

杭基礎一体型鋼管集成橋脚の更なる実橋適用に向けて～地盤の不確実性に対する検討～

一般財団法人阪神高速先進技術研究所 正会員 ○服部 匡洋
 阪神高速道路株式会社 正会員 曾我 恭匡 正会員 岡上 政史
 大日本コンサルタント株式会社 正会員 佐々木達生 正会員 鬼木 浩二

1. はじめに 鋼管集成橋脚¹⁾は阪神高速道路海老江ジャンクションや西船場ジャンクション(写真-1)²⁾で採用されており、今後更なる適用が見込まれる。中でも、杭基礎一体型鋼管集成橋脚¹⁾はフーチングを省略することで橋脚及び基礎がしなやかに変形し、橋脚基部のひずみを抑えることができる合理的な構造であるものの、フーチングレス構造であるため、一般的なRC橋脚や鋼製橋脚に比べ、地盤の不確実さの影響が直接的に橋脚部に影響することが懸念されている。また、基礎を離散化する従来形式と異なり、杭基礎を含む橋全体を一体モデルとする設計体系について、確保すべき安全余裕が十分であることを検証する必要がある。このため、RC橋脚、鋼製橋脚、杭基礎一体型鋼管集成橋脚のそれぞれの橋脚形式に対し、地盤の特性値をばらつかせた動的解析を行い、比較分析を行った。

2. 解析条件・解析ケース 橋脚形式は、図-1、図-2に示す3形式である。このとき、支承形式は表-1に示すとおりである。地盤のばらつきは、ボーリング調査の実態を踏まえ、表-2のとおり、基礎ばねに乗じる係数を0.5, 0.75, 1.0, 1.5, 2.0倍の5ケースとした。

また、図-3に示すように従来形式(RC橋脚、鋼製橋脚)と杭基礎一体型鋼管集成橋脚の比較を行うにあたり、①橋脚形式の違いと②設計



写真-1 鋼管集成橋脚 (西船場 JCT)

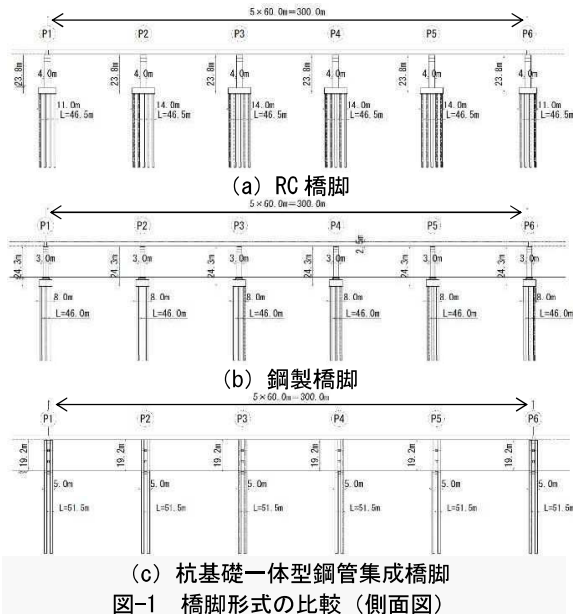


表-2 地盤の特性値のばらつきケース

検討ケース	基礎ばねに乗じる係数					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
①	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
②	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
③	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
④	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
⑤	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0

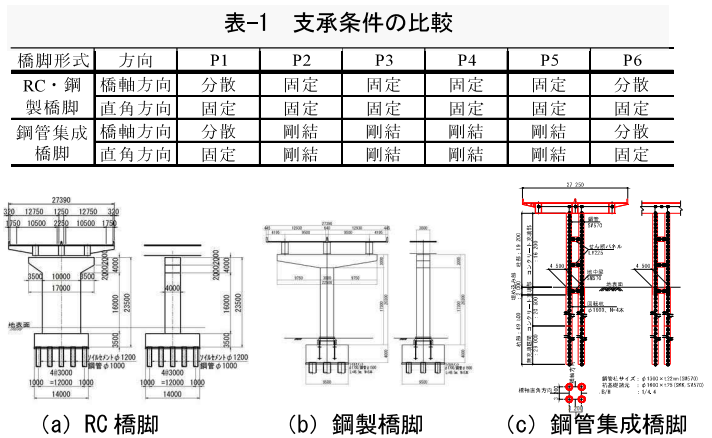


図-2 橋脚形式の比較 (正面図及び側面図)

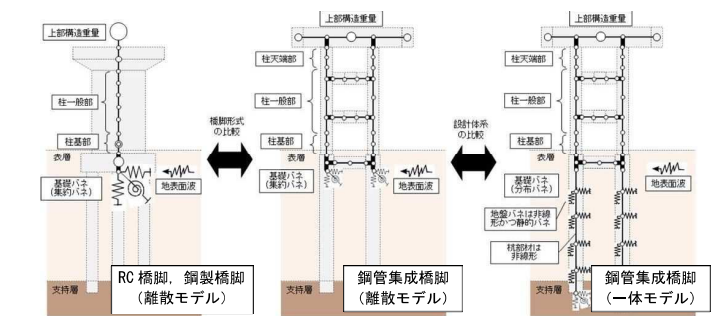


図-3 解析ケースの位置づけ

キーワード 鋼管集成橋脚, フーチングレス, 杭基礎, 地盤の不確実性
 連絡先 〒541-0054 大阪市中央区南本町 4-5-7 TEL 06-6244-6039

体系の違いがあるため、それぞれの影響度を切り分けるために杭基礎一体型鋼管集成橋脚に対しても、杭天端に基礎ばねを設ける分散モデルとした動的解析を実施した。

3. 解析結果と考察 (1) 合成ばねの比較：図-4 に示すように、鋼管集成橋脚を基準として、各橋脚位置および橋脚形式における下部構造と基礎構造の合成ばねの差異を倍率で表したものを図-5 に示す。ここで、合成ばね K は $P-\delta$ の解析結果から初期剛性（零点と初降伏点を結ぶ剛性）として抽出したものである。元々剛性の大きい RC 橋脚において地盤がばらつくことで、橋脚と基礎の合成ばねの変化率が大きくなる傾向にあることを確認した。

(2) 固有周期の比較：図-6 に固有周期の比較を示す。RC 橋脚は、鋼製橋脚及び鋼管集成橋脚に比べて、橋軸方向、直角方向ともに固有周期の変動率が大きい傾向にあった。

(3) 橋脚天端変位の比較：図-7 に橋脚天端変位の変動率の比較を示す。橋脚天端変位の変動率は、地盤ばらつきによる合成ばねの変動率が大きい RC 橋脚が最も大きく、杭基礎一体型鋼管集成橋脚が最も小さくなった。

(4) 橋脚基部塑性率の比較：図-8 に橋脚基部の塑性率の変動率の比較を示す。橋脚形式では、RC 橋脚では地盤が硬くなるケースで影響が大きい傾向にある一方、鋼管集成橋脚では地盤が柔らかくなるケースで影響が大きい傾向にあることが確認された。

4. まとめ 本検討で得られた知見は以下のとおり。
 ・基礎モデルを集約ばねとした同一の設計体系における橋脚形式の比較において、杭基礎一体型鋼管集成橋脚の地盤ばらつきの影響度は従来の橋脚形式と同程度であった。
 ・鋼管集成橋脚の杭基礎を一体型としてモデル化した場合、集約ばねとした場合に比べて、橋脚柱基部の応答塑性率を小さく評価する傾向があり、地盤ばらつきの感度も大きい。これは、一体モデルの場合、基礎変位を大きく評価する一方、橋脚変位を小さく評価することが要因と考えられる。

分散モデル及び一体モデルの違いにより地盤ばらつきの感度が異なることを踏まえ、地盤の不確かさに対する安全余裕を杭、柱ともに見込んだ一体モデルの設計法の確立が今後の課題である。

参考文献 1) 阪神高速道路(株)：鋼管集成橋脚の設計製作架設手引き，2020。 2) 阪神高速技術のチカラ：
<https://www.hanshin-exp.co.jp/company/skill/great/case12/page05.html>

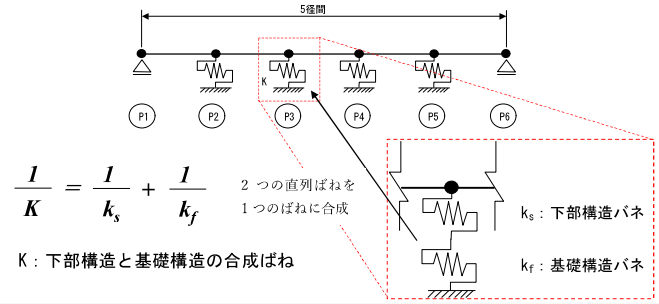


図-4 合成ばねの算出イメージ

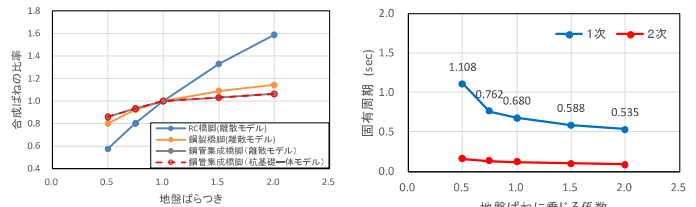


図-5 合成ばねの変化率 (直角)

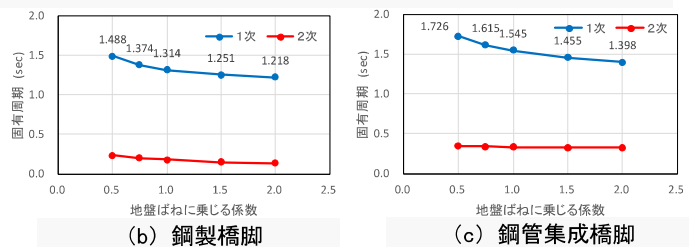


図-6 固有周期の比較 (直角)

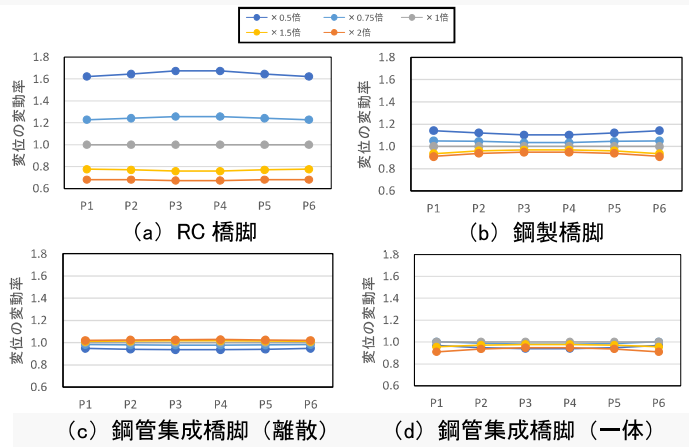


図-7 橋脚天端変位の変動率の比較 (直角)

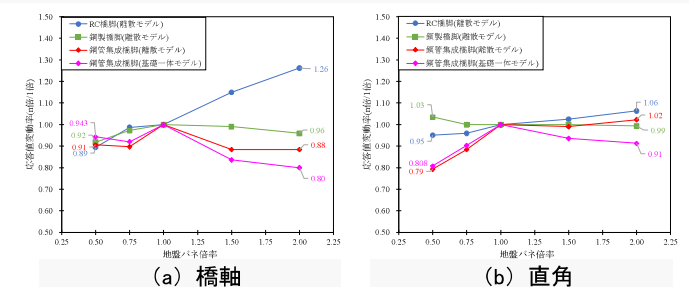


図-8 橋脚基部塑性率の変動率の比較 (P1：端橋脚)