

小田急小田原線酒匂川橋梁の耐震補強工事の検討 —鋼棒後挿入工法の採用—

小田急電鉄株式会社 岸田 敦朗

(株)熊谷組 正会員 ○大本晋士郎 小高 篤司

(株)小田急エンジニアリング 小口 晃

(株)ジェイアール総研エンジニアリング 正会員 西村 隆義

1. 目的

酒匂川橋梁は小田急小田原線の新松田駅～開成駅間の酒匂川に架かる橋梁で、橋長 293m、上り線 11 橋脚・下り線 11 橋脚の合わせて 22 橋脚、4 橋台を有する河川橋梁である。(写真-1, 図-1)

1927 年に共用されてから 90 年経過しており、土木学会の歴史的鋼橋集覧にも記載された、歴史ある橋梁である。100 年近く前の構造のため、橋脚・橋台は無筋コンクリートであり、今後起こりうる大地震に対し、耐震性能が確保されているか懸念があった。

そのため、橋脚・橋台の耐震診断を行い、耐震補強工事について検討したのでここに報告する。



写真-1 酒匂川橋梁

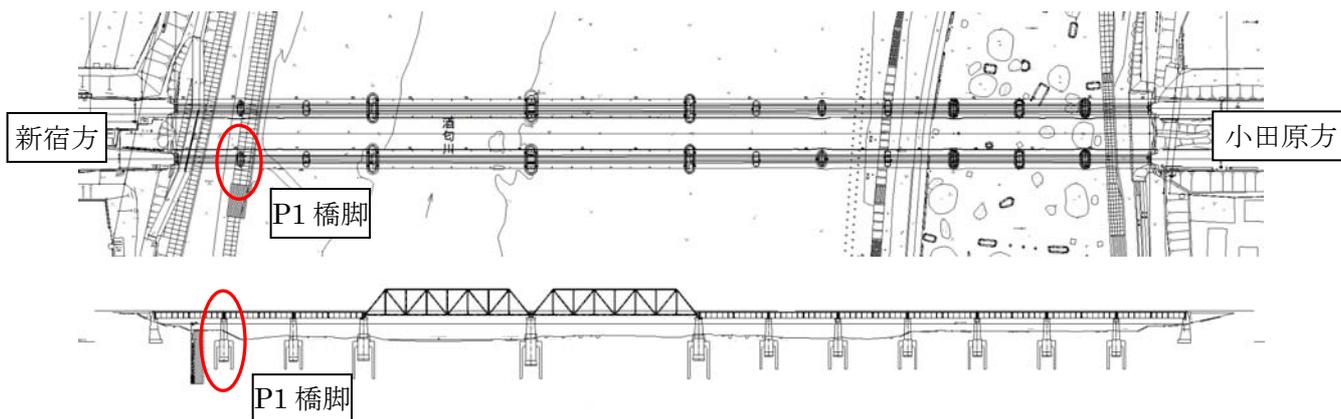


図-1 酒匂川橋梁 平面・側面図

2. 耐震診断・補強検討

橋脚・橋台とも躯体は無筋コンクリートである。基礎は、橋台は直接基礎であるが、橋脚はケーソン基礎で竣工後にイコス工法による補強がなされている。上部工はガーダー部分とトラス部分からなる。地盤は、ボーリング N 値および PS 検層から、表層 4m 程度は砂礫状の盛土、それ以深は砂礫、特に 7m 以深が基盤である。

耐震診断・補強検討は、躯体を線形部材、地盤をバネとしてモデル化し、静的非線形解析を行った。本報告ではガーダーを支持する P1 橋脚について主に述べる。

L2 地震動スペクトル II に対しての耐震診断の結果を、特に耐力の低かった線路方向について表-1 に示す。基礎は耐力を有するが、躯体が耐力を有していないことが判明した。補強方法は次項に詳述するが、躯体に削孔を行い挿入したアンボンド PC 鋼棒で緊張力を導入し曲げせん断補強を行う、鋼棒後挿入工法を採用した。補強後は応答値、躯体耐力が向上し、地震に対し安全な構造となる。

表-1 P1 橋脚耐震診断結果

線路方向		補強前	補強後※
応答値	震度	1.309	0.946
	変位	99.4mm	151.0mm
	塑性率	1.72	2.56
照査 (1以下OK)	躯体の曲げ	2.16 (NG)	0.42 (OK)
	打継部	4.99 (NG)	0.72 (OK)
	せん断耐力	NG	0.91 (OK)
	ケーソン+イコス部材	1 (OK)	OK
	基礎の安定	0.34 (OK)	OK

キーワード 鉄道, 橋梁, 耐震, 補強, 無筋, 鋼棒, 挿入

連絡先 〒160-8309 東京都新宿区西新宿 1-8-3 小田急電鉄株式会社 TEL 03-3349-2381

3. 工法検討

工法選定に当たっては表-2 に示す 4 工法について比較し、施工性・経済性に優れた鋼棒後挿入工法を採用することとした。特に経済性について①～③と④の工法で大きな差が出た。その増加分のほとんどは仮設費が占める。①～③は外巻きの工法であるため、土中(水中)部分を掘削し躯体表面を露出させ、躯体外周に足場を設置する必要があり、特に河川部では構台、締切工が必要となり、工事費が増大する要因となる。

一方、④は橋脚上から施工する方式のため、構台、締切工、外周足場が不要であるため、施工性・経済性に優れ、河積阻害を変えない点も特徴で評価できる。

表-2 工法選定表

概要図	①RC 巻立法	②鋼板巻立法	③AT-P 工法	④鋼棒後挿入工法 (採用工法)
	RC巻き	鋼板巻き 根巻きCon	溝切削 補強鉄筋取付・固定 補強用被覆材塗布	鋼棒
工法概要	表面処理鉄筋を組み立て、コンクリートで巻き立てる工法。河川部は仮設構台を設置し橋脚周囲に締切工・足場を設置して施工する必要あり	鋼板を巻き、アンカーおよび充填材で一体化する工法。河川部は仮設構台を設置し橋脚周囲に締切工・足場を設置して施工する必要あり	表面をハツリ、溝を切削し軸方向鉄筋をエポキシ樹脂で定着しポリマーセメントモルタルで被覆する工法。RC 巻立てに比べ補強厚が薄い。仮設は RC 巻立てと同様	橋脚天端から削孔し、PC 鋼棒等を挿入し充填固定する工法。橋上から施工するので、橋脚周囲の足場不要。
河積阻害	1.5%増加 出水期施工不可	1.4%増加 出水期施工不可	0.4%増加 出水期施工不可	変化なし 出水期施工可能
経済性※	5.2 河川部の仮設費大	5.4 河川部の仮設費大	5.4 河川部の仮設費大	1.0 河川部の仮設費小

※④の工事費を1とした比率

4. 施工検討

施工標準図と補強仕様を図-2 に示す。施工の工夫として、足場の設置位置を HWL 以上とし、出水期でも作業が出来るように配慮した。PC 鋼棒はアンボンド PC とし充填材硬化後緊張力を導入する。P1 橋脚ではφ32mm の PC 鋼棒を 4 本配置し、650kN/本の緊張力を導入する。鋼棒は施工性を配慮し 1.3m で分割しカプラー接続とした。

1.3m 分割とすることで桁高 1.78m より短いため、歩道より下の空間で作業でき、昼間作業が可能となる。

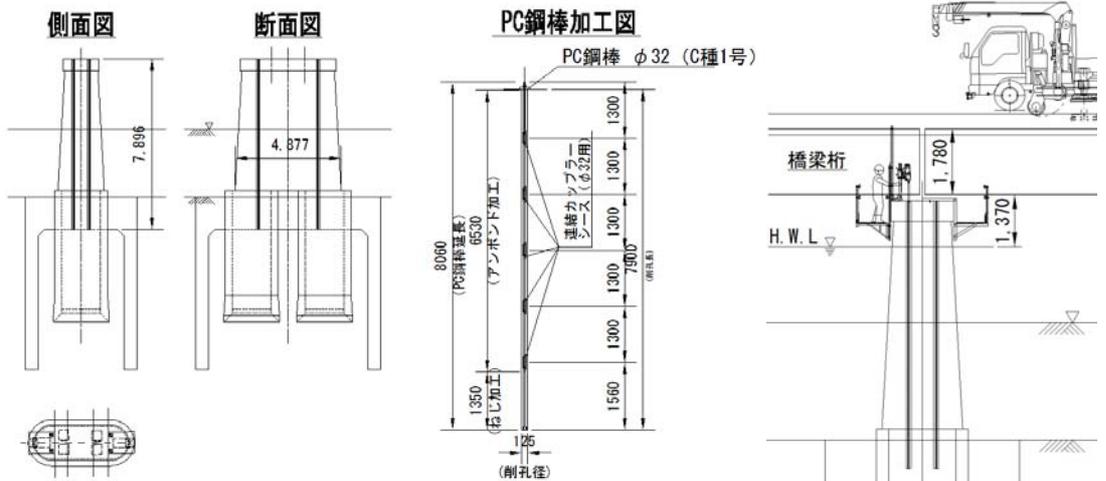


図-2 P1 橋脚の補強仕様および施工標準

5. まとめ

全橋脚・橋台を対象とし診断、補強仕様を検討し平成 28 年 12 月より工事に着手した。施工性・経済性の検討を行った結果、安価で施工性の良い工法を実施する事で、今後輸送の安全を確保することが出来ると考えられる。