

PC構造の活用について【上野～東京ラインで使用した各種PC構造】

J R東日本コンサルタンツ(株) 正会員 工修 ○九富 理
 J R東日本コンサルタンツ(株) 佐藤 収
 J R東日本コンサルタンツ(株) 山口 健

キーワード：PRCコーベル，桁受け，増し杭補強，総ネジPC鋼棒

1. はじめに

上野～東京ライン（東北縦貫線）は東京駅から上野駅を結ぶ約 3km の区間の内、東京方の約 500m の区間（重層部）は新幹線直上に 2 層構造の鋼ラーメン橋台，橋脚および 17 カ所のプレキャストブロックによる PC 箱桁と 2 か所の鋼桁により構成されている。PC 桁は新幹線直上に設置されるため，桁下空頭および縦断線形による制限から，桁高が制限されており，桁端の支点部は掛け違い構造となっている。一方，下部工側の支点部は鋼ラーメンの桁受けが支持しており，PC 桁の桁下端と桁受けの下端を同じ高さとする事で，桁下空頭を確保している。一方，この重層部の前後の区間については，新幹線に平行に走っていた電留線用地に新設高架橋から新幹線直上に合流する区間（アプローチ部）があるが，合流部にも重層部と同様の掛け違い方式による PC 箱桁を採用している。ただし，下部工が RC 高架橋であるため，桁受け部も RC 造のコーベル構造となっている。以下には，前記のコーベル構造の配筋で太径鉄筋が混み合って配筋が困難になった部材に対して，PC 技術を活用して配筋状態を改善した事例を紹介する。また，終点方のアプローチ部で既設高架橋の下部工の増し杭耐震補強に PC 鋼棒を活用した事例を紹介する。図-1 に，今回対象とする箇所的位置図（○印）を示す。

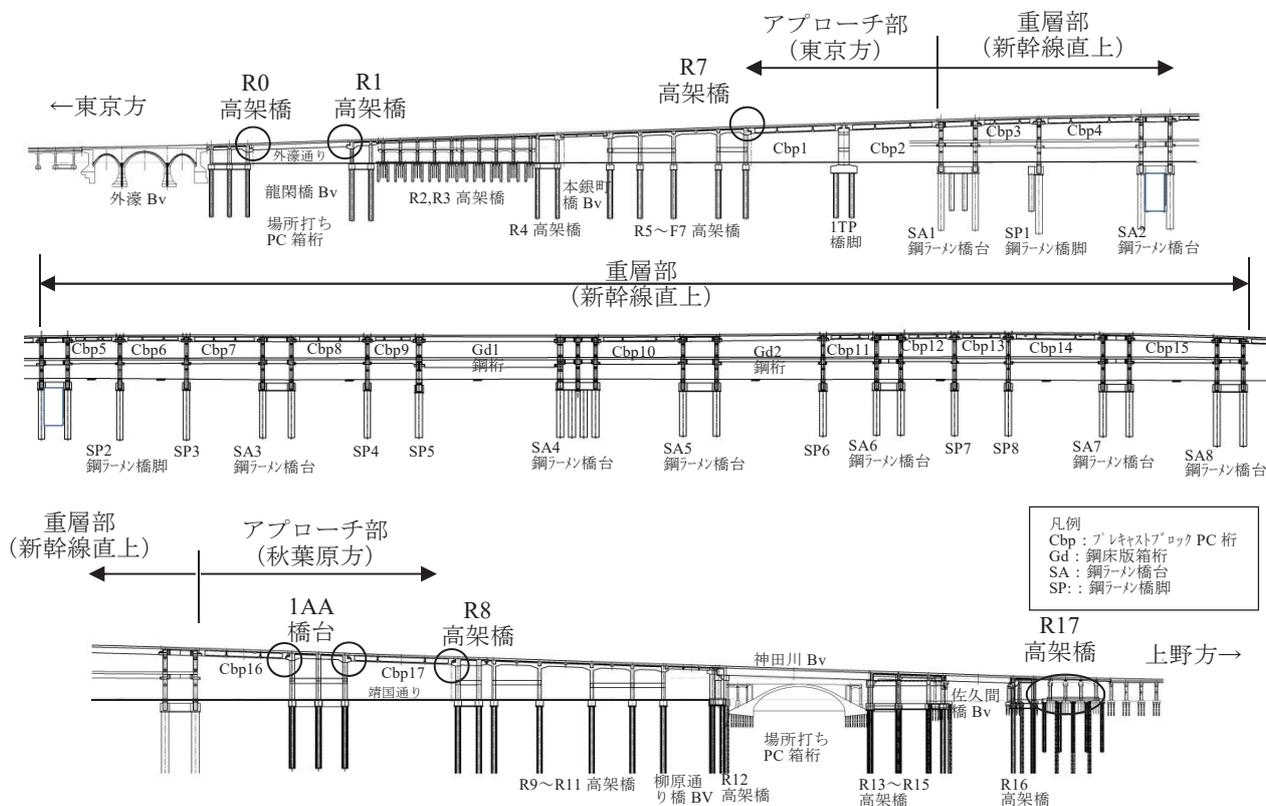
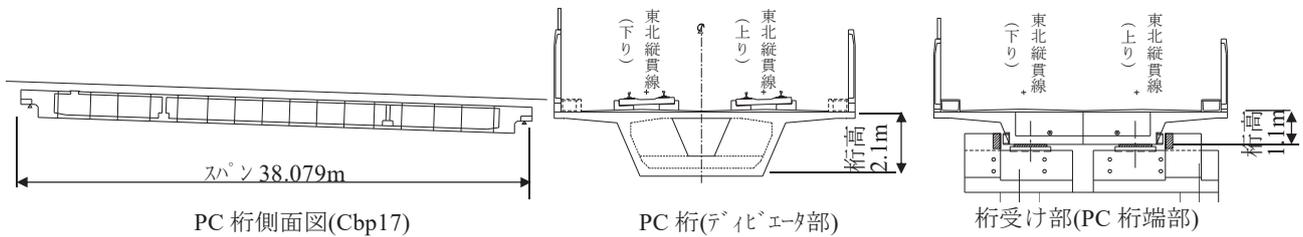


図-1 アプローチ部と重層部高架橋の桁受対象箇所と R17 高架橋位置

2. RC 高架橋の桁受けに対する PRC の採用

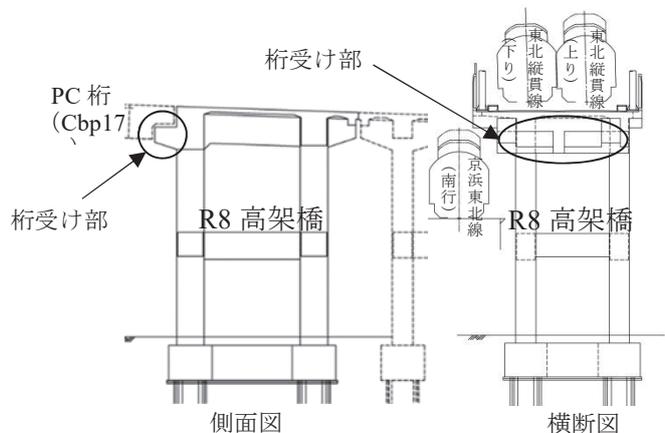
PC 桁を支持する RC 高架橋の桁受け部（沓座部）は東京方に 3 か所、上野方に 3 か所の合計 6 か所である。代表的な上部工反力としてプレキャストブロック工法で架設した最大スパンの PC 桁 (Cbp17) の下部工 (F8 高架橋) の桁受け部に対する設計反力を表—1 に示す。また、PC 桁 (Cbp17) の一般形状と桁受け部の断面を図—2 に、下部工 (R8 高架橋) の形状を図—3 に示す。



図—2 上部工 PC 桁 (Cbp17) 一般形状

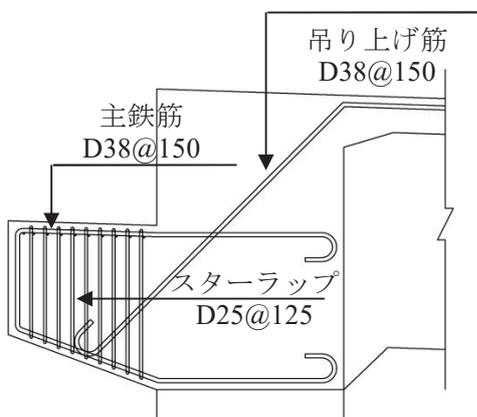
表—1 設計反力 (Cbp17)

荷重		Md (kNm)	Vd (kN)
固定死荷重	D ₁	-1293.4	1724.5
付加死荷重	D ₂	-459.0	612.0
列車荷重(複)	L	-1005.9	1341.2
衝撃荷重(複)	i	-207.2	276.3
※衝撃荷重(複)	i	-155.4	207.2
遠心荷重(複)	C	-337.7	450.2
風荷重	W	-86.9	115.8
車両横荷重	L _F	-33.8	45.1

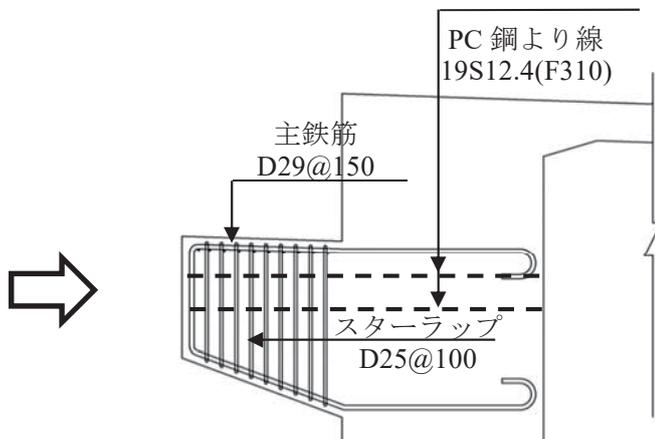


図—3 下部工高架橋 (R8) と桁受け部

表—1 に示す反力により桁受けに必要なとなる鉄筋量を算定した結果、図—4 のように、桁受けの水平鉄筋が D38@150 となった。この配筋に加えて、鉄道基準では桁反力の変動などを考慮して「吊上げ筋」¹⁾を配置するのが良いとされているが、水平鉄筋と同様に「吊上げ筋」の配筋量が D38@150 となった。さらにスターラップ (D25) を配置する必要性が生じたため、スターラップの重ね継手を考慮すると生コン打設に必要な鉄筋間隔を確保できないという課題が発生した。そこで、桁受け部を図—5 のように PRC 構造とすることで、吊上げ筋を省略して所要の鉄筋間隔を確保した。



図—4 当初桁受け配筋状況 (吊り上げ筋有り)



図—5 変更後桁受け配筋状況 (吊り上げ筋無し)

以下には PRC 構造の設計結果について示す。PC 鋼材には SEEE ケーブル F310 (19S12.4A) を 8 本 (4 本×2 段) 配置した。図-6 に桁受けの PC 鋼材配置と写真を示す。また、表-2 に桁受けの応力算定結果の表を示す。上縁応力の制限値は永久作用時には引張を許さず、変動作用時には PRC の応力制限値とした。

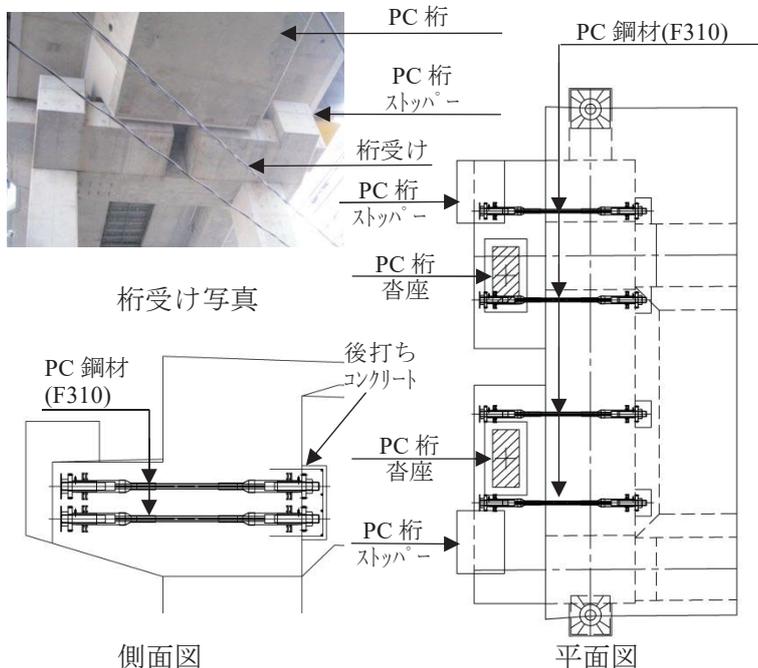


図-6 桁受け部 PC 鋼材配置図

表-2 桁受け応力算定表

	コンクリート応力度 (N/mm ²)	
	上 縁	下 縁
(永久作用時)		
桁受け自重	-0.07	0.07
固定死荷重	-1.32	1.38
付加死荷重	-0.47	0.49
永久作用	-1.86	1.94
導入直後プレストレス	2.86	0.20
有効プレストレス	2.66	0.19
鉄筋反力による応力度	-0.56	0.26
合成曲げ応力度 (永久作用)	0.24	2.39
制 限 値	0.00	14.00
	OK	OK
(変動作用時)		
列車荷重(複)	-1.03	1.07
衝撃荷重(複)	-0.16	0.17
遠心荷重(複)	-0.35	0.36
合成曲げ応力度 (変動作用)	-1.30	3.99
制 限 値	-2.52	14.00
	OK	OK

3. 既設高架橋の増し杭補強に対する PC 鋼棒の採用

上野～東京ラインの上野方既設高架橋 R17 は 3 線 4 柱式で線路方向に 3 径間の RC ラーメン高架橋である。当該高架橋は線路方向は梁スラブ式では無く、厚さ 610 mm の全幅がスラブ断面の梁となっている。この既設高架橋において増し杭による耐震補強を実施する必要が生じた。常時荷重時 (列車荷重時含む) においては、既設杭 (RC 杭) のみで支持が可能であるが、地震時には増し杭、増しフーチングが必要となった。図-7 に R17 高架橋の断面図を図-8 に縦断面図を示す。

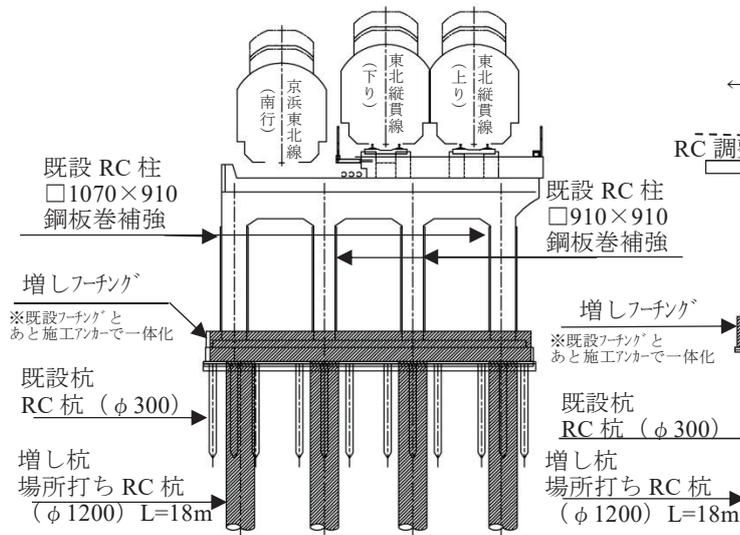


図-7 R17 高架橋断面図

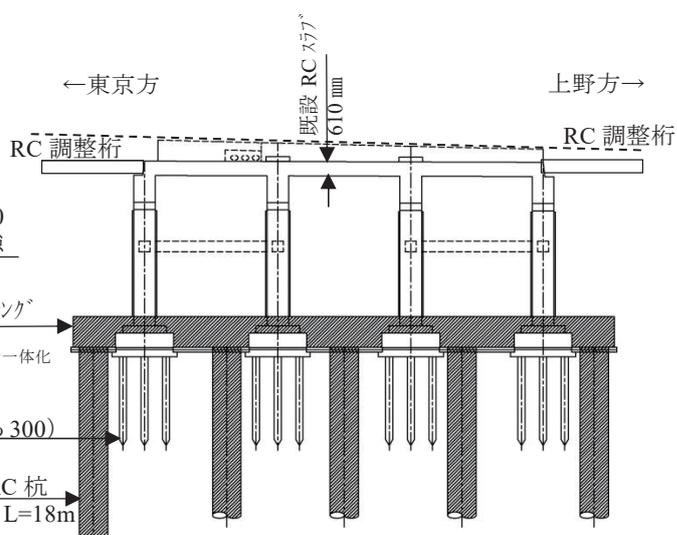


図-8 R17 高架橋縦断面図

R17 高架橋の地震時の既設柱下端からの曲げモーメントを増し杭に確実に伝達するためには既設柱下端と新設フーチングを剛結する必要がある。そのためには、新設フーチングの鉄筋を既設柱にコア削孔して貫通させる必要があった。そこで、既設柱の鉄筋の間を狙って4本のコアを削孔し、そこに鉄筋を貫通する計画とした。しかし、所要の鉄筋量を検討したところ、線路直角方向の柱に貫通する必要鉄筋径がD51×4本となり、コア削孔により既設鉄筋を切断する可能性が考えられたため、線路直角方向についてはコア削孔径を小さくするために総ネジPC鋼棒(ゲビンデスターブφ32, φ26)を採用した。総ネジPC鋼棒は、高強度鉄筋として考慮しており、プレストレス力は導入していない。図-9に地震時に既設柱から伝達する曲げモーメントが新設フーチング(既設フーチングと一体化)を介して増し杭に伝達するイメージ図を示す。線路直角方向の柱列と増し杭列の位置にズレが生じるため、柱下端モーメントは線路直角方向の新設フーチングにねじりモーメントとして作用する。そこで、新設フーチングはねじりモーメントに対しても設計し、増し杭に対して既設柱からの曲げモーメントが確実に伝達できる様にした。図-10に地震時曲げモーメント図の例(L2地震に対する柱下端降伏時)を示す。図-11には既設柱をコア削孔により貫通させてPC鋼棒を配置した側面図、平面図を示す。

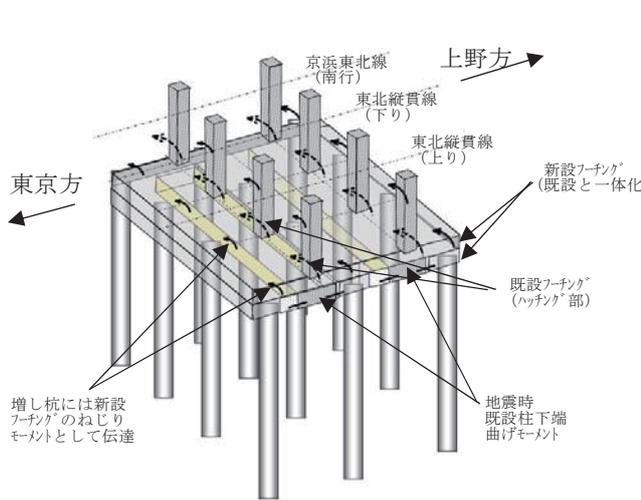


図-9 既設柱から新設フーチングへの荷重伝達イメージ

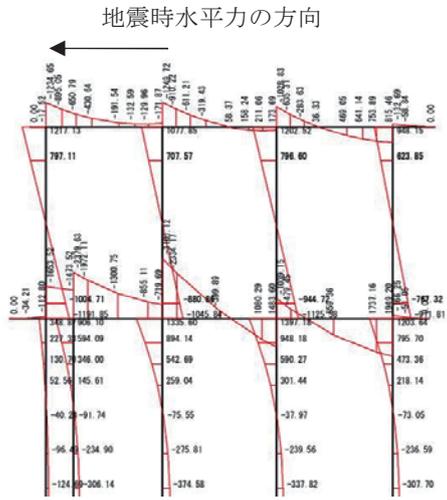


図-10 地震時曲げモーメント図(線路直角方向)

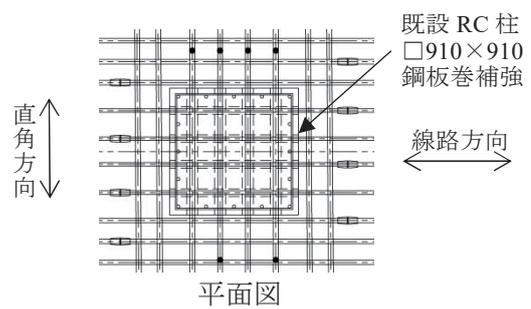
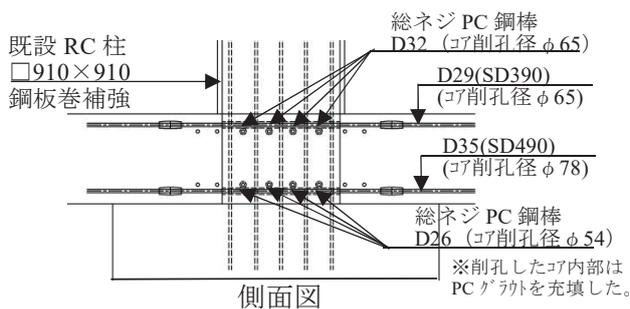


図-11 既設柱コア削孔後PC鋼材貫通状況

4. まとめ

今回の報告をまとめると下記のとおりである。

- (1) 桁受け(掛け違い部)へのPRC構造の採用により吊上げ筋を省略した。
- (2) 既設構造物補強の増し杭, 増しフーチングへの総ネジPC鋼棒採用により, 耐震性の確保が可能となった。

参考文献

1) (財)鉄道総合技術研究所: 鉄道構造物等設計標準・同解説 コンクリート構造物 性能照査の手引き, 2004.11