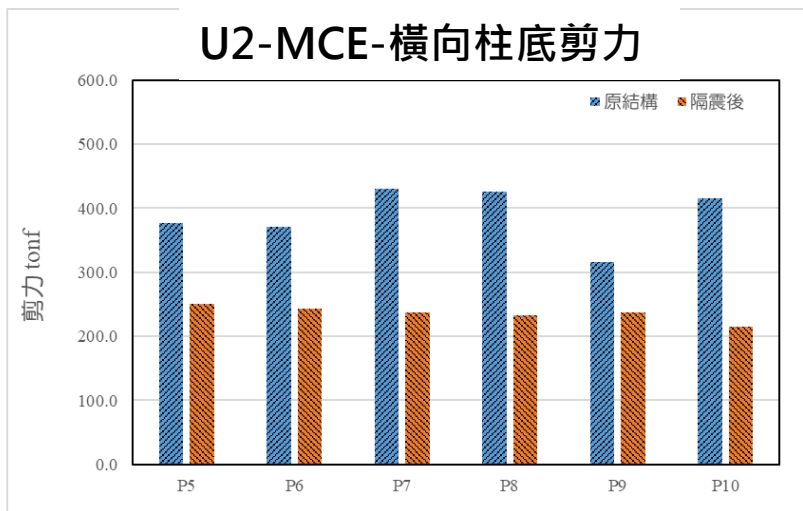
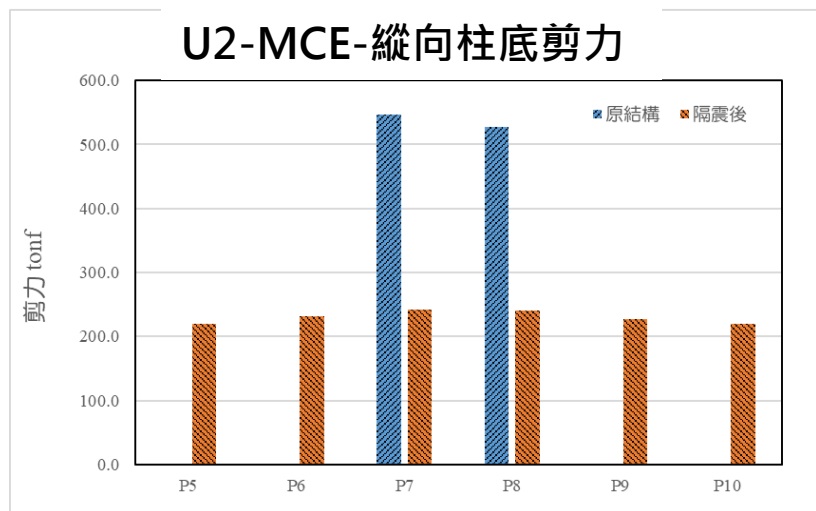
結構分析模型



國8高架橋1k+622~3k+837

橋軸向柱剪力減少50%以上
橋橫向柱剪力減少25~45%

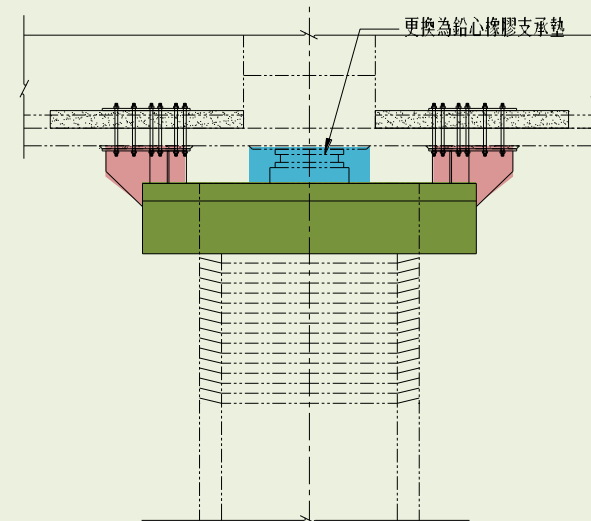
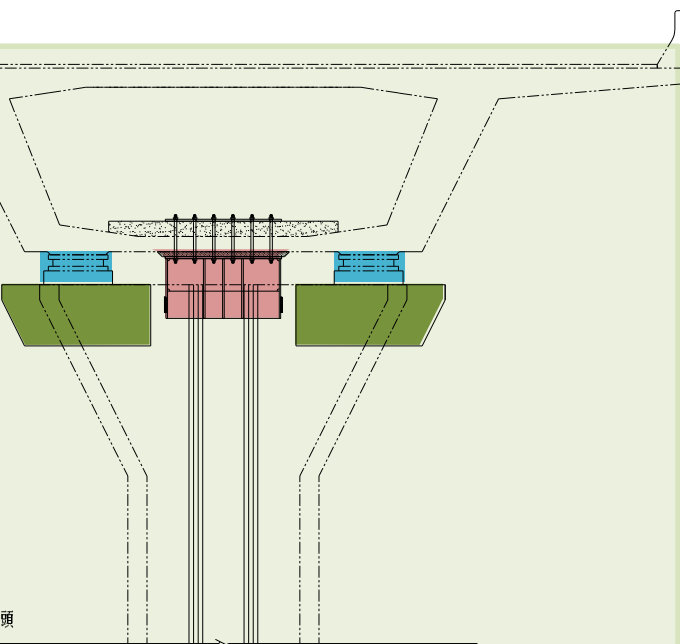
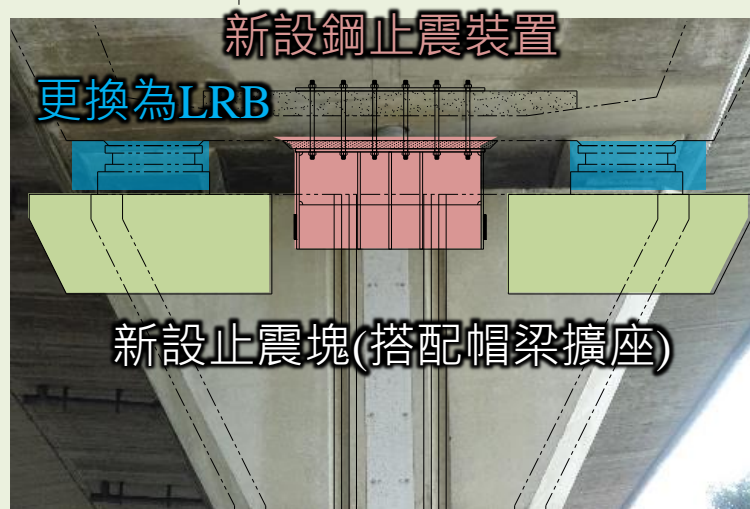
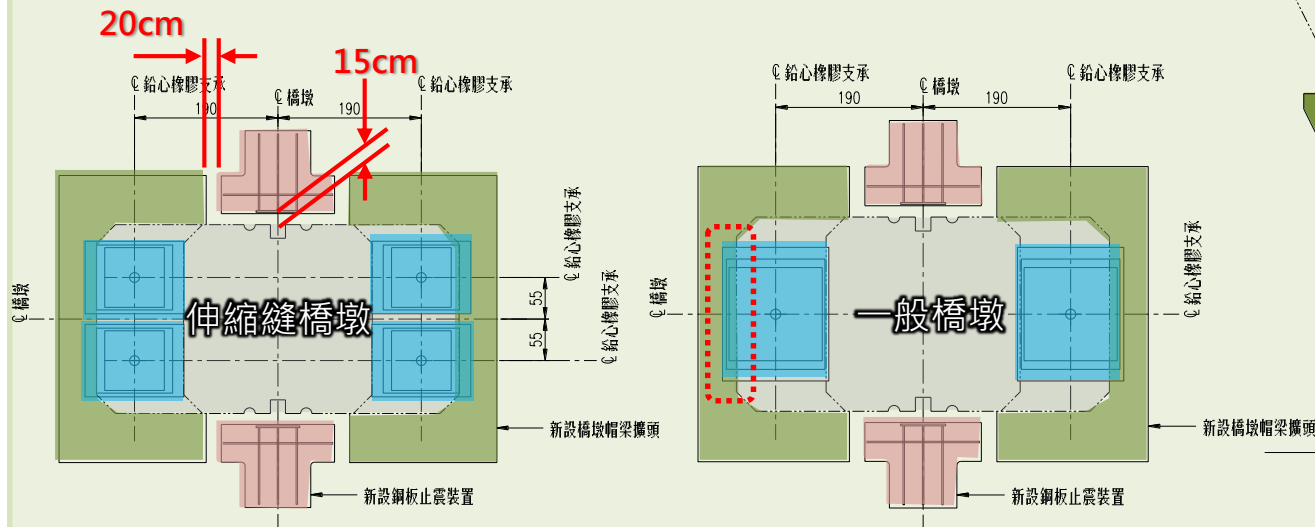
◆ 隔震補強後，可將墩柱最大受力控制在塑鉸力以下，使基礎得以不需補強





國8高架橋1k+622~3k+837

- ◆ 基礎補強縮減至P21~P26(銜接交流道單元)
- ◆ LRB基座需求大 → 擴大柱頭區配合防落橋設置止震塊
- ◆ 預留LRB水平變位空間



國8高架橋1k+622~3k+837

橋台梁端間隙處理

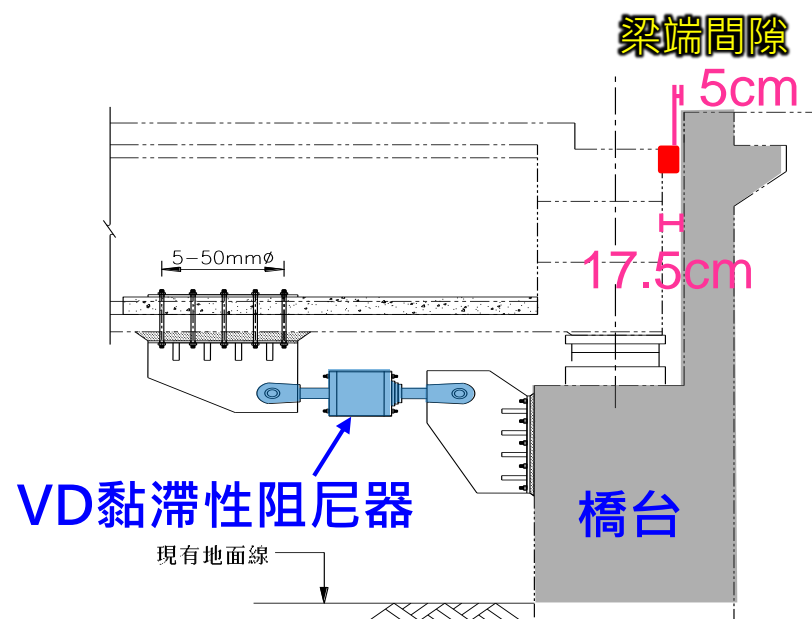
橋名	振動單元	基礎評估		A.週期比 (T/T ₀ ^D)		B. 土壤液化 (PL)	C. 上構 型式	D. 橋墩 剛接	D. 剪力 鋼箱	E. 梁端 間隙 <15cm	F. 施工性	G. 其他	適用 性	緣由
		NG	總數	縱向	橫向									
國8 主線(東行) 1k+622~3k+837	11	35	57	1.11	0.86	22.2	箱型梁	否	否	橋墩 15cm/ 橋台 5cm	橋台梁 端處理	交流道 橋寬 變化大	Δ	BE FG
國8 主線(西行) 1k+622~3k+837	11	35	57	1.11	0.86	22.2	箱型梁	否	否				Δ	BE FG

黏滯性液態阻尼(VD)位移控制

• 增設阻尼器成果

2500年地震 橋面位移 (cm)

LRB	LRB+VD
11	5



簡報內容

壹

系統補強基本原理

貳

既有橋梁耐震評估

參

增設地震力分散裝置案例

肆

更換為隔震支承補強案例

伍

結論



結論

- ◆ **辛亥路高架橋**橋墩經包覆補強後，其構件之韌性使用仍超過補強規範容許值，比較**力量分散裝置**及**減震系統**補強之施工性與經濟性，以力量分散裝置方式補強最佳。
- ◆ **烏山頭高架橋**，既有中空橋墩水平勁度高。採**隔震補強**後，**週期延長**，另因LRB遲滯消能作用**增加系統阻尼**，使結構地震力降低，並兼具地震力分散效果，多數橋墩可保持在彈性範圍內，有效降低橋墩與基礎補強規模。
 - 原活動端橋墩為60cm § PC樁，樁強度及抗拉拔能力低，隔震補強後仍需增設基樁補強。
 - 原固定端橋墩為120cm或150cm § RC樁，隔震補強後可無需基礎補強。



結論

- ◆ 國8號1k~3k高架橋，橋下淨高 $<4.6\text{m}$ ，國內低淨空打樁機具無法施作。梁底至柱頂空間足夠，適合換裝LRB。本案例雖有土壤液化及結構基本振動週期較長等不利因素，經橋梁整體非線性歷時分析後，橋墩受力可有效降低，因此仍具替代傳統補強工法之經濟效益。
 - 共102座橋墩及4座橋台換裝為隔震支承LRB。以避免基礎補強為目標，逐墩檢討LRB制訂規格，橋台處另增設液態黏滯性阻尼(VD)縮減位移，避免伸縮縫更換與梁端處理。
 - 節省工程費約2.8億元
- ◆ 若基礎補強量體大或遭遇地下管線與其他阻礙施工等因素，可優先評估系統補強(隔震、減震及力量分散裝置等)之適用性。以本次介紹案例，系統補強之效益並非一體適用，整合構件補強及系統補強可達最佳效益。

簡報結束
敬請指教

