

3

狭隘な施工条件下におけるPCケーブルを用いた橋脚柱の耐震補強設計

船越博行

FUNAKOSHI Hiroyuki

株式会社オリエンタルコンサルタンツ
国土基盤事業部



能美哲也

NOUMI Tetsuya

株式会社オリエンタルコンサルタンツ
国土基盤事業部



1—はじめに

既設橋梁の耐震補強は、補強の難易度や投資効果等から優先順位が計画されることもあり、これまでは比較的实施し易い橋梁が対象となる傾向にあった。しかしながら、昨今では架橋条件が厳しく補強が困難な橋梁、大規模な仮設機材の使用や長期間の交通規制の実施を伴う社会的影響の大きい橋梁についても補

強工事の対象となってきている。

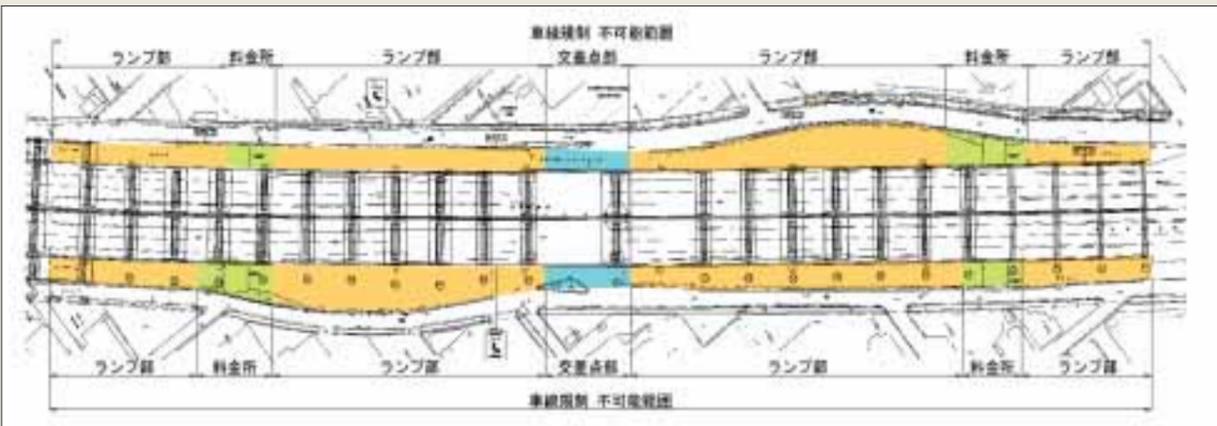
本報告では、都市部において狭隘^{きょうあい}で限定された施工条件下での耐震補強設計業務について述べる。

2—プロジェクト概要

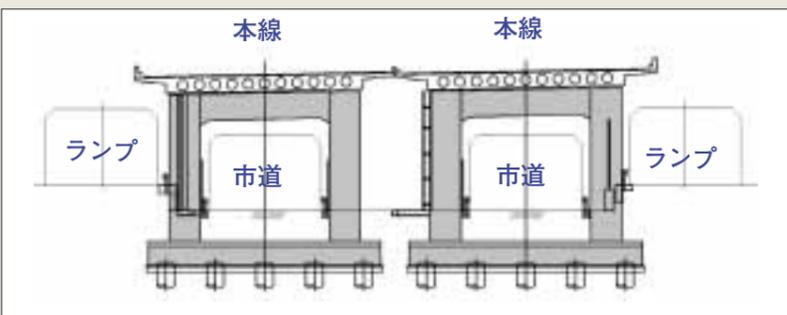
川崎高架橋は、第3京浜道路川崎料金所前後に位置する連続高架橋である。本橋は本線高架下に片側2車線の市道二子千年線(日平均交通

量約17千台)が供用され、本線高架と平行してランプ橋が架橋されている。(図1、2)

このような架橋条件の中で、本プロジェクトは兵庫県南部地震や関東大震災といった大規模地震動(以下、L2地震動)を対象とした本線高架の橋脚柱に対する耐震補強設計を実施したものである。



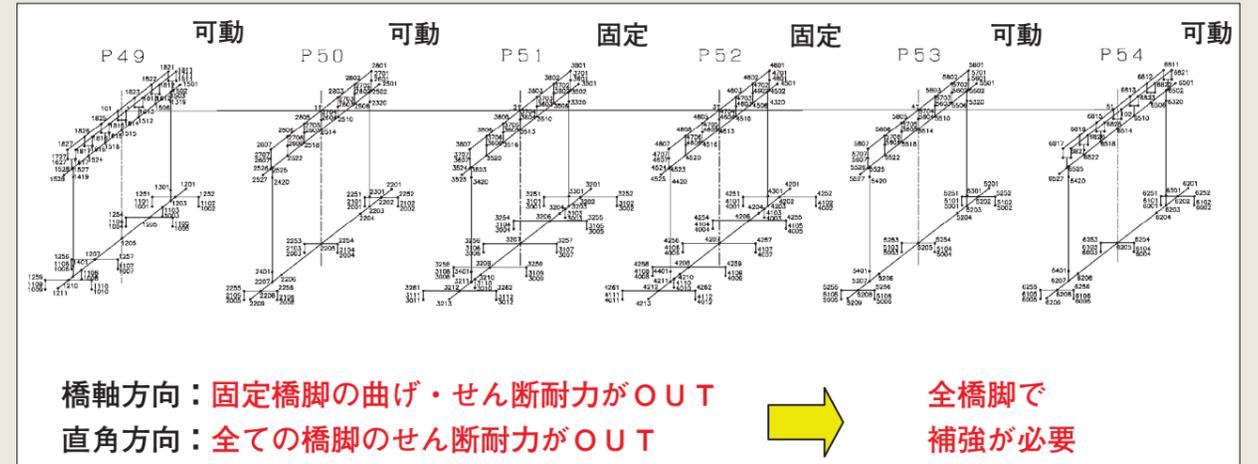
■図1—橋梁平面図



■図2—橋脚断面図



■写真1—高架下の市道



■図3—3次元非線形動的解析モデル

3—現況の耐震性能照査

補強設計実施にあたり、現況においてL2地震動に対する耐震性能の照査を3次元非線形動的解析により実施した。(図3)

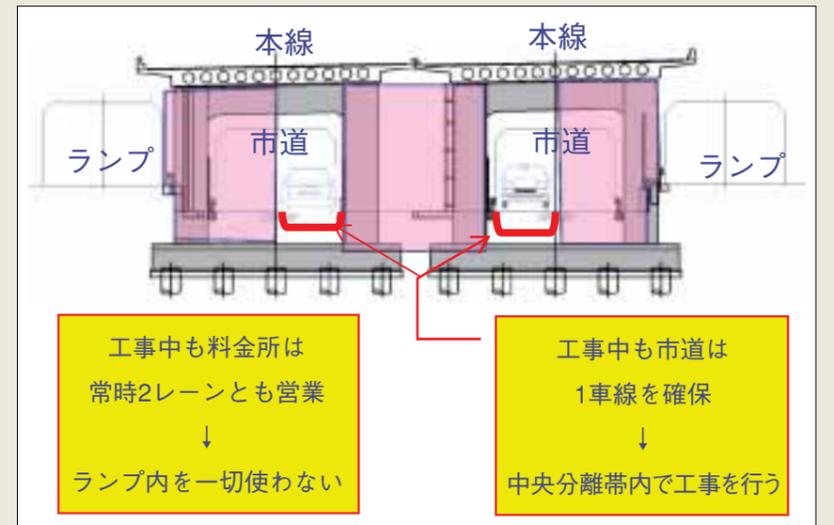
橋軸方向・橋軸直角方向について照査した結果、橋軸方向では固定橋脚の曲げ耐力及びせん断耐力が不足し、橋軸直角方向では全ての橋脚のせん断耐力が不足していることが分かった。

そのため、本橋については全ての橋脚に対して補強を実施する必要がある。

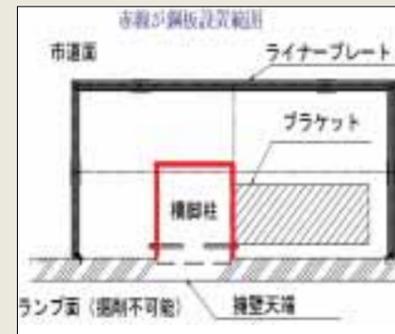
4—制約条件と補強工法の選定

橋脚柱の補強は、従来、鋼板巻立て工法やRC巻立て工法等といった工法が採用されてきた。本橋では以下の施工制約条件から、従来の工法では施工が出来ないことが分かった。(図4)

- ・工事中も料金所は常時2レーンとも営業する必要があり、ランプ内を一切使用できない。従って、橋脚柱のランプ面には巻立てが出来ない。
- ・高架下の市道は地域の幹線道路であり全面通行止めは不可能。従って中央分離帯内で工事を行うか、片側1車線のみ規制で行う。



■図4—補強工事における施工条件



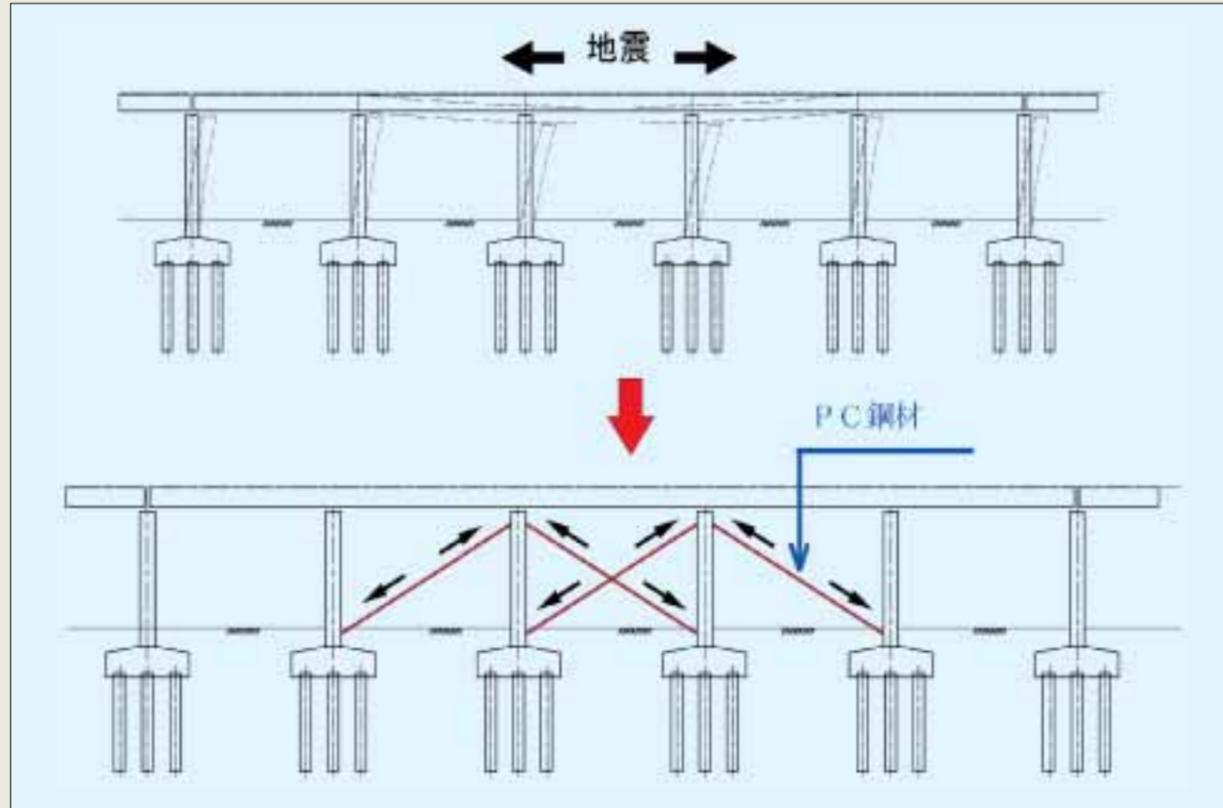
■図5—鋼板3面巻きと土留め概要



■写真2—柱とランプ面の取合い

制約条件および現況照査結果を踏まえ、補強可能な工法について比較検討した。その結果、柱基部の掘削不可能な面を除き鋼板を3面に巻立てることで、せん断耐力の不足は解消され

ることが分かった。一般的な橋脚の4面巻立ては、柱周囲からの拘束効果によるじん性の向上やフーチングにアンカーを定着することによる曲げ耐力の向上が期待できる。しかし、3面だけの巻立てであることから、じ



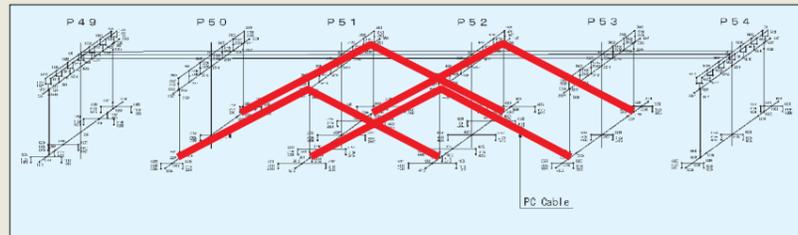
■図6—PC鋼材による変位拘束の概念

ん性や曲げ耐力の向上には寄与しないため、設計計算においても鋼板断面積の増加のみせん断耐力が増加するものとして評価した。

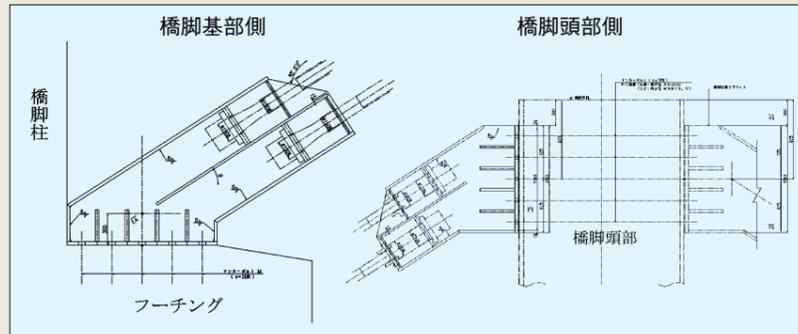
なお、3面巻立ての土留めについては、ランプ面の掘削が不可能であることから、ランプ面に設置された擁壁を利用して、ライナープレートをランプ面以外の3面に配置し、擁壁にアンカーを取る構造で基部の掘削を計画した。(図5)

残る橋軸方向の曲げ耐力不足については、橋脚柱の変位を拘束することにより応答値の改善を図る方法に着目し、PC & PA工法の採用を検討した。(図6)

PC & PA工法は2006年3月時点で、瀬石谷橋(福岡県)、下八重川橋(宮崎県)など国内で6件の実績があり、橋脚頭部と橋台上部をPC鋼材で連結する工法である。但し従来のPC & PA工法と異なり、本橋は連続



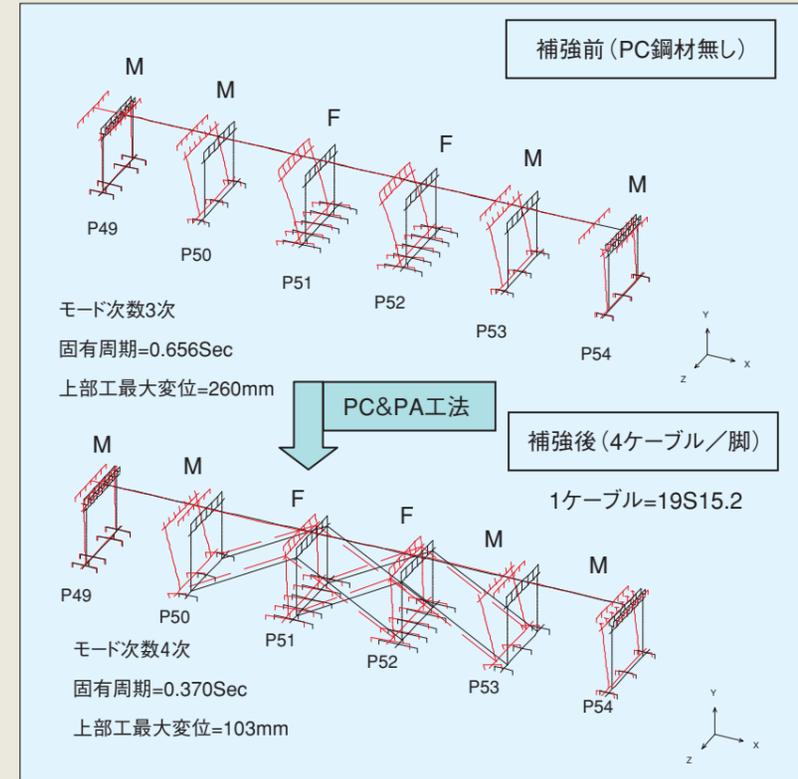
■図7—PC鋼材を取り入れた解析モデル



■図8—PC鋼材を定着するブラケット形状

高架橋のため、PC鋼材の定着は橋脚頭部とフーチング基部へ行う計画とした。また、PC鋼材は市道の建築限界や料金所ブース等を避けて配置することを前提に、橋軸方向に対し斜めに張る計画とした。

PC鋼材種別は過去の実績や経済性等から19S15.2を使用し、1柱当たり4本の配置に抑えることにより、ブラケットサイズの縮小化を図った。また、PC鋼材は防錆処理のため亜鉛メッキケーブルを採用した。(図8)



■図9—動的解析の主要モード図の比較

■表1—補強前後の解析結果比較

橋軸方向(補強前)		P49橋脚	P50橋脚	P51橋脚	P52橋脚	P53橋脚	P54橋脚
曲げ	応答値 M(KN・m)	5,055	7,314	21,545	21,545	7,276	6,108
	ϕ (1/m)	0.00121	0.00254	0.02162	0.02155	0.00263	0.00171
	制限値 ϕ_a (1/m)	0.01021	0.00829	0.00543	0.00543	0.00829	0.00900
せん断	応答値S(KN)	859	1,118	3,597	3,597	1,116	1,030
	制限値Ps(KN)	1,181	1,166	1,702	1,702	1,166	1,166

↓ PC&PAによる効果

橋軸方向(補強後)		P49橋脚	P50橋脚	P51橋脚	P52橋脚	P53橋脚	P54橋脚
曲げ	応答値 M(KN・m)	5,056	6,693	21,372	20,986	6,846	5,090
	ϕ (1/m)	0.00120	0.00171	0.00335	0.00238	0.00176	0.00125
	制限値 ϕ_a (1/m)	0.01011	0.00821	0.00540	0.00540	0.00821	0.00892
せん断	応答値S(KN)	890	1,267	2,381	2,380	1,306	887
	制限値Ps(KN)	2,641	2,522	3,475	3,475	3,200	3,200

↓ 鋼板3面巻による効果

橋軸直角方向(補強前)		P49橋脚	P50橋脚	P51橋脚	P52橋脚	P53橋脚	P54橋脚
曲げ	応答値 M(KN・m)	8,134	9,140	15,605	12,914	9,744	9,303
	ϕ (1/m)	0.00298	0.00141	0.00118	0.00198	0.00203	0.00281
	制限値 ϕ_a (1/m)	0.01008	0.00754	0.00559	0.00787	0.00754	0.00830
せん断	応答値S(KN)	3,150	2,818	4,433	4,660	3,167	3,304
	制限値Ps(KN)	1,520	1,220	2,214	2,214	1,220	1,220

↓ 鋼板3面巻による効果

橋軸直角方向(補強後)		P49橋脚	P50橋脚	P51橋脚	P52橋脚	P53橋脚	P54橋脚
曲げ	応答値 M(KN・m)	8,150	9,195	12,940	12,940	9,763	9,323
	ϕ (1/m)	0.00334	0.00141	0.00216	0.00276	0.00240	0.00331
	制限値 ϕ_a (1/m)	0.01005	0.00751	0.00784	0.00784	0.00751	0.00783
せん断	応答値S(KN)	3,166	2,881	4,692	4,918	3,270	3,359
	制限値Ps(KN)	3,344	3,034	4,935	4,947	3,347	3,693

5—解析結果

前述した計画により補強詳細設計を実施した。図9に補強前、補強後のそれぞれ卓越するモード図を示す。PCケーブルの効果により補強が必要であった固定橋脚の変位が確実に拘束されていることが分かる。また、表1に補強前後の橋軸方向・橋軸直角方向それぞれの計算結果を示す。解析結果はL2地震動タイプIIを代表として示す。

以下に結果の概要について示す。

1) 橋軸方向

- ・補強を図ったP51、P52橋脚は応答曲率が補強前後で10～15%に低減される。柱は降伏するが曲げに対しかなり有効であることが分かる。
- ・同様にせん断力についても、補強前後で65%に低減される。

2) 橋軸直角方向

- ・PC & PAによる効果は鋼材を橋軸方向に直線配置しているため、曲げ・せん断とも効果は無い。
- ・9～12mmの鋼板3面巻きで不足していたせん断は全橋脚とも許容値内に収まる。

6—おわりに

本プロジェクトは、従来工法では対応できなかった新たなパターンの耐震補強設計により業務の遂行が出来た。

本報告は、ある特殊な施工条件下における連続高架橋の耐震補強設計の1例について述べたものである。しかし、今後このような特殊条件下における耐震補強設計や、斜張橋・トラス橋などといった難易度の高い複雑な構造形式の補強・補修設計業務が増加することが予想される。

建設コンサルタントはそのような難易度の高い業務に対しても最新の知見を取り入れ、常に創意・工夫を持って課題に対応することにより社会資本の維持に寄与できると考える。