

2008年5月12日に発生した汶川地震（Wenchuan地震，中国四川大地震）によって被災した橋梁の被害調査（概要版）



株式会社 長大

目 次

1. 調査概要	1
2. 工事中で被災した橋梁	3
3. 建設後4年未満にありながら復旧道路を確保するために破壊された橋梁	7
4. 崩壊したRC製方杖ラーメン橋	9
5. 地震後交通規制されながらも多くの車両が通行していた橋梁	10
6. RC製アーチ橋	11
7. 既設の桁橋	14
8. まとめ	22
参考文献	22

1. 調査概要

株式会社長大（以下、長大とする）は、2008.5.12に中国四川省で発生した内陸地震としては最大級規模 $M_s8.0$ の汶川地震（Wenchuan 地震）によって被災した橋梁の被害調査を2008.7.18～20にかけて実施した。汶川地震は、全長 500km におよぶ龍門山断層帯のうち約 280km が動いたと報告されている。我が国でも、1891.10.28 濃尾地震や 1948.6.28 福井地震のように、内陸直下の巨大地震を経験しているが、その歴史は旧く、長大断層によって発生した地震の影響を耐震設計に考慮するほどの情報は得られていない。長大は、内陸地震としては最大級規模 $M_s8.0$ の汶川地震によって橋梁に生じた被害を、橋梁の設計に携わる技術者としては見ておく必要があると判断し、今回の被害調査を行った。

図 1-1 は、7 月 18 日から 20 日にかけて調査を行った地点を示したものである。7 月 18 日は都江堰市から映秀、7 月 19 日は彭州市から小魚洞、7 月 20 日は綿竹市における橋梁を調査した。3 日間で調査した橋梁の数は 18 橋である。

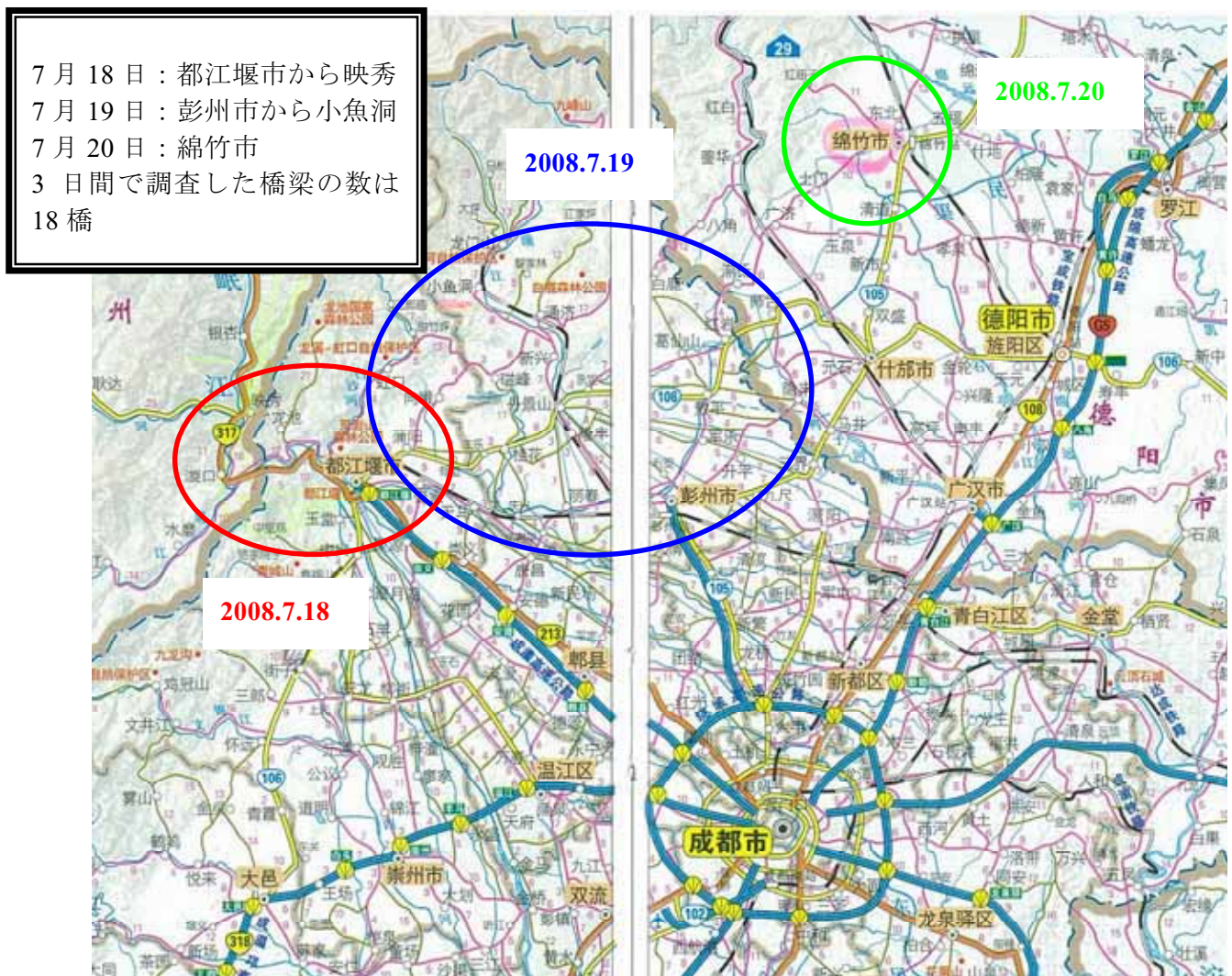


図 1-1 四川省道路地図（出典：四川省交通図冊，成都地図出版より）における調査地点

本資料は、長大が調査した 18 橋梁の被災状況を整理したものである。本資料では、調査した 18 橋梁を、「工事中で被災した橋梁」、「建設後 4 年未満にありながら復旧道路を確保するために破壊された橋梁」、「崩壊した RC 製方杖ラーメン橋」、「地震後交通規制されながらも多くの車両が通行していた橋梁」、「RC 製のアーチ橋」、「既設の桁橋」の 5 つに分類した。なお、ここに示した被災原因等は、各橋梁の構造諸元等の情報がない中での、目視による類推であることに注意していただきたい。

長大は、中国で数多くの橋梁のプロジェクトに参加してきており、今回の地震で被災した人達の救援に役立てていただくために、社内の有志による義援金を募ってきており、それを、7 月 18 日に四川省民政庁内の四川省慈善總會に出向き寄付した。図 1-2 は、寄付に対する四川省慈善總會からの感謝状である。

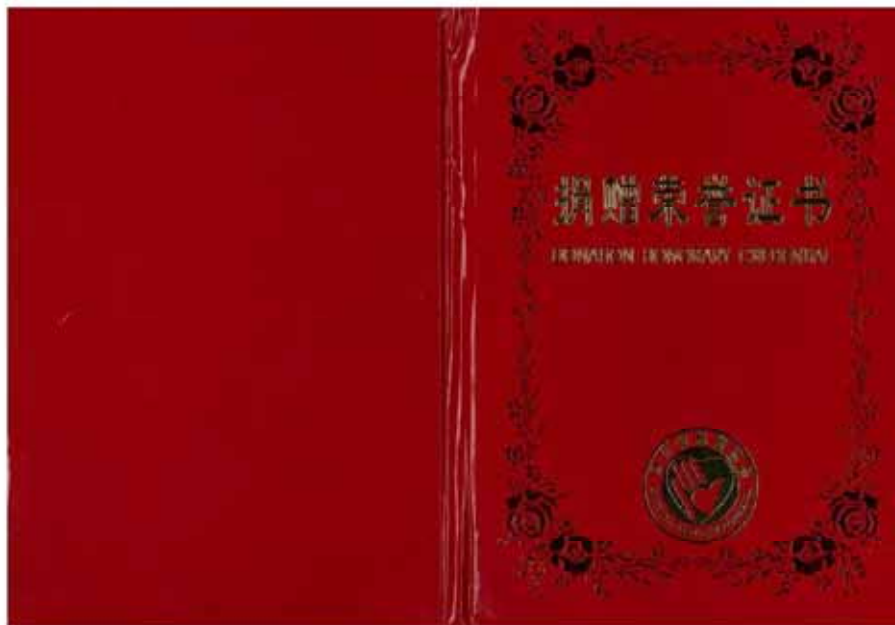


図 1-2 (株)長大有志による義援金の寄付に対する四川省慈善總會からの感謝状

2. 工事中で被災した橋梁

都江堰から映秀に向かう工事中の高速道路があり，工事中の橋梁やトンネルに大きな被害が生じていた。ここでは，工事中であった橋梁2橋を紹介するが，何れも，橋面の舗装工事等を行うところまで工事は進んでいたようで，橋梁構造としてはほぼ完成の域にあったようである。

工事中であるということは，設計図書等も残っており，その被災原因を詳細に検討することができる橋梁となる。

建設されてから数十年を経過した既設の橋梁と異なり，設計に用いた設計基準類も現行のものが用いられていると予想されることから，現行の設計基準を見直すこともできる。

図 2-1 は，3 径間の PC ラーメン橋と単純桁（PC の T 桁）を床版部で連結した橋梁からなる廟紫坪大橋である。PC ラーメン橋は橋長 220m で，橋脚の高さは 108m である。PC の T 桁区間の 1 径間が落下している（図 2-2 参照）。



図 2-1 3 径間連続 PC ラーメン橋と PCT 桁の連結構造からなる廟紫坪大橋

PC ラーメン橋には、大きな損傷は生じていないが、PC の T 桁区間とのかけ違い部で、伸縮装置に損傷が生じている（図 2-3 参照）。

橋軸直角方向のストッパーも、数カ所で損傷している（図 2-4 参照）。



図 2-2 桁が落下した PC の T 桁区間



図 2-3 3 径間連続 PC ラーメン橋と PC の T 桁区間のかけ違い部の伸縮部の損傷



図 2-4 橋軸直角方向のストッパーの損傷状況

図 2-5 は、震源地である映秀に建設中の橋梁である。橋梁の名称は、映秀岷江大橋である。橋軸直角方向のストッパーが損傷し、橋軸直角方向に大きく変位している（図 2-6 参照）。図 2-7 は、映秀岷江大橋の橋軸直角方向に位置する料金所への誘導路であるが、崩壊している。



図 2-5 損傷した工事中の橋梁
(映秀岷江大橋)



図 2-6 損傷した橋軸直角方向のストッパーと桁の変位



図 2-7 映秀岷江大橋の橋軸直角方向に隣接する料金所への誘導路

3. 建設後4年未満にありながら復旧道路を確保するために破壊された橋梁

図3-1は2004年12月に建設されながら桁の一部が落下し、その後旧道を復旧道路として確保するために橋の残存部分全てを爆破によって撤去された百花大橋である。百花大橋のラーメン式橋脚には、曲げ損傷とせん断損傷のように様々な損傷が生じていたということである。

図に示すように、爆破解体後の部材からでも、配筋の状況を知ることができる。



図 3-1 桁が落下し復旧道路を確保するために残存部分を爆破解体した百花大橋

4. 崩壊した RC 製方杖ラーメン橋

図 4-1 は小魚洞に建設されている 4 連の斜材付方杖ラーメン橋である。橋梁の名称は、小魚洞大橋である。4 連のうち、河川を渡る 2 連は崩壊し、残った 2 連も脚柱基部や斜材の接合部に致命的な損傷が生じている。崩壊した方杖ラーメン橋 2 連のかけ違い部の橋脚は大きく傾いており、この橋脚に大きな変位が生じた結果、方杖ラーメン橋は落橋に至ったと予想される（図 4-2 参照）。

橋梁が建設されている場所、小魚洞では、龍門山主断層帯と走行が異なる北西方向の断層（縦ずれ 1.5m、横ずれ 2.8m）が小魚洞鎮付近に現れていることが報告されている¹⁾が、小魚洞大橋の崩壊との関係は不明である。特に、橋と断層の位置関係を明らかにする必要がある。



図 4-1 4 連のうち 2 連が崩壊し残った 2 連にも大きな損傷が生じた小魚洞大橋



図 4-2 河川内にある崩壊した 2 連のかけ違い部の橋脚

5. 地震後交通規制されながらも多くの車両が通行していた橋梁

図 5-1 は、車線が規制されていた景観立交橋である。橋軸直角方向のストッパーにせん断破壊が生じていた（図 5-2 参照）。

コンクリート中にはアンカーバーが設置されており、大きく変形していると思われる。



図 5-1 車線が規制されていたが交通量が多かった景観立交橋



図 5-2 景観立交橋の橋軸直角方向ストッパーの損傷

6. RC 製アーチ橋

図 6-1 から図 6-3 は、彭州市から小魚洞に至るまでに架かっていた RC 製アーチ橋である。アーチ橋は、橋軸直角方向にはよく耐えていたが、高欄に損傷が生じており、伸縮部の桁と桁には衝突の跡が見られた。桁と橋台部には、段差が生じており、橋台の背面にひび割れが生じているものもあった。



図 6-1 RC 製アーチ橋：川西大橋



図 6-2 RC 製アーチ橋：関口大橋



図 6-3 RC 製アーチ橋：通済大橋

7. 既設の桁橋

今回調査した 18 橋梁のうち、前述した「工事中で被災した橋梁」、「建設後 4 年未満にありながら復旧道路を確保するために破壊された橋梁」、「崩壊した RC 製方杖ラーメン橋」、「地震後交通規制されながらも多くの車両が通行していた橋梁」、「RC 製のアーチ橋」となる 9 橋を除いた残りの橋梁は、1 橋を除けば、建設後かなりの年数が経過している一般的な橋梁で、単純形式や連続形式の違いはあるが、大きくは「既設の桁橋」と呼ぶことができる。

これらの橋梁は、ほとんどが橋軸直角方向のストッパーと、伸縮部や橋台部に損傷が生じていた。また、その数は少ないが、肉眼で橋脚の曲げひび割れを確認することができたものや、既に、応急復旧で橋脚の回りにコンクリートが巻き立てられているものもあった。基礎構造の損傷は、目にはすることはできなかったが、フーチング部のコンクリートに損傷が生じているものもあった。数多くの橋梁で、橋台の周辺の地盤に割れが見られた。



図 7-1 既設の桁橋（長大調査橋梁 No.1）



図 7-2 既設の桁橋（廟紫坪大橋の上を通る橋，長大調査橋梁 No.3）



図 7-3 既設の桁橋：寿江大橋（建設されてから長い時間が経過していないようである。）

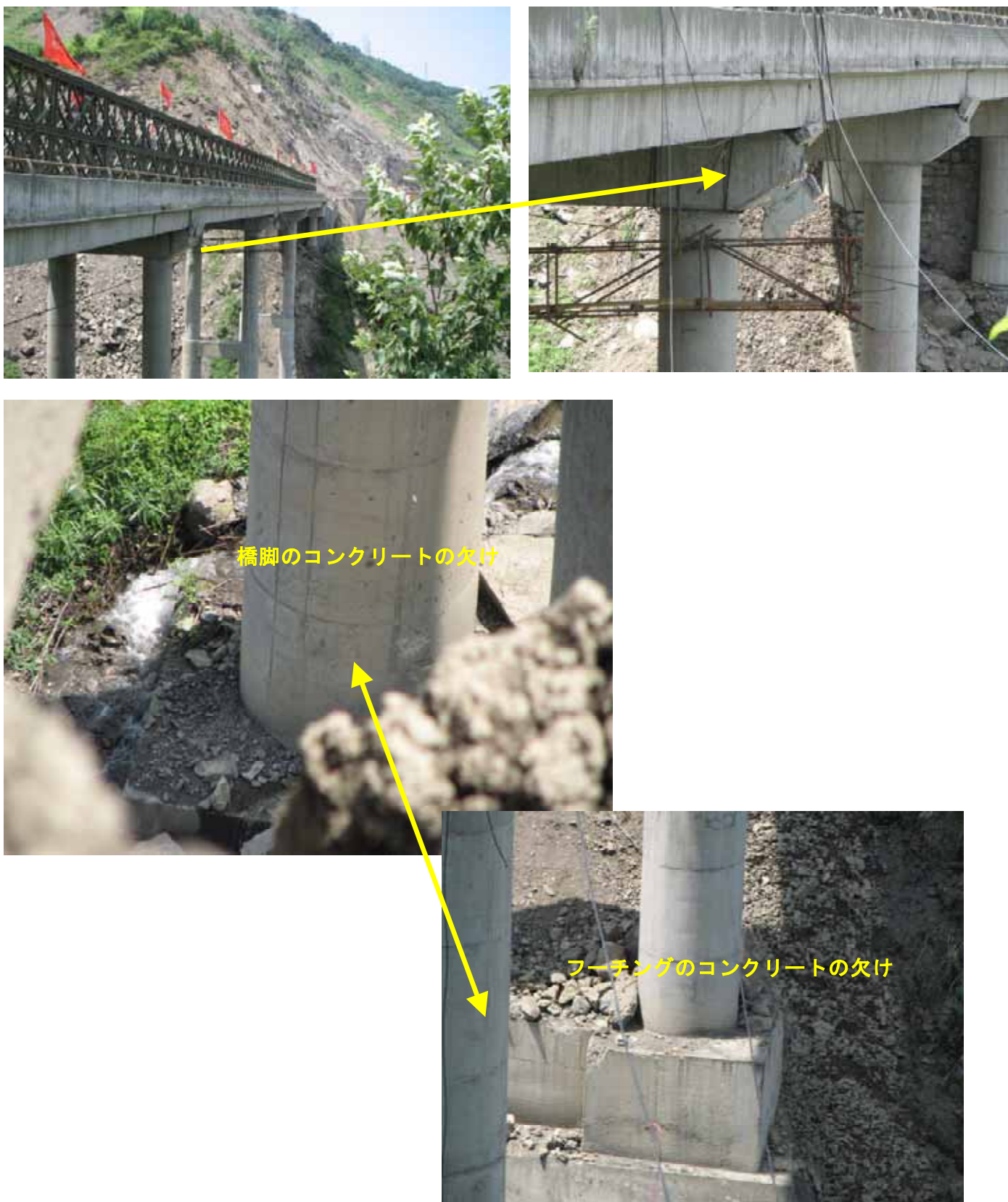


図 7-4 既設の桁橋（長大調査橋梁 No.5）



図 7-5 既設の桁橋（都江堰付近の橋梁，長大調査橋梁 No.9）



図 7-6 既設の桁橋（長大調査橋梁 No.14）



図 7-7 既設の桁橋（長大調査橋梁 No.16）



図 7-8 既設の桁橋（興隆綿運河大橋に隣接する橋，長大調査橋梁 No.18）



図 7-9 既設の桁橋：興隆綿運河大橋

8. まとめ

今回は、各橋梁の構造諸元や配筋に関する情報がほとんどない状況での調査であるが、調査対象とした橋梁 18 橋の被災状況は、概ね次のとおりである。

- 1) RC 製のラーメン橋脚に支持された桁橋が多く、橋軸直角方向に対しては、橋脚は十分耐えていたが、相対的に耐力が小さかった橋軸直角方向のストッパーに損傷が集中していた。
- 2) 橋軸直角方向から作用する水平力に抵抗するストッパーの損傷状況は、耐震設計で考慮する地震力の大きさが小さかったということだけでなく、梁とストッパーを一体化させるための配筋（構造細目）に課題があると感じられた。
- 3) 両側を橋台に支持された橋梁が多く、橋台やその背面に損傷が見られたが、結果的に橋台とその周辺地盤で、桁の橋軸方向への大きな変位を抑えることができたと思われる。
- 4) 桁が落下した廟紫坪大橋、百花大橋、小漁洞大橋は、何れもかけ違い部の橋脚が橋軸方向に大きく変位したと予想される。

3 日間で調査した橋梁は、わずかに 18 橋であるが、倒壊のような大きな被害ではなくとも、数多くの橋梁が何らかの被害を受けていると予想された。生活するための施設やライフラインの被害が大きく、かつ、広範囲に渡っていることから、そちらの復旧が優先されているため、橋梁を管理する機関によっては、橋梁の被災状況の調査はこれからという所もあるのではと感じた。

現状は、橋としての輸送機能が確保されていれば、十分な被災調査が行われていない橋梁もあり、橋梁の被災状況の全容が明らかになるのは、まだ、先のことであろう。

参考文献

- 1)はお憲生，藤原広行，司宏俊：災害調査研究速報，中国四川大地震の現地調査速報，地表断層及び周辺の被害調査，防災科研ニュース“夏”，No.164，pp.12-17，2008.