

剛結化による PC 連続箱桁橋の耐震補強設計

東日本高速道路(株) 非会員 月本 国春 非会員 森 亜也華 非会員 真殿 匠
 NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) 正会員 吉田 直弘 非会員 高堰 誠 ○正会員 富樫 一秀

1. はじめに

橋梁の耐震補強では、現状の支承条件を変えずに橋脚を RC などにより巻立てる工法が多く採用されている。しかし橋梁規模が大きくなると現構造系のままでは補強規模が大きく不合理な補強となり、構造そのものが成立しないケースがある。このような場合免震化など構造系の変更を行う手法が採られることがあるが、上下部を剛結化により耐震補強した例は施工実績が少ないと思われる。本論文は図-1 及び図-2 に示す 3 径間連続 PC 箱桁橋の剛結化による耐震補強の検討結果について述べるものである。

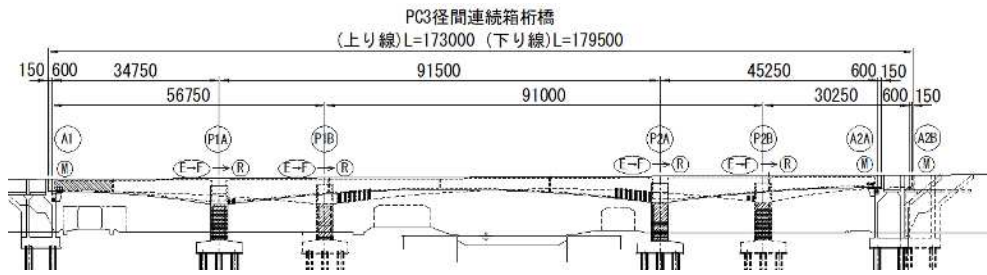


図-1 橋梁側面図

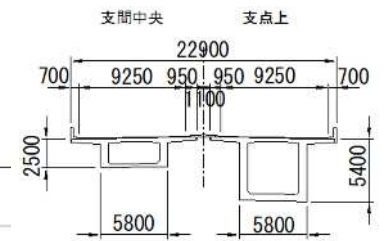


図-2 上部工断面図

2. 剛結化の経緯

本橋は上下線が分離した PC 箱桁橋である。現構造系 (E→F) で橋脚の補強を行う場合、最大量の補強 (RC 巻立て厚 350mm, 主鉄筋 D38, または鋼板巻立て t=12mm) を行っても必要な耐震性能を確保することが不可能であった。そこで表-1 に示す①固定構造案, ②剛結構造案, ③免震構造案の 3 ケースの比較検討を実施した。その結果, 維持管理性や経済性で有利な②剛結構造案を採用するに至った。本橋は施工空間が限られているため支承取替が非常に困難であったが, 剛結化によりこの問題を回避することができた。

表-1 補強工法比較検討結果

	①固定構造案	②剛結構造案	③免震構造案
概略図			
維持管理性	支承の目視が困難 △	支承の管理が不要 ○	支承の目視が困難 △
施工性	アンカー削孔が多い △	アンカー削孔が多い △	アンカー削孔が多い △
経済性 (比率)	(1.28) △	(1.00) ○	(3.97) △
判定		採用	

3. 剛結部の構造

剛結部の構造を図-3 に示す。橋脚と上部工を柱頭部も含め RC 巻立てにより一体化し剛結化を図った。上部工側の巻立て範囲は施工性を考慮し、上部工図心位置より補強鉄筋の定着長を確保できる位置までに留めた。柱頭部は既設支承及びジャッキ (詳細については後述) を埋め殺す構造とした。そのため柱頭部には既設支承とジャッキを避けた位置に中間帯鉄筋を配置している。また RC 巻立て内部の補強鉄筋は高強度鉄筋 (SD390) を使用することで鉄筋本数を減らした。これにより上部工への削孔間隔を 250mm に広げ、上部工既設鉄筋と補強主鉄筋との干渉を回避した。

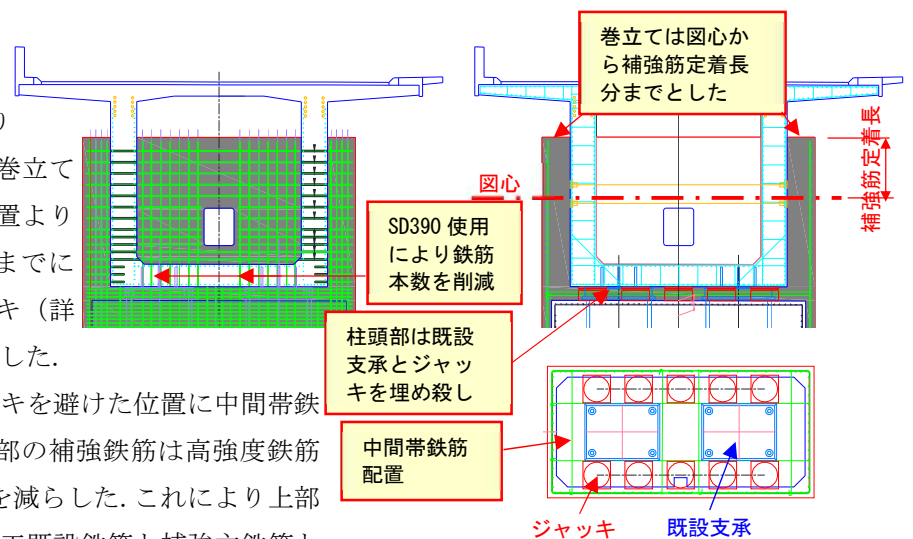


図-3 剛結部の構造

キーワード 耐震補強, 剛結化

連絡先 〒336-0018 さいたま市南区南本町 2-1-2 NEXCO 西日本コンサルタンツ(株) TEL 048-711-4810

4. 上下部構造の耐震性能照査と補強計画

剛結化による橋脚全体の耐力向上のため RC 巻立て(軸方向 300mm, 直角方向 250mm)を行ったが, 動的解析の結果 RC 巻立てのみではせん断耐力が不足した. このためせん断補強として連続繊維シートによる補強を併用することとした(図-4). また上下部構造が剛結となるため動的解析による上部工の耐震性能照査も実施した. 照査の結果, 支点付近において橋軸直角方向のせん断耐力が超過する箇所があったため, 連続繊維シートにより補強を行った(図-4).

コンクリート充填後の柱頭部はジャッキや既設支承によりコンクリート断面に欠損が生じるため, 構造上弱点になる可能性が考えられた. そのためジャッキと既設支承の欠損分を考慮した断面の M-φモデルを作成し, 完全充填断面とした場合と比較することで安全性の確認を行った. 検討結果を表-2に示す. L2地震時の耐震性能に関する降伏モーメント My と終局曲率 φu について双方に差がないため, 構造上問題はないと判断した.

このほか上下部構造の常時, 温度時, L1地震時の照査, および基礎構造の照査を実施したが, すべて照査を満足した.

5. 施工計画

剛結部の施工手順を表-3に示す. 既設支承を残置した状態で柱頭部にコンクリートを打設した場合, 以下の問題が考えられた.

- ①上下部接合部のコンクリート断面に圧縮応力が作用せず, ひびわれが生じる可能性がある.
- ②コンクリート打設中に既設支承の変形によりコンクリートに変形が生じ, コンクリートと上部工下縁との間に隙間が生じる可能性がある.

以上の解決策として, 柱頭部コンクリートを打設前に上部工をジャッキアップし, 打設完了後にジャッキダウンする方法を採用した(図-5). これにより上下部工間のコンクリート断面に確実に軸力を与えることが可能となる. ジャッキは狭隘部での施工が可能で, コンクリート打設後の埋め殺しが可能なフラットジャッキ(図-6)を用いた.

6. まとめ

本橋のように規模が大きい橋梁の場合, 従来の方では耐震補強が困難となるケースも出てくるのが想定される. 剛結化による耐震補強は, 従来工法の適用が困難な橋梁に対する補強工法として有効であり, 合理的な補強が可能になると考えられる. 本稿が今後の橋梁の耐震補強設計の一助となることを期待する.

参考文献 1): 東日本高速道路株式会社 設計要領第二集

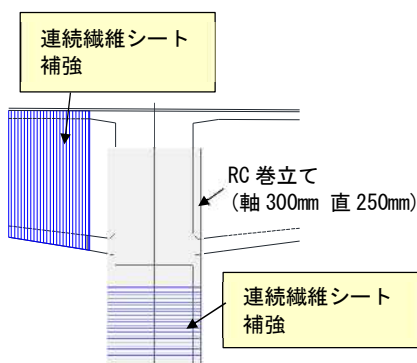


図-4 上下部工のせん断補強

表-2 柱頭部断面の安全性の照査結果

橋軸		①断面欠損	②完全充填	比率①/②
φc	1/m	8.387E-05	6.344E-05	1.322
Mc	kNm	37578.0	45825.7	0.820
φy	1/m	7.871E-04	7.450E-04	1.057
My	kNm	59832.6	59832.6	1.000
φu	1/m	1.456E-02	1.456E-02	1.000
Mu	kNm	59832.6	59832.6	1.000

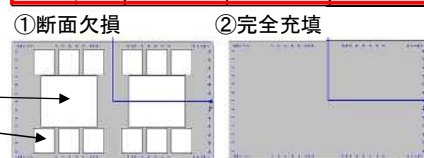


表-3 施工手順

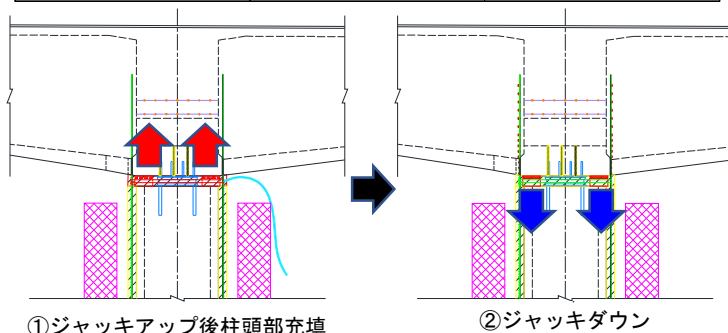
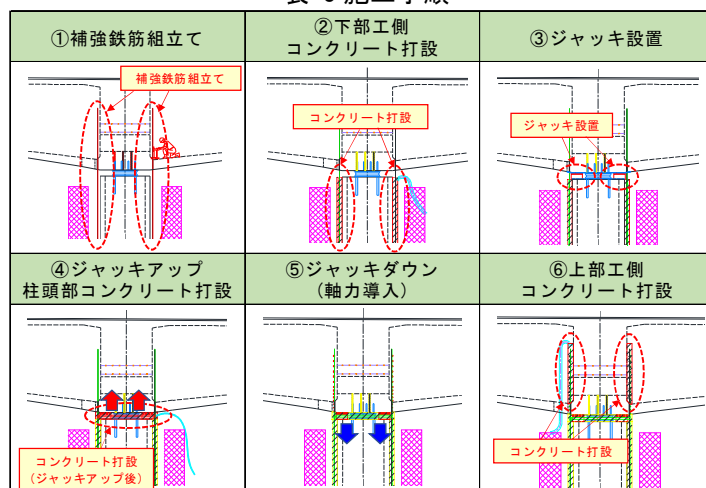


図-5 上部工のジャッキアップ・ダウン



図-6 フラットジャッキ