

高速道路におけるロッカー橋脚を有する橋梁の耐震補強

西日本高速道路㈱関西支社 正会員 ○高木 良久

西日本高速道路㈱関西支社 正会員 野田 翼

西日本高速道路㈱関西支社 正会員 安里 俊則

1. はじめに

名神高速道路栗東 IC～尼崎 IC 間は、1963 年（昭和 38 年）に開通した日本初の高速道路であり、ロッカー橋脚を有する橋梁は名神高速道路の建設初期に採用された構造形式である。中間橋脚のロッカー橋脚は、上下端にヒンジを有する橋軸方向幅 300mm 程度の非常に薄い壁構造の橋脚となっており、上部構造からの鉛直荷重と地震時の柱の自重慣性力のみを負担し、水平力は伝達しない構造のため、柱断面に大きな曲げ応力が発生しない構造である(図-1、図-2)。名神高速道路栗東 IC～尼崎 IC 間に全 27 橋のロッカー橋脚を有する橋梁が存在し、ロッカー橋脚自体の数は、1106 基となる。本報告では、ロッカー橋脚を有する橋梁の耐震性能を整理し耐震補強計画を報告する。

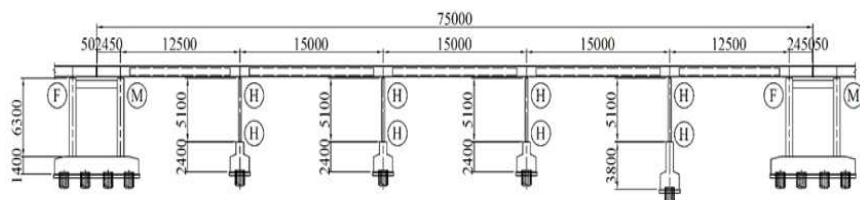


図-1 ロッカー橋脚を有する橋梁の側面図（建設時）

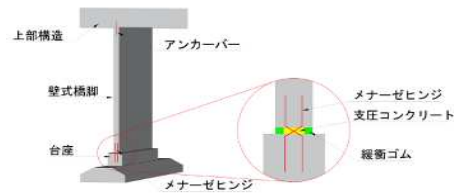


図-2 ロッカー橋脚構造図

2. 被災事例整理

建設時は、四柱式橋台に固定支承が設置され、もう一方の端部橋脚または橋台は可動支承となっていた。端部一点固定の構造系であり、大規模地震時に上部構造の水平力が一点に集中する。兵庫県南部地震時に橋台橋座部のせん断破壊が生じたことから、橋梁全体への地震力を低減させるために橋台

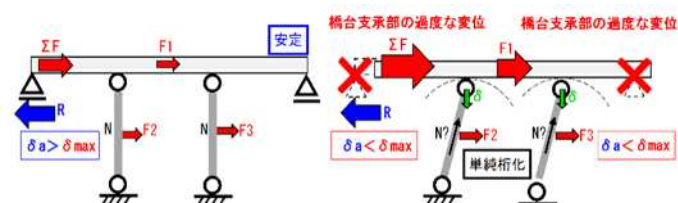


図-3 ロッカー橋脚の構造安定性

の BP 支承(固定または可動)を撤去し、水平ダンパー(免震支承)とすべり支承を組み合わせた弾性支持構造に更新されている。ただし、ロッカー橋脚の上下端のヒンジ構造は補強されておらず、橋脚単独で自立できない構造は据え置かれた。この時、橋軸方向において両端支承は完全固定ではなく、変位を許容する免震支承であるため想定以上の地震動が作用した場合、橋軸方向の変位量が過大になり橋脚の支点移動が発生することで、橋梁全体の構造安定性が失われてしまう(図-3)。熊本地震におけるロッキング橋脚を有する橋梁の落橋被害により、上下端にヒンジを有する橋脚の大規模地震時の脆弱さが明らかになったこと、更に大阪府北部地震におけるロッカー橋脚の被害状況¹⁾を踏まえて再度補強を実施することとした。

3. ロッキング橋脚とロッカー橋脚を有する橋梁の比較

本形式と同様に橋脚上下端にヒンジを有する構造としてロッキング橋脚があり、熊本地震において落橋する大きな被害が生じた。ロッキング橋脚では、回転剛性の無いロッキング橋脚の自立性を確保するため RC 巻き立て補強を行い橋台部で地震時水平変位を拘束し、支点部を固定化する対策を実施している。

ロッカー橋脚のヒンジ構造は、同様に解析上ではピン構造であるが、複数のメナーゼヒンジやアンカーバーで連結されている。そのため、ロッキング橋脚とは異なり一定の回転剛性を有している。また、名神高速道路ではロッカー橋脚が多数存在し、橋脚周り的高架下が公園等として活用されている箇所も多いため、

キーワード 耐震補強、ロッカー橋脚、ロッキング橋脚

連絡先 〒567-0871 大阪府茨木市岩倉町 1-1 3 西日本高速道路㈱ 関西支社 TEL 06-7713-5885

全てのロッカー橋脚を RC 巻き立て補強することは現実的ではない。そこで、橋梁全体としての自立性を確保しつつ、橋脚自体のせん断耐力向上を目的に耐震補強を実施することとした。

4. 耐震補強方針

ロッカー橋脚を有する橋梁の耐震補強の基本方針を次の通りとした。

- ① 変位を許容する両端支承の支点構造を解消し、両端を固定化することで上部構造の変位を拘束する。
- ② ロッカー橋脚及び橋脚上下におけるヒンジ構造の耐荷力を確保する。
- ③ ロッカー橋脚は、ロッキング橋脚のピボット支承が壊れた場合のような脆性的な破壊に繋がる挙動をしないと考えられるため、橋脚上下端のヒンジ構造は存置する。
- ④ ロッカー橋脚は、橋軸方向には自立性を保てない構造であるため、両端支点は現況の弾性支持ではなく、遊間を設けない完全固定構造に変更し、橋梁全体の地震時水平変位を拘束できるようにする。
- ⑤ ロッカー橋脚は、橋軸直角方向のせん断耐力が不足しているため炭素繊維巻き立て等により補強する。
- ⑥ 橋脚上端のアンカーバーの耐力照査を行い、耐力不足の場合は水平力分担構造を別途設置する。

5. ロッカー橋脚を有する橋梁の耐震補強計画

(1) 両端固定化

震災後の耐震補強時に設置した水平ダンパーの受台に緩衝ピン型の水平力分担構造（固定装置）を両端橋台に設置して固定化を行う（図-4）。この場合、受台と既設はり部の接合部の安全性も照査をする。固定化により梁部のせん断耐力が不足する場合は、炭素繊維による梁補強を実施する。ただし、既設上部工が配置された施工制約があるため、梁部の3面に炭素繊維シートを配置して定着鋼板で定着する

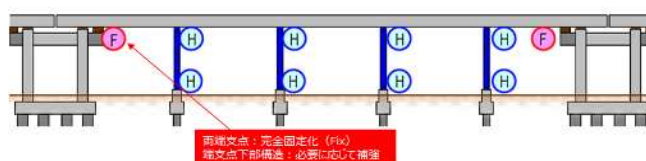


図-4 両端固定化による耐震補強計画

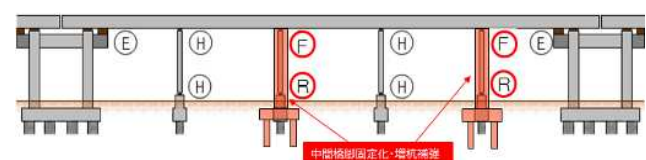


図-5 中間脚の固定化による耐震補強計画

補強とした。橋軸直角方向の水平力に対して既設橋脚のアンカーバーだけでは耐荷力不足となる場合、橋軸直角方向のヒンジ部耐力向上を目的に鋼製の水平力分担構造を別途設置する。

(2) 中間橋脚の固定橋脚化

橋台基礎が盛りこぼし橋台の場合、橋台を固定化した場合には橋台の剛性が大きく橋台基礎が損傷する。盛りこぼし橋台部基礎の補強は困難であるため、このようなケースでは中間部のロッカー橋脚を固定橋脚化する。また、橋軸方向の作用力が大きく、橋台固定化できない場合も中間橋脚の固定化する計画とした（図-5）。中間橋脚の固定化には、交差条件や桁下使用状況、資機材搬入などの施工性も考慮して固定化橋脚を選定した。固定化の際には、構造系が変化するため基礎の照査を実施した上、橋脚の巻き立て、フーチングの増厚および増し杭を行う。増し杭の形式は、空頭制限化での施工を考慮し場所打ち杭とした（写真-1）。



写真-1 低空頭での施工状況（増し橋脚）

6. おわりに

本形式は名神高速道路に多数存在し、比較的都市部に位置する立地条件である。狭隘な施工となるが、緊急輸送路としての機能を確実に確保するために施工方法に留意して耐震補強を進めていく。

参考文献

- 1) 李, 中谷, 伊川, 佐溝, 柊木: 大阪北部地震で被災したロッカー橋脚の損傷原因推定と復旧対策, 土木学会第74回年次講演会講演概要集, 2019, I-66