

東日本旅客鉄道(株) 正 員 ○花川和彦 神戸大学工学部 正 員 森川英典
神戸大学工学部 フェロー 高田至郎

1. はじめに：兵庫県南部地震以後、橋梁の耐震設計および耐震診断に関して個々の部位毎ではなく、部材間の関連性を考慮した橋梁構造系としての耐震性能の評価手法の確立が求められている。このような状況のもと、本稿では、とくに 3 径間連続桁に着目し、兵庫県南部地震における実被害データに基づいた損傷関連メカニズムの推定を行い、橋梁構造系としての耐震性能を評価するために考慮すべきことを提案する。

2. 支承と橋脚の損傷メカニズムの検討：橋梁構造系としての損傷関連メカニズムを議論するために、まず固定支承と橋脚の強度関係を整理する。ここで橋脚の耐力として、文献[1]の地震時保有水平耐力照査に基づいた RC 単柱橋脚の耐力評価をもとに、支承については、一般に許容応力度設計法であり、かつ安全率 1.7 が見込まれていることから[2]、図-1 に固定支承と橋脚の強度関係の概念図を示す。この図において、橋脚は実際の強度を示しているのに対し、支承は理想的な強度を示していることを注記しておく。この図よりせん断破壊を受けた橋脚については、支承よりも先に脆性的に破壊した可能性が示唆される。一方、可動支承と

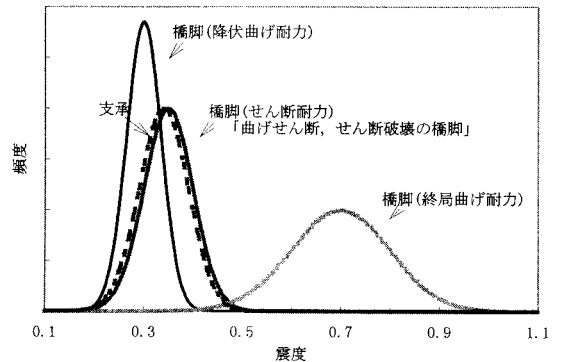


図-1 固定支承と橋脚の強度関係の概念図

橋脚の関連性については、可動支承が正常に作用している間は、上部工からは摩擦力のみの伝達であり、橋脚が損傷を受ける可能性は低い。移動制限装置に衝突する程の相対変形が発生すれば、設計外の慣性力が伝達されることになり、橋脚に損傷の可能性が生まれてくる。さらに移動制限を越えて損傷した場合でも、正常時以上の摩擦力が働くことになると考えられる。このような橋軸方向における可動支承の問題は現在の設計体系では考慮されておらず、一つの問題点であるといえる。

3. 3 径間連続桁橋梁の損傷関連評価：本稿では、RC 単柱橋脚が支持する鋼 BOX 桁の 3 径間連続桁橋梁について言及する。被害傾向としては①中間支点の固定橋脚（以後固定橋脚と略記する）の完全なせん断破壊（橋軸方向）をはじめ全ての部材で甚大な被害を受けたグループ、②中間支点の可動橋脚（以後可動橋脚と略記する）のみが被害（固定橋脚は損傷なし）を受けたグループ、③支承部のみが被害を受けたグループの 3 つに大別できる。ただし、支承についてはほとんどが大きな損傷を受けていた。これら橋梁構造系としての損傷メカニズムを議論する場合には、橋脚の損傷方向より、支承の橋脚に対する機能を考慮しなければならない。例えば①、②における可動橋脚の損傷方向は、橋軸直角方向であり、橋脚の損傷に対し可動支承はいわば固定として働いたことになり、この支承の損傷が設計外の慣性力を伝達したことにはならない。したがって、固定橋脚の橋軸方向被害および可動橋脚の橋軸直角方向被害はともに甚大な被害であることから、支承部がある程度健全であったために橋脚に損傷が発生し、それが支承の損傷に影響を及ぼしたというメカニズムが考えられる。また桁端部の橋脚についても橋軸直角方向への損傷が多かったが、中には橋軸方向への損傷もあり、先述したような橋軸方向への設計外の慣性力の伝達の可能性が指摘される。

以上のような観点より、図-2 に 3 径間連続桁の推定損傷メカニズムフローを示す。ただし、このフローは、本研究データベースにおける 11 橋のデータより推定したものであるため、すべての現象を捉えているわけではないことを注記しておく。まず、今回の兵庫県南部地震における特殊性として、橋軸直角方向への地震

Kazuhiko HANAKAWA, Hidenori, MORIKAWA, Shiro TAKADA

力が支配的であったということが挙げられる。このような状況にも関わらず、固定橋脚での橋軸方向へのせん断破壊が発生していたのは、主要な地震動方向は橋軸直角方向であるが、橋軸方向への地震動が相対的に低い固定橋脚のせん断耐力[1]に先に達したということが原因であると考えられる。橋軸方向に対する固定支承と固定橋脚の強度関係は、損傷状況より橋脚の方が相対的に強度が低かったものと考えられ、図-1で示す強度関係より十分にその可能性があることが伺える。残りの3本の橋脚については、支承の損傷状況により、損傷のメカニズムが変化してくる。図-3に図-2中に示す支承と橋脚の損傷メカニズムフローを示す。この図のように橋脚に対する支承の機能を考慮すれば、損傷メカニズムの推定がある程度可能である。

次にグループ②、③の橋梁については、橋軸方向への地震動が固定橋脚のせん断耐力に至る前に橋軸直角方向へのある部材の耐力に至ったと考えられる。ここで固定および可動橋脚と支承の強度関係としては、損傷状況より大部分が支承から損傷したことが伺える。しかしながら、先述したように②のグループでは、固定・可動支承ともに被害を受けているにも関わらず、橋脚は可動橋脚のみが橋軸直角方向に甚大な損傷を受けており、図-3で示すように支承部が健全であるための橋脚からの損傷の可能性が指摘される。つまり固定および可動支承の損傷順序にはばらつきがあったことが推察され、その原因として、固定支承の上部工接合部での強度不足、可動支承と固定支承の橋軸直角方向への強度の違いの可能性などが考えられる。如何なる原因であれ、固定支承が先にヒューズのように損傷するというアンバランスが生じた場合、橋軸直角方向における可動側の慣性力の分担に変化が生じ、甚大な損傷を発生する可能性があるといえる。

4. まとめ：3 径間連続桁橋梁の損傷メカニズムについて

評価を行ったが、ある部材の損傷が他の部材の損傷に大きく影響しており、とくに支承の損傷状態というものが橋梁構造系の損傷メカニズムを支配していることから、その不確定性の評価が橋梁構造系の耐震性能評価における重要な課題であることが分かる。またこのような損傷連関メカニズムには、橋軸方向と橋軸直角方向の挙動が複雑に絡み合っており、3 次元的な考慮の必要があるといえる。

[参考文献]

- [1] 林秀侃，幸左賢二ら：RC 橋脚損傷度の評価解析，第 2 回阪神・淡路大震災に関する学術講演会論文集，pp.265-272，1997.1
- [2] 日本道路協会：道路橋支承便覧，1991.7

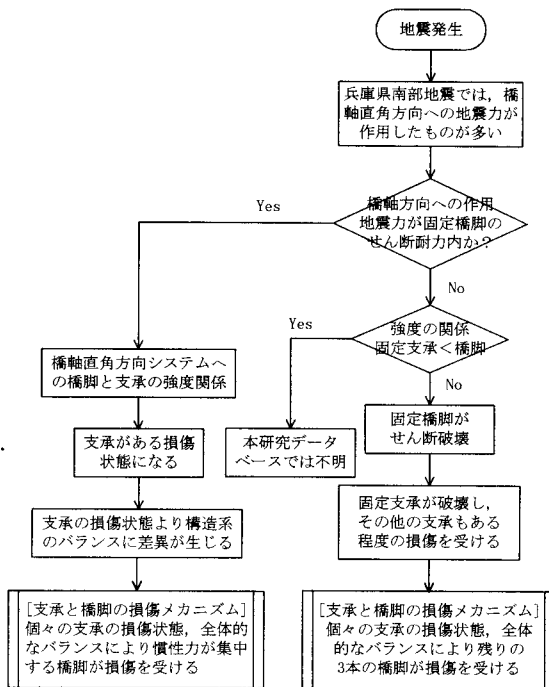


図-2 本研究データベースにおける 3 径間連続桁橋梁の推定損傷メカニズム

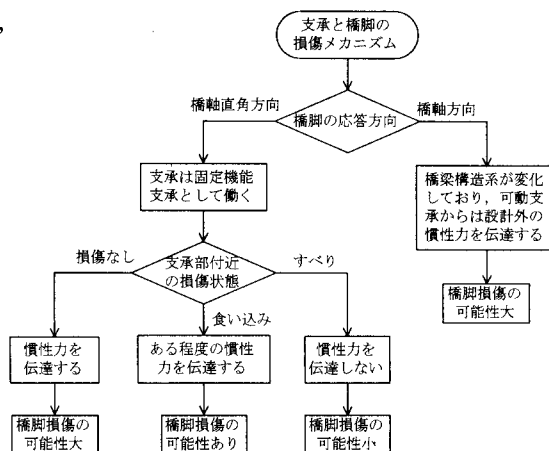


図-3 支承と橋脚の損傷メカニズム