

既往被害地震における橋梁の損傷と超過外力に対する課題

土木研究所 寒地土木研究所 正会員 ○佐藤 孝司

国土交通省 北海道開発局 正会員 白戸 義孝

土木研究所 寒地土木研究所 正会員 今野 久志

土木研究所 寒地土木研究所 正会員 荒木 恒也

1. はじめに

南海トラフの巨大地震、首都直下地震等の大規模地震発生の切迫性が指摘され、これらの従来の経験を超える大規模地震や地震後の複合災害への備えが求められている。本稿では、巨大地震に対する橋梁の被害最小化技術・早期復旧技術を構築するための基礎資料とすることを目的に、既往被害地震における橋梁の損傷状況を整理し、超過外力を想定した場合の課題を抽出した。

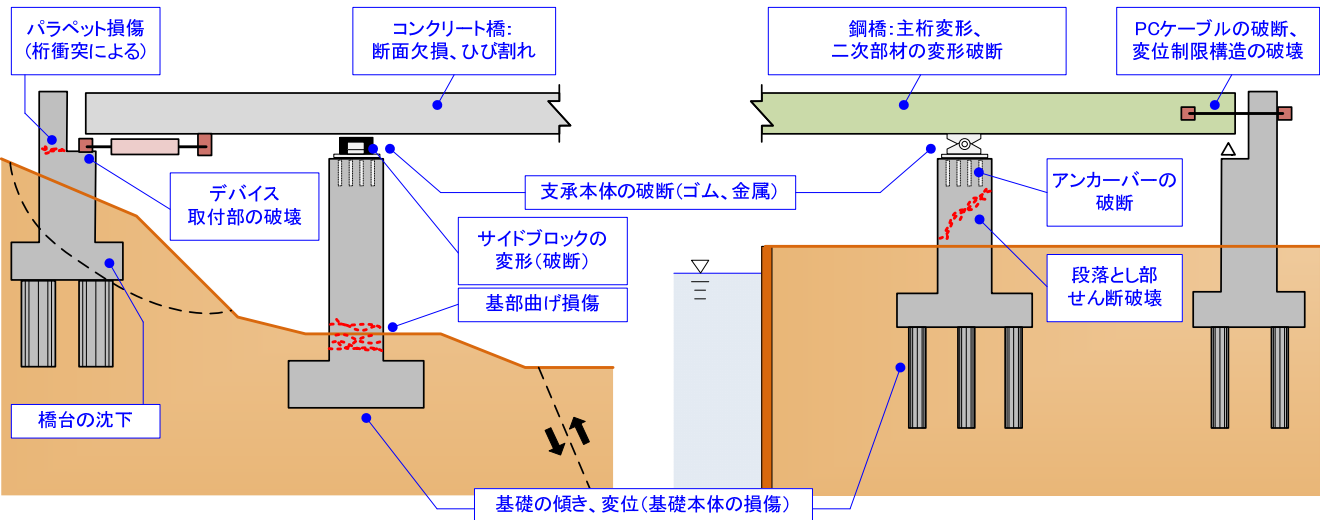
2. 損傷事例の整理

損傷事例の整理は表－1に示す被害地震¹⁾を対象として行った。着目した損傷部材は主に上・下部構造、基礎構造、支承周辺、落橋防止システムとした。

主な損傷状況を図－1に示す。上部構造の主な損傷は、鋼橋の場合には主桁変形や二次部材の変形破断、コンクリート橋の場合には桁端部の断面欠損や横桁のひび割れである。下部構造の主な損傷は、橋脚の場合には段落とし部のせん断破壊や基部の曲げ損傷、橋台の場合には沈下や桁衝突によるパラペットの損傷である。基礎構造の主な損傷は基礎の傾きや変位（基礎本体の損傷）である。支承周辺の主な損傷は支承本体の破断、アンカーバーの破断、サイドブロックの変形（破断）、制震ダンパー等の耐震デバイスの取付部の破壊である。落橋防止システムの主な損傷はPCケーブルの破断や変位制限構造の破壊である。

表－1 近年の被害地震

発生日	名称	規模
1995. 01. 17	兵庫県南部地震	Mw6. 9
1999. 09. 21	集集大地震	Mw7. 7
2001. 03. 24	芸予地震	Mw6. 8
2003. 09. 26	十勝沖地震	Mw8. 0
2004. 10. 23	新潟県中越地震	Mw6. 7
2004. 12. 26	スマトラ島沖地震	Mw9. 3
2007. 07. 16	新潟県中越沖地震	Mw6. 6
2008. 05. 12	四川大地震	Mw7. 9
2008. 06. 14	岩手・宮城内陸地震	Mw7. 0
2011. 03. 11	東北地方太平洋沖地震	Mw9. 0
2016. 04. 16	熊本地震	Mw7. 0



図－1 被害地震における橋梁の主な損傷状況

キーワード 被害地震、橋梁被害、超過外力

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34 土木研究所寒地土木研究所寒地構造チーム TEL011-841-1698

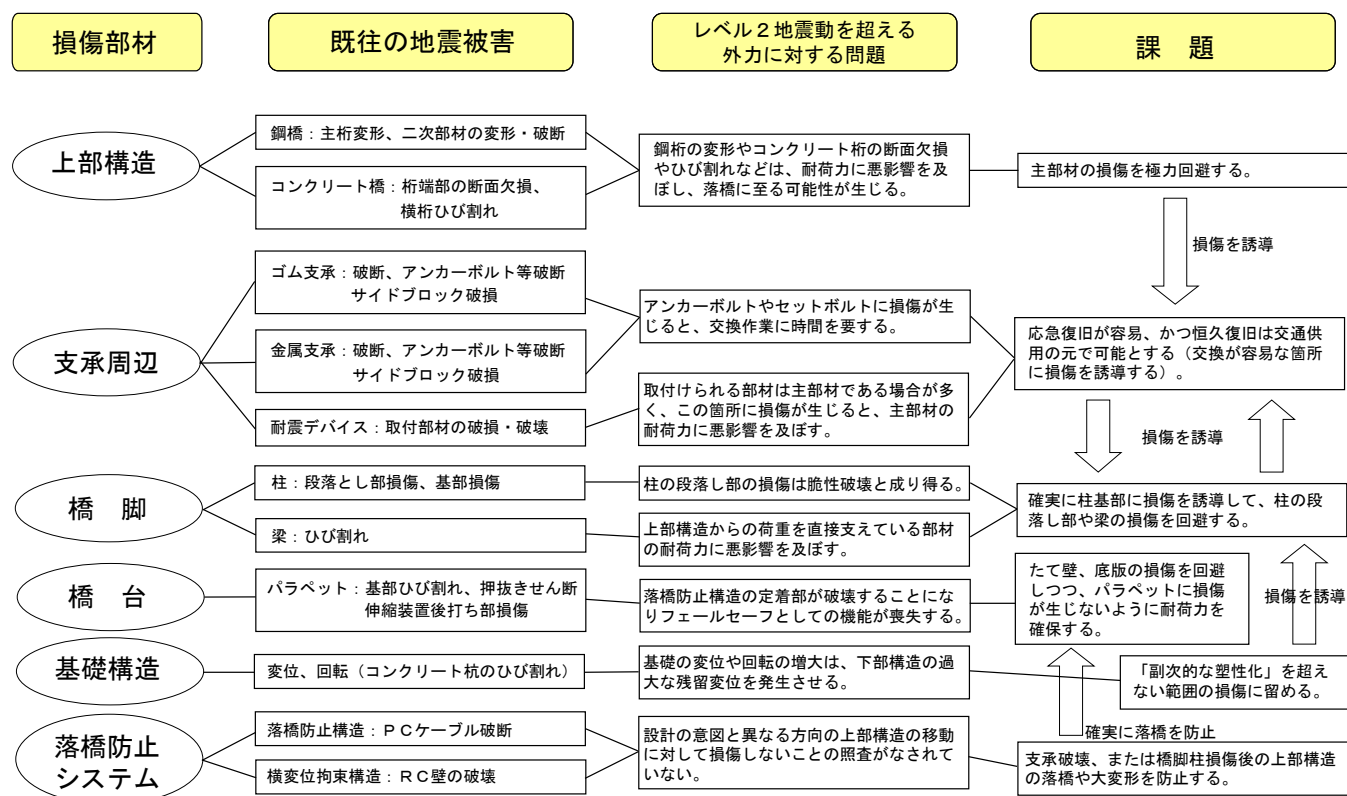


図-2 従来の想定を超えるような外力が発生した場合の課題

3. 現行設計における課題

損傷事例の整理結果を踏まえ、従来の想定を超えるような外力が発生した場合の課題を図-2のように整理した。被害の多い支承周辺は、現行設計法²⁾では「鉄筋コンクリート橋脚に塑性化を考慮する場合には終局水平耐力に相当する水平力、基礎に塑性化考慮する場合は応答変位に相当する水平力を設計水平地震力とする」としており、レベル2地震動における支承の耐荷力は設計上の限界状態に基づき、橋脚または基礎の水平耐力以上で制御される。一方、2016年熊本地震の事例では、橋脚の損傷程度に支承の破断の有無による違いがみられ、超過外力に対しては落橋防止システムの設置を前提にすれば、支承破壊後の上部構造の大変形は抑止できるため、支承を壊して橋脚の損傷の進展を制御するという考えも否定できない。しかし、支承が破壊した場合は、橋軸方向の上部構造の移動が助長されと考えられ、桁同士または桁と橋台の衝突によるパラペットの破壊や落橋防止構造定着部の損傷等の被害が生じると想定される。

レベル2地震動を超える外力が発生した場合、損傷箇所を誘導するための耐荷力の階層化を行う上では、部材が保有する実際の終局状態に基づいた耐荷力を整理する必要がある。このことから、レベル2地震動を超える外力が発生した場合は、復旧性の観点から復旧しやすい部材を積極的に損傷させて、それ以外の損傷が生じると想定される部材の損傷の進展を防ぐのことも考えられ、そのためには確実に損傷を誘導するための耐荷力の制御技術とその信頼性の評価技術を確立する必要があるものと考えられる。

4. おわりに

既往被害地震における橋梁の主な損傷状況、レベル2地震動を超える外力が発生した場合の設計上の問題点を整理し、超過外力を想定した場合の課題が確認できた。今後、超過外力に対する損傷シナリオや設計シナリオについて検討を行う予定である。

参考文献

- 1) たとえば、阪神・淡路大震災調査報告編集委員会：阪神・淡路大震災調査報告書，1996.12
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V 耐震設計編，2002