

適用基準の違いによる常時・L1 地震時に対する基礎補強

株式会社 長大 正会員 ○茂呂 充, 渡辺 雄彦, 多田 奈穂, スタリアウンティン
黒子 和樹

1. はじめに

橋梁設計において、下部構造の施工後、長時間を経
てからの上部工設計は、多くの課題が生じる。特に、
旧基準で施工された下部工に対して、現行道路橋示方
書 (H29) (以下、H29 道示) の適用は難しいものとなる。

本論で述べる橋梁は、昭和 55 年道路橋示方書 (以下、
S55 道示) で設計され、平成元年に竣工されているが、
上部工が架設されないまま、現在の状況 (写真-1) とな
っている。このような状況下の橋梁に対し、新設上部
工設計と、既設下部工補強設計を行った業務である。

H29 道示では、補強に関する部分係数は設定されて
いない。また、既設構造物を新設橋と同様の部分係数
法を流用して補強することは、過大設計で不合理とな
る可能性がある。したがって、本業務では、以下の規
定を用いて既設下部工補強設計を実施した。

- ・既設橋の耐震補強設計に関する技術資料 (国総研資
料第 700 号、土研資料第 4244 号)
- ・「橋・高架の道路等の技術基準」の修繕設計時の適
用基準としての当面の扱いについて (R2.7.20 国交
省事務連絡)

本論では、古い適用基準で施工がなされた下部構造
の補強方法について述べる。



写真-1 現況

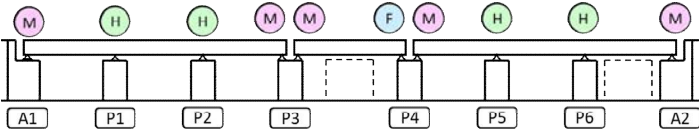


図-1 当初計画における橋梁構造

2. 基礎工の補強設計における課題と制約条件

本橋は、設計当時、橋長 $L=110.905\text{m}$ 、3 径間連続
RC 中空床版+単純 PC 中空床版+3 径間連続 RC 中空床
版 (メナーゼヒンジ構造) で計画されていた。(図-1)
本業務では、設計計算書が無いことから、完成図書を
元に、現行示方書を適用して常時、レベル 1 地震動の
照査を行った。その結果、全橋脚で基礎の安定照査で
許容値を満足しないことが判明した。この要因として、
旧基準 (S55 道示) と現行基準で、基礎の周面摩擦の考
え方が異なることにあった。S55 道示では、基礎全長に
渡り、周面摩擦力を考慮していたのに対し、H24 道示以
降、1D (D:杭径) 分の周面摩擦力は考慮できないこと
となっている。また、常時水平力 (クリープ乾燥収縮、
温度変化による水平力) が、基礎照査の決定ケースで
あった。

表-1 既設下部工の耐震性能照査結果

下部工No			P1			P2		
柱補強要否			要			要		
ケース			常時	レベル1	レベル2	常時	レベル1	レベル2
杭基礎 照査 結果	支持力	判定 補強要否	NG	OK	OK	NG	NG	OK
	杭体 応力	判定 補強要否	—	NG	OK	—	NG	OK
フーチング 照査結果	判定 補強要否	判定 補強要否	OK	OK	OK	OK	NG	OK
	判定 補強要否	判定 補強要否	不要	不要	不要	要	要	要
必要増杭本数			12本			20本		
下部工No			P3			P4		
柱補強要否			要			要		
ケース			常時	レベル1	レベル2	常時	レベル1	レベル2
杭基礎 照査 結果	支持力	判定 補強要否	NG	NG	OK	OK	NG	OK
	杭体 応力	判定 補強要否	—	OK	OK	—	NG	OK
フーチング 照査結果	判定 補強要否	判定 補強要否	OK	OK	OK	OK	NG	OK
	判定 補強要否	判定 補強要否	不要	不要	不要	要	要	要
必要増杭本数			4本			12本		
下部工No			P5			P6		
柱補強要否			要			要		
ケース			常時	レベル1	レベル2	常時	レベル1	レベル2
杭基礎 照査 結果	支持力	判定 補強要否	NG	OK	OK	NG	OK	OK
	杭体 応力	判定 補強要否	—	NG	OK	—	NG	OK
フーチング 照査結果	判定 補強要否	判定 補強要否	OK	NG	OK	OK	NG	OK
	判定 補強要否	判定 補強要否	要	要	要	要	要	要
必要増杭本数			10本			10本		

このことから、全橋脚において、基礎補強 (増杭)
を行う必要が生じたが、架橋位置の周辺状況や隣接橋
への影響から、以下に示す課題があり、補強量につい
て、制約条件を設定した。

- ・隣接橋基礎への影響（近接）を確実に避ける必要がある。
- ・狭隘箇所での基礎補強となる。

このような課題から、本橋の基礎補強における制約条件として、①隣接橋の基礎形状が不明のため、直角方向へのフーチング張出し（増杭）は行わない（既設フーチング内の増杭、橋軸方向での増杭）、②増杭は、小口径かつ、小スペースでの施工が可能であるマイクロパイル工法を基本とする、③増杭最大本数は、フーチング内に増杭する場合は3本（両側で6本）、橋軸方向にフーチングを拡幅して増杭する場合は5本（両側で10本）と設定した。（図-2）

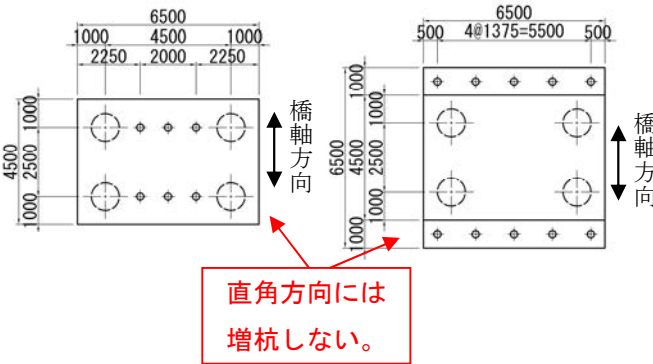


図-2 増杭における制約条件

3. 上部工の連続化による補強計画

本橋の基礎補強は、常時、レベル 1 地震時に対する補強が必要となるが、上述した通り、限られたスペースでの施工となるため、補強量（増杭本数）が制限される。このような状況下での基礎補強対策として、基礎に大きな影響を与える常時水平力（クリープ乾燥収縮、温度変化による水平力）の低減と、P2 橋脚における補強量の縮小（制約本数以下での補強）に着目し、橋梁全体での構造で対応する計画とした。

- ①常時水平力の軽減：上部工水平力に対する拘束効果の高いメナーゼヒンジ構造から、水平力の減衰が期待できるゴム支承への変更
 - ②P2 橋脚における補強量の低減：レベル 1 地震時における地震力の分散を図る目的で、当初計画である 3+1+3 径間から 7 径間連続化への変更
- なお、ゴム支承はレベル 2 地震の減衰を図るため、免震支承を採用した。これにより、基礎の補強量は大幅に低減され、特に P2 橋脚においては、20 本→6 本となり、制約本数以内での補強量に収めることができた。

表-2 全免震構造とした場合の基礎補強結果

	P1	P2	P3
柱補強	シート巻立て	シート巻立て	シート巻立て
基礎補強（増杭）	不要	要 6本	要 6本
フーチング補強	不要	不要	不要

	P4	P5	P6
柱補強	シート巻立て	シート巻立て	シート巻立て
基礎補強（増杭）	要 2本	要 4本	要 4本
フーチング補強	不要	不要	不要

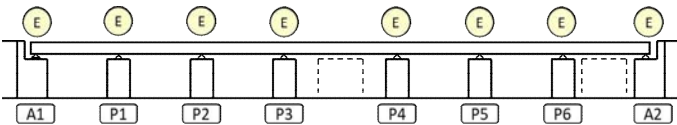


図-3 変更後の橋梁構造

4. まとめ

ゴム支承を用いた 7 径間連続構造とすることで、基礎補強に必要な増杭本数の大幅な軽減が図れた。（当初計画では、全増杭本数 68 本であったのに対し、7 径間連続構造では、全増杭本数 22 本となった。）その要因として、以下の理由が挙げられる。

- ・常時水平力（クリープ乾燥収縮、温度変化による水平力）は、当初計画に比べ、80～90%の低減が図れた。（表-3）
- ・7 径間連続化構造とすることで、P2 橋脚が負担していた地震力の分散が図れ、増杭本数が大幅に縮小できた。

表-3 常時水平力の比較

		P1	P2	P3
乾燥収縮（クリープ）	当初計画（3+1+3径間）	-520	-520	0
	7径間連続化	-109	-75	-47
	当初計画に対する比率	0.21	0.14	-
温度変化	当初計画（3+1+3径間）	520	520	0
	7径間連続化	48	30	12
	当初計画に対する比率	0.09	0.06	-

		P4	P5	P6
乾燥収縮（クリープ）	当初計画（3+1+3径間）	0	650	650
	7径間連続化	22	68	117
	当初計画に対する比率	-	0.10	0.18
温度変化	当初計画（3+1+3径間）	0	650	650
	7径間連続化	12	30	48
	当初計画に対する比率	-	0.05	0.07

今回の設計を通じて、設計時の適用基準の違いによっては、常時、レベル 1 地震時状態における基礎の安全性が担保されないことが分かった。

今回のような特殊な状況下（上部工新設、下部工補強）での設計事例が、効率的・効果的な補強事業の一助となれば幸いである。