

PC 鋼材で耐震補強された名取 1 号橋における震災後の調査報告

(株)安部日鋼工業	正会員	○中原	晋
(株)千代田コンサルタント		橋本	晃
(株)安部日鋼工業	正会員	江崎	守
極東鋼弦コンクリート振興(株)	正会員	板谷	英克

1. はじめに

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、東北地方を中心に甚大な被害をもたらし、日本中を震撼させた。宮城県名取市に架橋されている名取1号橋は、PC鋼材にて耐震補強（以降：PC&PA工法と略記）がなされた橋梁であり、地震後の点検にて上部工および下部構造ともに損傷を被っていないことが確認された。PC&PA工法とは、既設橋梁の橋台と橋脚をPC鋼材でそれぞれ繋ぎ、地震時の橋脚頂部の変位を小さくすることで、橋脚柱基部の負担を軽減させる耐震補強工法である。そのため、本橋梁では、橋台橋脚間を連結しているPC鋼材に地震時の張力が作用したことが予想された。

本報告では、2013年11月にPC&PA工法で重要な部位となるケーブルや定着体およびその周辺に対して行った追跡調査の結果を報告する。

2. 橋梁諸元

2. 1 上部工および下部構造

本橋は、3径間単純鋼I桁橋で、下部構造は直接基礎の逆T式橋台と小判型橋脚からなる。上流側は1975年（S50年）、下流側は1982年（S57年）に竣工された。その後、兵庫県南部地震規模の地震に対応するために、図-1に示すように2005年(H17年)にPC&PA工法により耐震補強工事が実施された。

■ 橋梁諸元

路線名	一般国道286号線	下部工形式	橋台 逆T式	橋脚	小判形
上部工形式	3径間単純鋼I桁橋	基礎形式	直接基礎		
橋長	95.2m	完成	上流側 1975(S50年)	8月完成	
幅員構成	上流側 15.25m 下流側 12.0m	耐震補強	下流側 1982(S57年)	3月完成	
斜角	右74° 00' 00"		PC&PA工法	2005(H17年)	12月完成

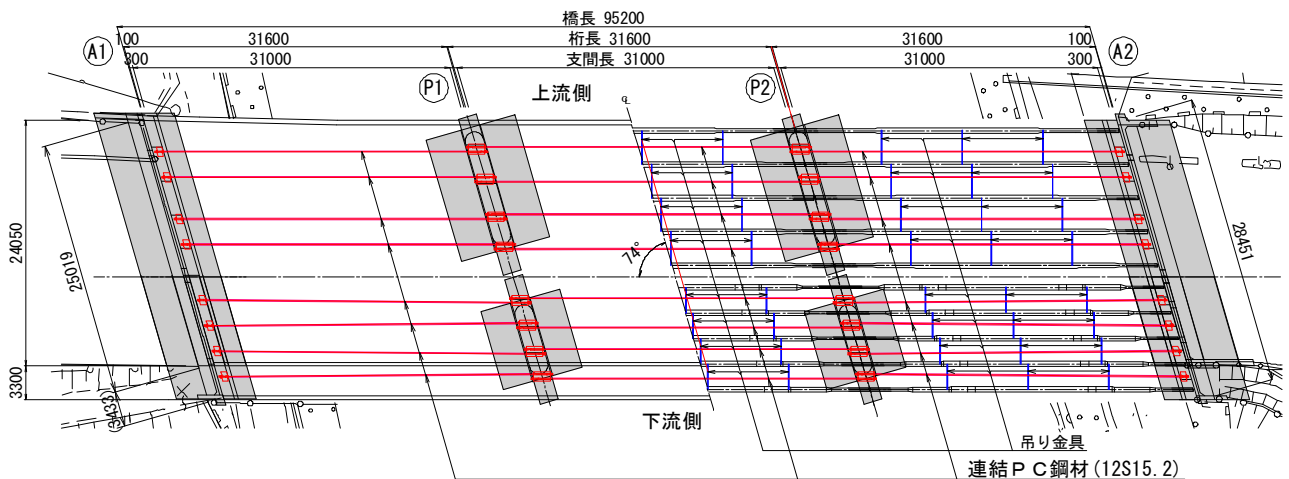


図-1 名取1号橋諸元および平面図

2. 2 PC&PA工法による耐震補強

耐震補強設計は、兵庫県南部地震を受けて改定された道路橋示方書により実施されている。入力地震動は、標準加速度応答スペクトルに近い特性を有するように、既往の強震記録を振動数領域で振幅調整された加速度波形3波（最大加速度812gal）が用いられている。

時刻歴応答解析の結果、上り線P2橋脚では、表-1に示すように橋脚頂部の最大応答変位が補強前192mmからPC&PA工法補強後63mmと67%に低減されている。最大応答曲率は、補強前6235 μ /mからPC&PA工法補強後1298 μ /mと79%に低減されている。また、そのときの橋脚天端の応答変位時刻歴と橋脚基部の応答曲率履歴の代表例としてTypeI-I-2地震波形による結果を図-2に示す。PC&PA工法で補強することにより、橋脚天端の応答変位の振幅や橋脚基部の最大・最小応答曲率の絶対値が大幅に低減されている。

表-1 時刻歴応答解析結果一覧(3波平均)

項目	着目部位	単位	補強前	補強後	許容値	低減効果
最大応答変位	上り線 P1橋脚	mm	219	85	-	61%
	(下流側) P2橋脚		192	63	-	67%
	下り線 P1橋脚		159	74	-	53%
	(上流側) P2橋脚		159	58	-	64%
最大応答曲率	上り線 P1橋脚	μ /m	5370	2303	5060	57%
	(下流側) P2橋脚		6235	1298	5120	79%
	下り線 P1橋脚		7492	2373	5450	68%
	(上流側) P2橋脚		7492	1276	5450	83%
PC鋼材張力	A1-P1	kN/本	-	209	降伏強度 2664kN/本	-
	上り線 P1-P2		-	370		-
	(下流側) P2-A2		-	354		-
	A1-P1		-	489		-
	下り線 P1-P2		-	148		-
	(上流側) P2-A2		-	334		-

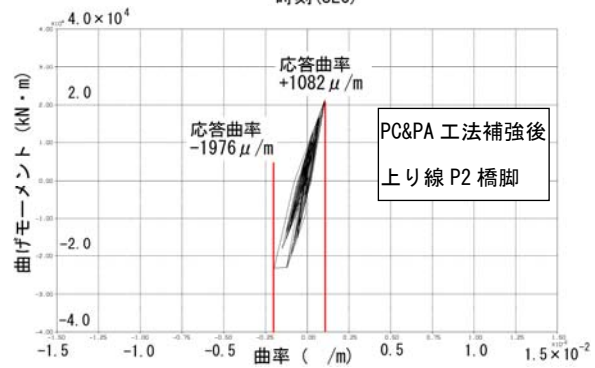
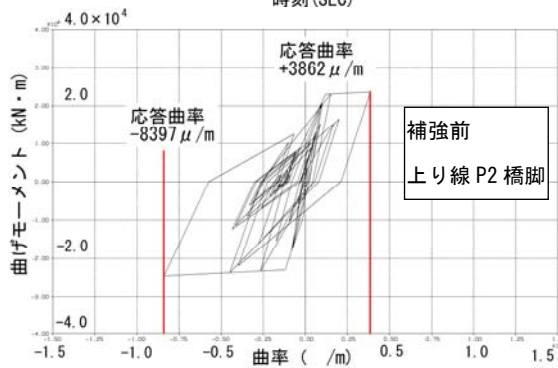
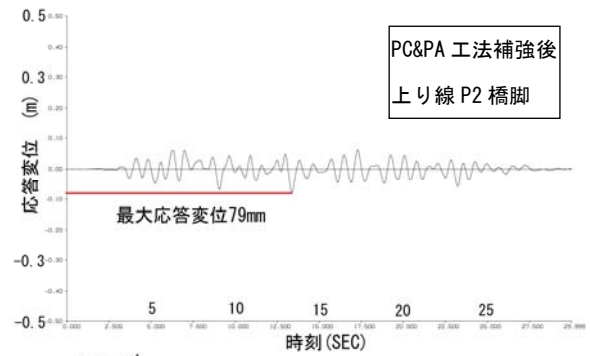
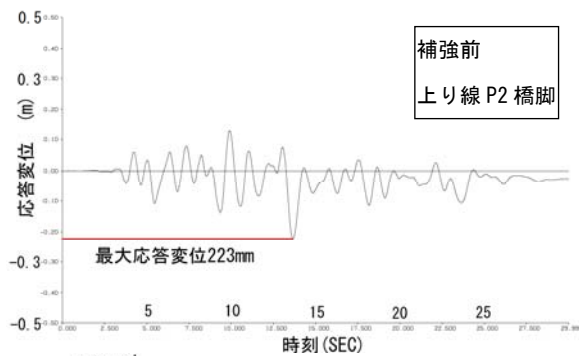


図-2 時刻歴応答解析結果 (L2地震動 Type I-I-2)

橋台と橋脚間の連結材には、写真-1に示すように亜鉛メッキ処理されたPC鋼材12S15.2 (PEシーシ保護) を上下線ともに4本/径間配置している。連結材に用いたPC鋼材は、地震時に橋脚変位を抑制させるため、地震時に張力が作用する。そのため、PC&PA工法では、低緊張力で定着する必要があり、図-3に示すように低緊張力においても定着可能なPC&PA専用定着体を採用している。

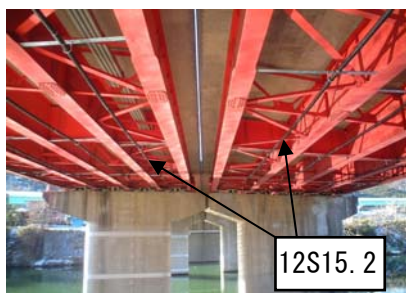


写真-1 連結PC鋼材配置

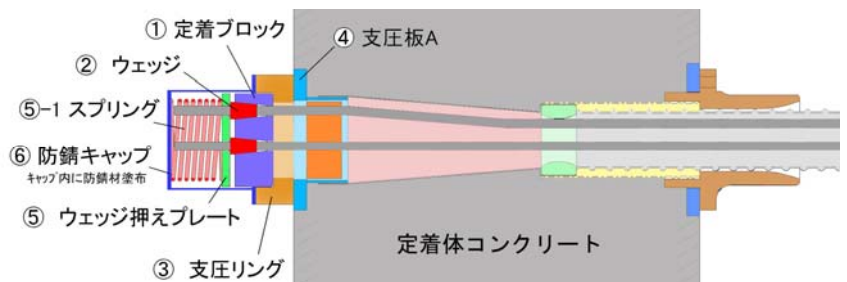


図-3 PC&PA工法定着具 12T15

3. 追跡調査

3.1 調査目的

追跡調査は、本橋梁に耐震補強したPC&PA工法用の定着具およびPC鋼材が東北地方太平洋沖地震を受けたことから、異常の有無を確認する目的で行った。

3.2 調査内容

定着体の調査箇所は、桁下を横断する市道の交通規制の制約から足場の設置が可能な図-4に示す上り線のP2-A2径間とし、P2橋脚の4箇所とA2橋台の2箇所を調査した。各定着具の調査は、施工当時の防錆キャップや支圧板の防錆仕様がタールエポキシ塗装であったことから、表-2に示すようPC鋼材や定着具の発錆有無を目視確認するほか、ウェッジの出しろを測定し、定着状態を確認する内容とした。

3.3 調査結果

定着具の調査を行う前に本橋梁の橋台および橋脚の外観調査を行い、地震による損傷がないことを確認した。定着具が埋め込まれているコンクリートブロックは、写真-2に示すようにクラックなどの損傷は全く見られず、健全な状態を保っていた。定着具の外観は、写真-3に示すように供用中暴露状態にあるため、埃などが付着しており、防錆キャップ表面には点錆のようなものが若干発生していた。

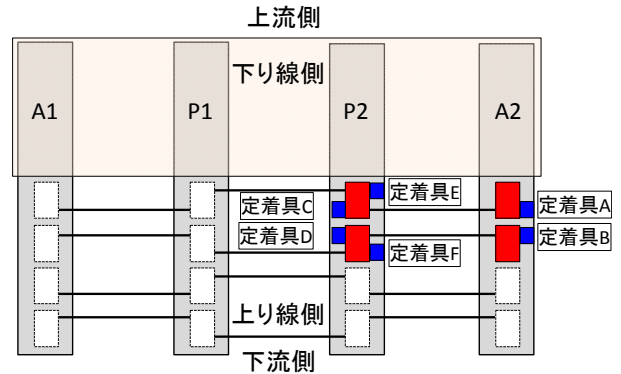


図-4 調査箇所

表-2 調査内容一覧

		項目	調査内容
目視調査	①	橋台、橋脚	外観目視 地震によるクラック発生の有無
	②	定着部 コンクリート	コンクリートブロックの クラック発生状況
	③	定着具 外観	定着具の状態確認
	④	定着具 防錆キャップ内	主要部材発錆などの状態確認
	⑤	シース	シースおよびシースジョイント部の 状態確認
	⑥	PC鋼材	余長部およびシースジョイント部にて 表面状態の確認
測定	⑦	ウェッジの出しろ の測定	定着状態に異常がないか確認



写真-2 定着部コンクリート



写真-3 定着具外観

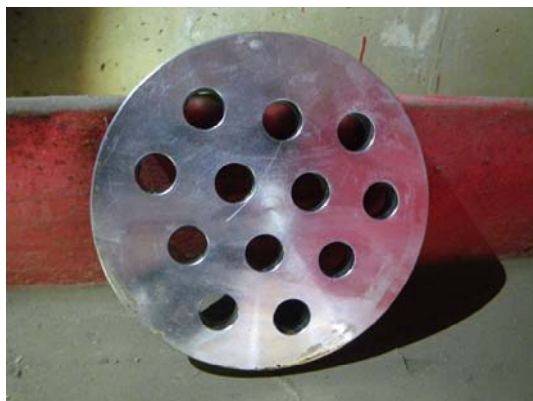


写真-4 ウェッジ押えプレート



写真-5 スプリング(ウェッジ押え用)

また、定着具の防錆として施したエポタール塗装は、埃などの付着があった外面では変色や膜厚が薄くなっている箇所が一部あったが、内面の劣化は生じていなかった。

防錆キャップ内の構成部材のうち、定着具の主要部材である定着ブロック、ウェッジやPC鋼材の状態を調査を行った。ウェッジ押えプレートやスプリングは、**写真－4**、**写真－5**に示すように汚れや発錆も無く施工時の状態のまま健全であった。定着ブロックとウェッジにおいても、一部防錆剤による汚れはあるものの**写真－6**に示すように発錆も無く健全であった。

PC鋼材の調査は、余長部やシーズジョイント部にて実施した。PC鋼材は、PC&PA工法ではPC鋼材に亜鉛めっきPC鋼材を使用しており、**写真－7**に示すように発錆や有害な腐食は全く見られず健全な状態であった。

ウェッジの出しろは、PC鋼材を3枚のウェッジにより定着していることから、地震時の張力作用によりバラツキが生じている可能性があった。そこで、**写真－8**に示すようにノギスにより測定した結果、3枚の出しろは、ほぼ均等で大きな段差もなく安定してPC鋼材をグリップしていた。このことから、地震によってPC鋼材に張力が作用した場合においても、ウェッジの抜出しに対して、ウェッジ押えプレートやスプリングの効果があつたと考えられる。

以上、調査した結果、橋梁に有害な損傷は見受けられず、設置されている定着具にも有害な損傷や有害な錆もみられず健全性が保たれていた。また、PC鋼材の定着状態に異状はないことから、東北地方太平洋沖地震の際にPC&PA工法の効果が発揮されたものと推測される。このことから、PC&PA工法は、今後、発生が懸念されている大規模地震に対しても有効な耐震補強工法の一つであると考えられる。なお、現在の定着具は、設置個所が桁下空間で埃や湿気が停滞しやすい環境であることから、亜鉛めっき処理仕様に改良され耐食性が高められている。

4. おわりに

今回追跡調査を行った結果、震災後においても定着具やPC鋼材、橋脚の健全性が確保されていたことから、PC&PA工法は大規模地震に対しても有効な耐震補強工法であることが確認できた。

今回行った追跡調査において、点検が容易に行えることを体感し、維持管理しやすい工法であることを確認できた。

今後は、さらなる定着システムの性能向上、施工性向上を目指し検討を進めたいと考えており、耐震補強が整備されていない橋梁に対してPC&PA工法をご活用いただければ幸いである。

追跡調査を行うにあたり、ご協力頂いた宮城県仙台土木事務所をはじめ関係各位に謝意を表します。



写真－6 PC鋼材および定着具の現況



写真－7 PC鋼材



写真－8 ウェッジ出しろ測定状況