

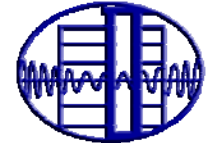
從汶川地震 看橋梁耐震問題與對策探討

NCREE

報告人：洪曉慧

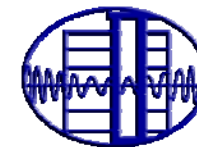
國家地震工程研究中心

內容大綱

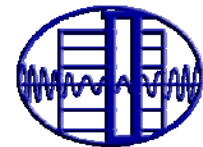


- 汶川地震橋梁破壞情形
 - 百花大橋
 - 廟子坪岷江大橋
 - 小漁洞大橋
 - 其他國道213公路沿線橋梁
 - 市區高架橋
- 汶川地震橋梁破壞模式與耐震問題初步探討



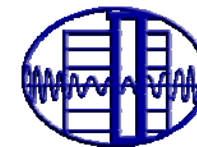


汶川地震橋梁破壞情形

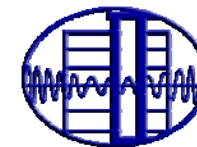


公路交通災情概要

- 根據中國交通運輸部之統計數據顯示，截至6月6日，汶川地震已造成四川、甘肅、陝西、重慶、雲南、湖北等省市受損高速公路19條，國省幹線155條，農村公路4569條，損毀公路里程33370公里，橋梁4840座，隧道98座，損失金額達615.15億元人民幣



CREE



白花鄉百花大橋

- 位於國道213線K1009+691.5公尺處，又稱為牛圈溝高架橋，橋址距映秀鎮約2公里
- 全長約500公尺，柱高約30公尺
- 2004年12月建成通車
- 都江堰經映秀至汶川公路上的必經之地，也是地震後重災區映秀通往外界的唯一道路。



空拍圖





05.28
爆破

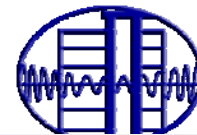


翻攝自成都早報





震害

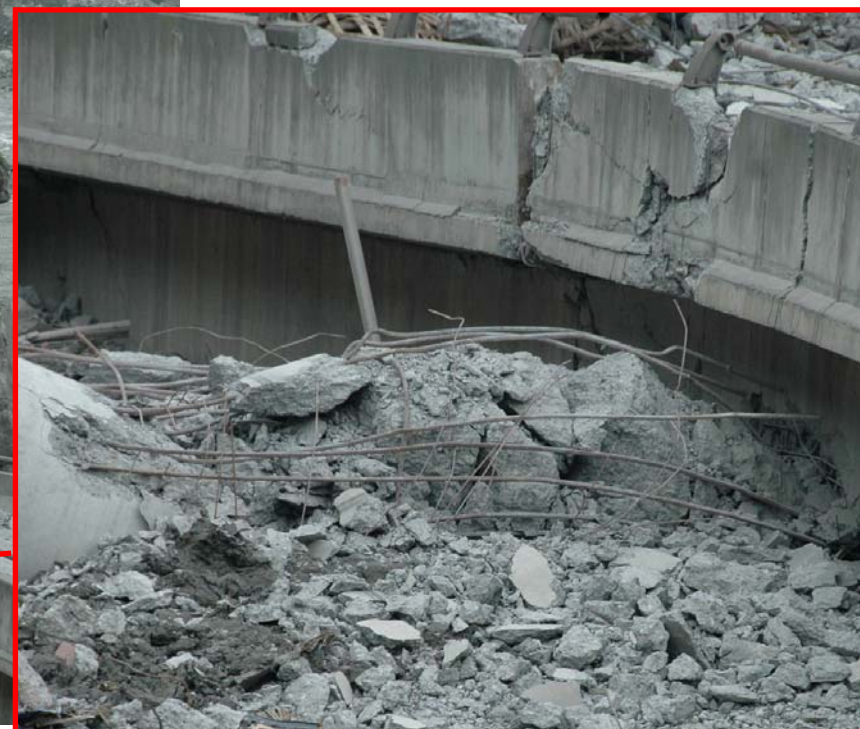
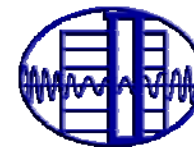


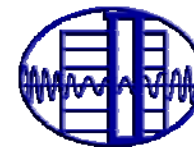
爆破破壞

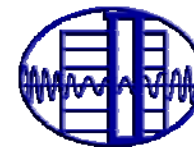




NCEE



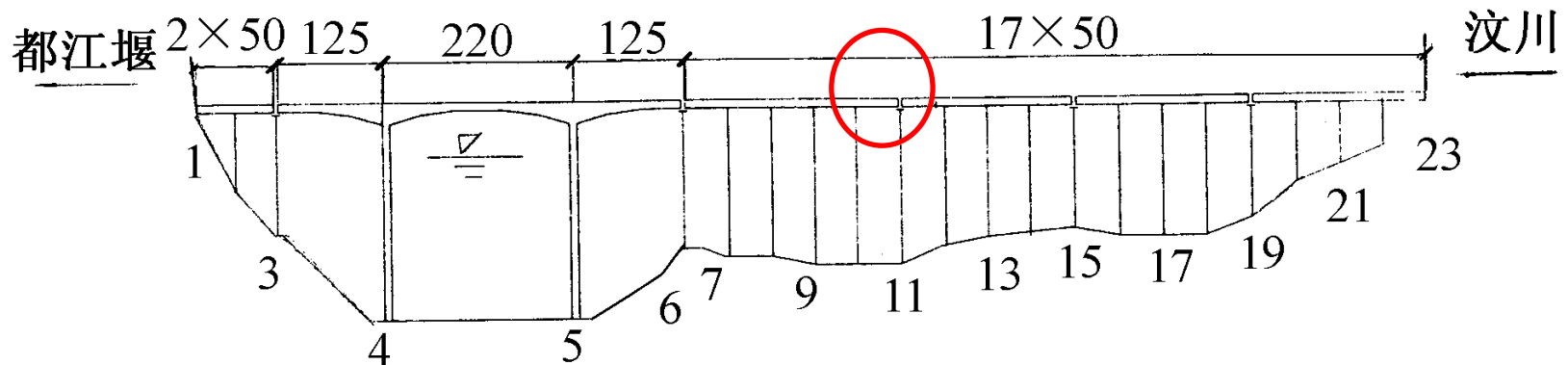




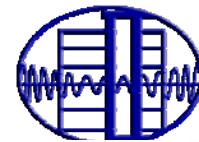


廟子坪岷江大橋

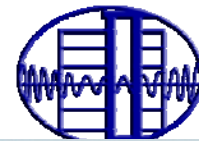
- 廟子坪大橋屬都汶高速公路
- 位於都江堰紫坪鋪庫區通往漩口鎮的岷江上
- 2003年動工，原本預計近期通車
- 總長1436公尺，橋墩高100多公尺，為目前四川省內最高的橋梁
- 主跨為125m+220m+125m的預力連續剛構架橋梁
- 19跨引橋，每座引橋由10片T梁組成

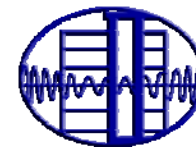


廟子坪岷江大橋引橋



廟子坪岷江大橋主橋



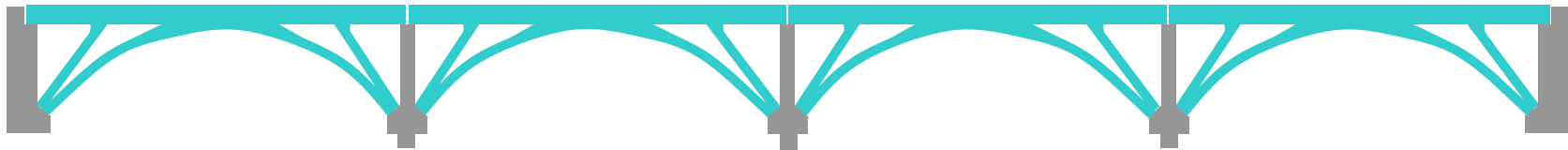


上部結構橫向位移



彭州市小魚洞大橋

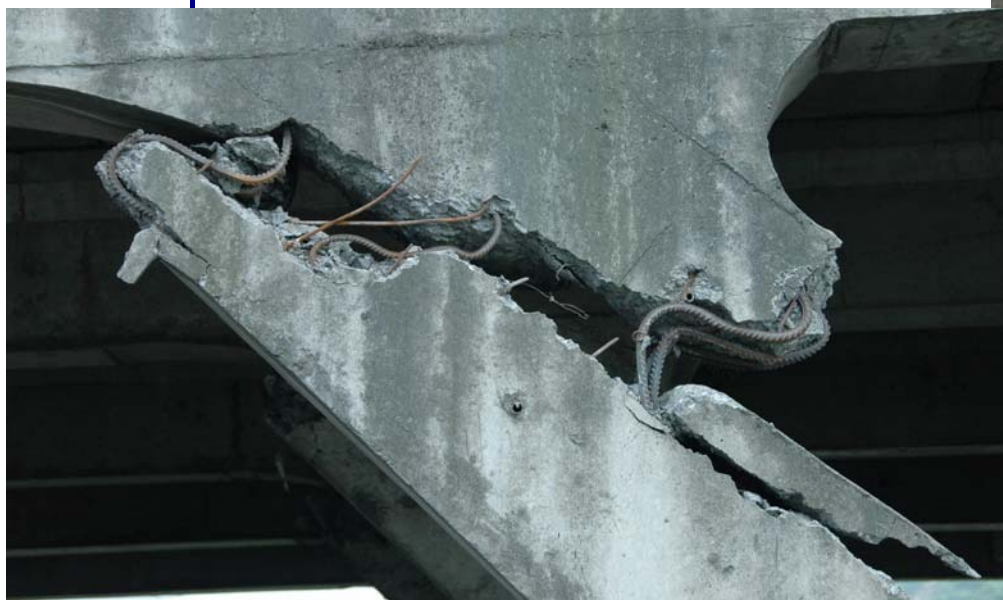
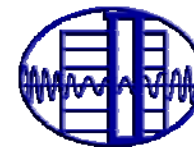
- 四跨鋼筋混凝土拱橋，跨越白水河
- 通往龍門山銀廠溝風景區的惟一通道

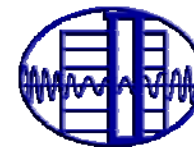


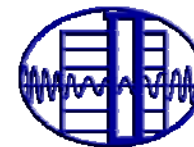


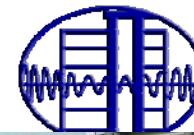
第三跨

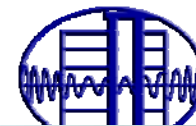


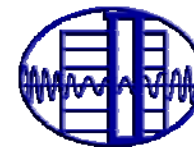


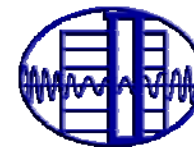


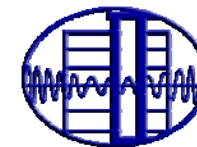








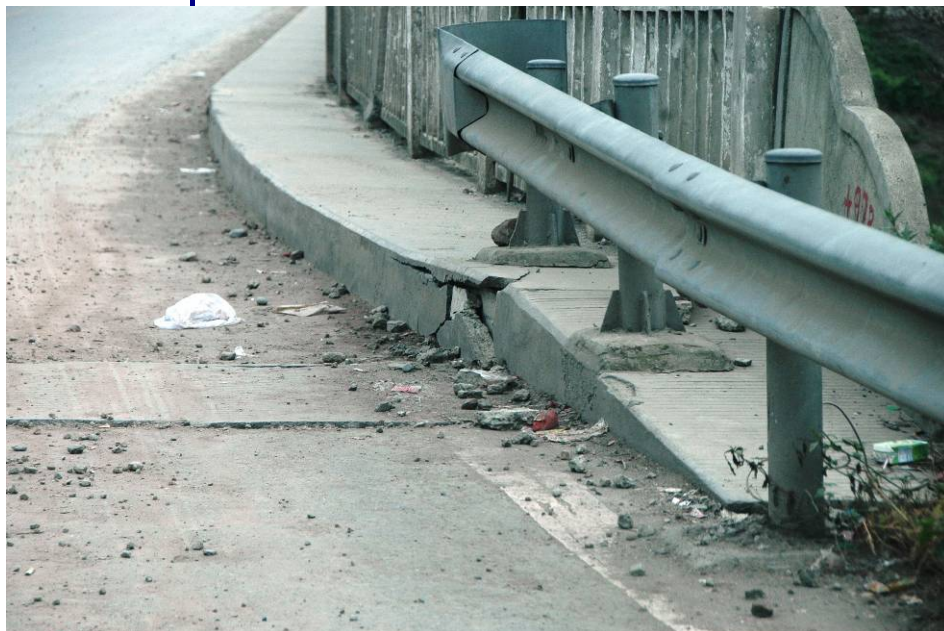
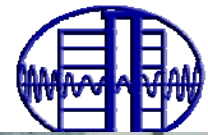




其他國道213公路沿線橋梁



國道213上的橋

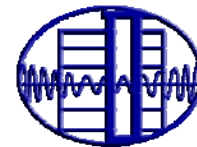


國道213上的橋

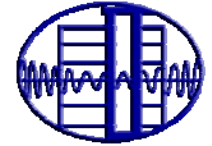


NCEE

國道213上的橋

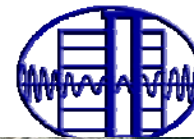


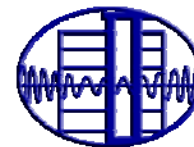
國道213上的橋



CREE

映秀鎮附近的橋

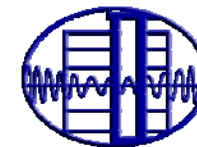




市區高架橋

NCREE

成都市區高架橋

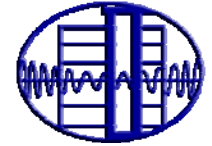


NCREE

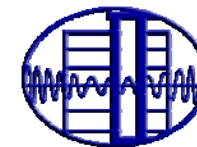
都江堰市區高架橋



棉竹市區高架橋



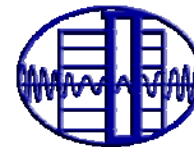
NCEE



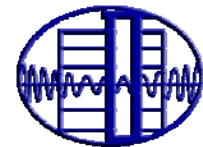
汶川地震橋梁破壞模式初步探討

NCEE

橋梁破壞模式



- 防落長度不足，且無防落措施，造成落橋。
- 上部結構位移過大，造成橋梁結構間之撞擊與橋面擠壓造成落差。
- 橋台受擠壓坍塌變形。
- 橋柱撓曲強度及韌性不足，容易產生脆性破壞。
- 接頭鋼筋不足，且構造設計細節未盡理想，造成接頭之破壞。
- 不恰當之主筋鋼筋中斷與搭接，形成橋墩弱面。
- 曲線橋彎扭耦合效應與支承拉拔力造成之上部結構扭轉破壞，支承鬆脫並落橋。



破壞原因初步探討

- 汶川地震規模高於其規範設計需求
 - 根據中國國家地震局，本次地震最大烈度達11度。
 - 四川災區抗震設防烈度多為7度

- 中國現行橋梁耐震設計規範老舊
 - 「公路工程抗震設計規範」(JTJ004—89)
 - 1989正式發行(民國78年)
 - 無地震效應之組合
 - 耐震設計細節無具體規定
 - 如主筋搭接，箍筋配置及防落裝置等均無具體規定
 - 未將近年來地震工學新知識的累積和世界各地強烈地震震害經驗納入考量。

重建因應對策建議



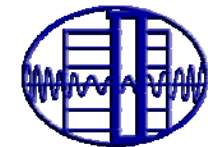
■ 上部結構

- 改建為重量輕之鋼結構連續橋梁，以有效降低上部結構靜載重，減少地震慣性力，降低下部結構彎矩需求。
- 更換為隔震支承，降低下部結構韌性需求。
- 帽梁擴座，提高梁端防落長度。
- 加裝防落裝置，如防落拉桿，增設止震塊，包括梁間止震塊。
- 將上部結構連續化，降低簡支梁落橋之可能性。

■ 下部結構

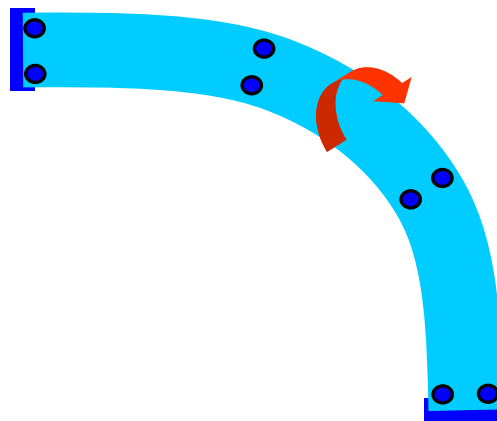
- 足夠耐震箍筋
- 塑角區主筋不搭接

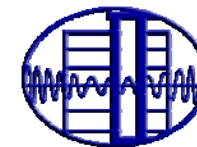
- 規劃整體防災路網，規劃相關替代道路以求風險分散



曲線橋梁動力特性

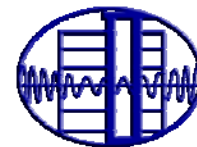
- 彎扭耦合效應大，受雙向地震力作用明顯。
 - 上部結構：
 - 在偏心垂直自重與橫向地震力之作用下，同時會產生雙向彎矩和扭矩，並互相耦合。
 - 下部結構：
 - 上部結構的重心偏離橋墩，附加彎矩作用也明顯。
 - 支承
 - 曲線梁內外側支承反力相差很大，當活載重偏置時，內側支座甚至會出現負反力，若支承無抗拉拔裝置，不能承受拉力，則梁體與支座即會發生脫離現象。





曲線橋梁建議

- 採用鋼箱梁，提高抗扭強度、減輕自重
- 增加橋墩之韌性設計
- 避免出現支承拉拔力
- 防落長度須考慮曲線橋效應
- 採用非線性動力分析



簡報完畢
敬請指正

NCREE