

河川内壁式橋脚上に設置されたロッキング柱を有する橋梁に対する耐震補強検討

阪神高速道路(株) 正会員 ○佐藤 彰紀
 正会員 長澤 光弥
 非会員 儀賀 大己

1. はじめに

2016年4月に発生した熊本地震において道路構造物が受けた大きな被害の一つが、ロッキング橋脚を有する橋梁の落橋である¹⁾。阪神高速道路（以下、当社）では、過年度より実施している耐震補強において、ロッキング橋脚を有する橋梁についてもすでに補強を実施しているが、熊本地震の事例のように、想定外の地震動によってロッキング橋脚の支承部が損壊した場合、橋全体系の崩壊に至る可能性があり、万が一支承部が損壊した場合の検討も実施する必要がある。本稿は、その検討の一例を報告するものである。

2. 対象橋梁

検討対象橋梁の一般図を図-1に示す。本橋は阪神高速15号松原線の高架橋の一部を成す4径間連続鋼箱桁橋である。下部構造は、松P579橋脚がRC単柱式橋脚、松P580、P582、P583橋脚が鋼製ラーメン橋脚であり、松P581がロッキング橋脚である。当該ロッキング橋脚は、

阪神高速の路下の一般道の渡河部に設置された河川内壁式橋脚上に3本のロッキング柱を設置し、阪神高速の上部工を支持する構造である。松P579～松P583の橋梁に対しては、過年度に耐震補強が実施されており、その内容は松P579の鋼板巻立て補強、松P580、582、583のコンクリート充填、松P579、583への落橋防止装置（PCケーブル）の設置、上部工の変位制限装置及び松P581のピボット支承逸脱防止構造等の設置である。これより本橋の現状として、一定の耐震性能を保有しているといえる。

3. 今回の耐震補強方針

熊本地震以降に実施されているロッキング橋脚の耐震補強は、複数のロッキング柱をRC巻立て等により一体化することで、単独で自立可能な構造に改良する事例が多い¹⁾。しかし本橋では3本のロッキング柱の間に一般道が通っているため、これらを一体化することは難しく、このような橋梁に対し、当社では以下のような

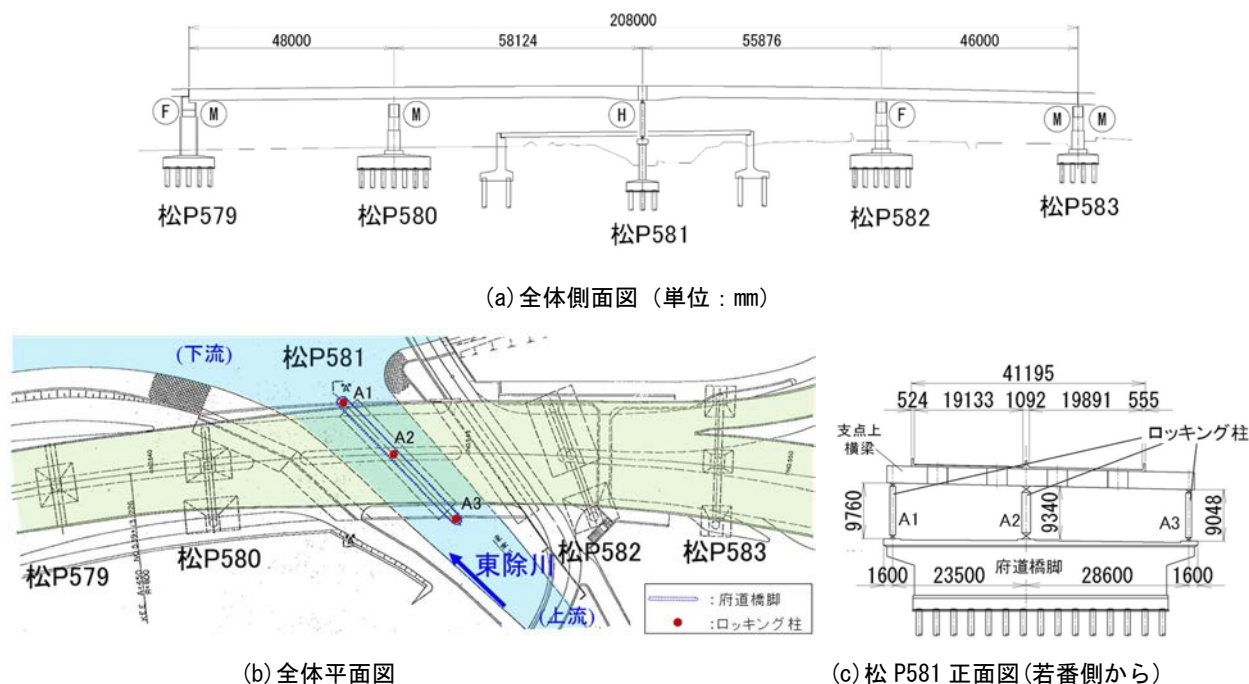


図-1 橋梁一般図（松P579～松P583）

（単位：mm）

キーワード ロッキング橋脚，自重補償構造，耐震補強，フェールセーフ

連絡先 〒552-0006 大阪府大阪市港区石田 3-1-25

阪神高速道路（株）管理本部 管理企画部 保全技術課 TEL06-6576-3881

方針で耐震補強を進めている²⁾。

- ・ レベル2地震動に対してはロッキング柱を含めた既存構造が地震外力に抵抗する。
- ・ 万一、レベル2地震動を超えるような地震が生じたり、橋全体系が想定外の挙動を示した場合に備えて、鉛直支持機能を担保する構造を新たに構築する（本構造を、自重補償構造とよぶ）。

4. 自重補償構造の要求性能

上記方針に基づいて設置する自重補償構造の要求性能は、当該構造の機能前と機能後に大別して考えることとし、表-1のように設定した。機能前の作用については一般的な新設構造物における設計地震動を設定し、機能後の作用については被災後の交通機能確保を想定した活荷重、およびその後の余震を想定したレベル1地震動を設定した。限界状態については、ロッキング柱の損傷が橋全体系の崩壊につながる可能性のある構造系とならないようにするため、全ての状況で自重補償構造が限界状態1の範囲に収まるように設計した。

5. 自重補償構造の設計結果

本橋に設置する自重補償構造の一般図を図-2に示す。松 P581 部の支点上横梁を橋軸直角方向へ延長し、万が一ロッキング柱が倒壊した場合、既設壁式橋脚の上流側・下流側に新設する鋼製円柱に鉛直支持点に移行する構造である。鉛直支持点が自重補償構造に移行した場合、既設横梁に許容値を超過する曲げモーメントが生じるため、横梁の下部に2つの偏向具を設置し、クイーンポスト形式の外ケーブルにて補強することとした。新設柱の径はφ1800mm（=既設壁式橋脚幅）とし、当該柱が河川流況に悪影響を及ぼさないことを流況解析により確認した。柱天端の支承部にはすべり支承を設置することとした。桁かかり長については、L2地震時の上下部最大相対変位に地盤相対変位を加えた設計移動量750mmに対し、十分確保できていることを確認するとともに（図-3）、延長横梁内部には自重補償構造機能時の支圧力に対し必要な補強リブを配置した。

6. まとめ

河川内壁式橋脚上に設置されたロッキング柱を有する橋梁を対象に、ロッキング柱の損傷が橋全体系の崩壊につながる可能性のある構造系とならないように補強するべく検討を行った。本橋のような複雑な構造形式のロッキング橋脚を有する橋梁の耐震補強検討にお

表-1 自重補償構造の要求性能の設定

状況	作用区分	自重補償構造における限界状態		備考
		柱	基礎	
機能前	D+EQ(L1)	限界状態1	限界状態1	機能後に鉛直支持・水平支持機能を確実に発揮するために限界状態1に留める。
	D+EQ(L2)	限界状態1	限界状態1 (副次的 [※])	
機能後	D+L	限界状態1	限界状態1 (副次的 [※])	状態を所要の信頼性で実現するために限界状態1とする。
	D+EQ(L1)	限界状態1	限界状態1 (副次的 [※])	

※基礎の限界状態1(副次的)：基礎の降伏を超えない限界の状態である一方で、杭周辺の地盤が、例えば杭頭付近の領域において安定性を喪失しない範囲で杭前面地盤が塑性化領域となる状態

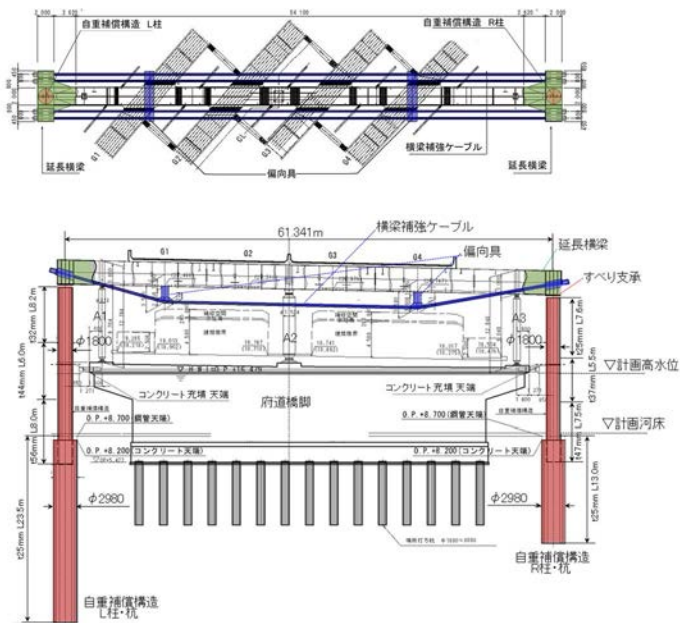


図-2 自重補償構造一般図（上段：平面図 下段：正面図）

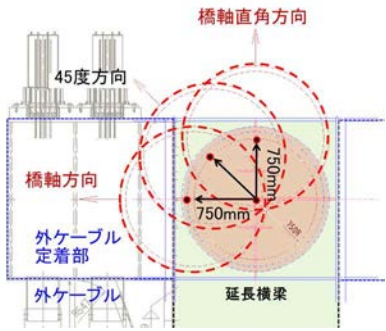


図-3 延長横梁 上部工移動時(750mm)支持状況

いて、本稿が一助となれば幸いである。

参考文献

1) 国土交通省 HP：第5回道路技術小委員会〔資料 4-1〕課題・論点に対する今後の対応（橋梁分野），
<http://www.mlit.go.jp/common/001136051.pdf>。
2) 八ツ元仁，桐間幸啓，安積恭子：阪神高速におけるロッキング橋梁の耐震補強コンセプトとその具体的対策，阪神高速道路第51回技術研究発表会，2019。