

地中梁水平地盤抵抗評価および鋼矢板による補強効果に関する試設計

ジェイアール西日本コンサルタンツ(株) 正 ○鶴井寿博* 近藤政弘*

西日本旅客鉄道(株) 正 西口健太郎**

鉄道総合技術研究所 正 神田政幸***

1. はじめに

近年、都市部の鉄道工事においては既設高架橋を改良する事例が増加している。例えば、図1に示すように単線の既設ラーメン高架橋を拡幅して複線化を図る事例等がある。このような場合、既設側の耐震性が課題となることが多く、中でも基礎の評価はまだ未解明な点も多い。筆者らは、合理的な評価方法として地中梁水平地盤抵抗を考慮する方法を提案している¹⁾。今回、実高架橋を事例にこれらの効果について試算を行ったので報告する。

2. 検討対象

(1)検討ケース：図1に示す構造物を試設計対象とした。1径間のラーメン高架橋（1柱1杭式）であり、線路方向スパンは10m、杭はΦ1.5m、杭長9mの場所打ち杭である。地盤は砂質土で地表～杭頭までN=10、杭頭～杭先端はN=20、支持層はN=50とした。表1に検討ケースを示す。地中梁水平地盤抵抗を考慮した場合（CASE2）、鋼矢板補強を行った場合（CASE3）を従来(CASE1)と比較した。なお、鋼矢板補強はⅢ型、長さ3mの鋼矢板により地中梁周囲を囲むものとし、鋼矢板と地中梁の間は間詰コンクリートを施した。

(2)検討モデル図：地中梁水平地盤抵抗を評価するモデルを図2に示す。本モデルは地中梁が奥行き方向に存在する3次元効果を擬似的に2次元骨組み解析上で表現したものである。一方、鋼矢板の補強モデルを図3に示す。もともと本モデルは、直接基礎を鋼矢板で併合したシートパイル基礎²⁾として鉄道総研等が開発したモデルであり、今回杭基礎を取り囲んだものとしての適用は検討の余

地があるが、水平抵抗分のみは同様としてモデル（抵抗要素や鋼矢板地盤ばね設定等）を適用した。なお、地中梁前面の水平地盤ばねのもととなる水平地盤反力係数は鉄道耐震標準³⁾によった。

3. 検討結果

(1)荷重～変位曲線：各CASEの荷重～変位曲線を図4に示す。基礎の損傷過程については、CASE1,2とも同様で、①杭部材（引抜き側）が曲げ降伏耐力に達した後、②引抜き力が抵抗力の上限值に達し、③その後に押込み力が最大鉛直支持力に達して急激に変形量が増大する様相を示している。鋼矢板補強のCASE3もほ

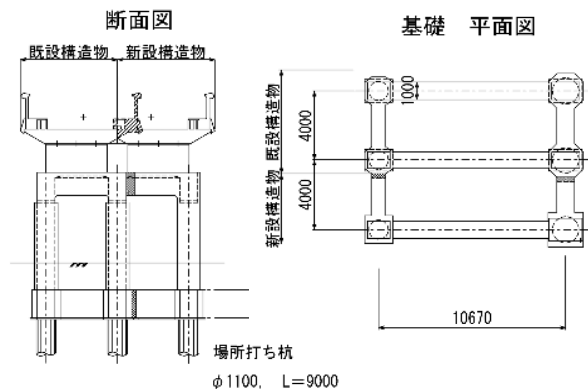


図1. 構造物一般図（試設計対象）

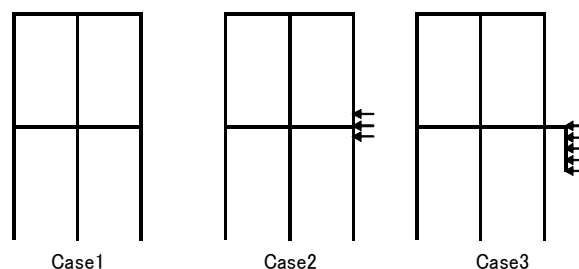


表1. 検討ケース

Case1	通常
Case2	地中梁水平地盤抵抗を評価
Case3	鋼矢板による補強

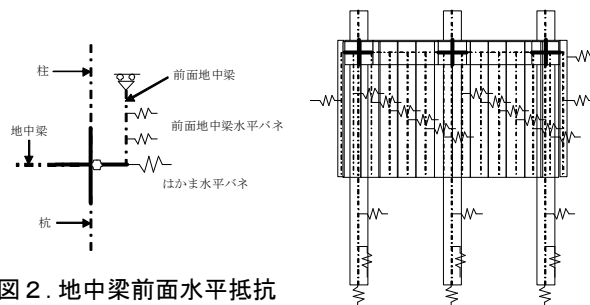


図3. 鋼矢板補強

キーワード 基礎の耐震、杭基礎、地中梁、鋼矢板補強

連絡先 * 〒532-0011 大阪市淀川区西中島 5-4-20 (中央ビル 9F) kondou.masa@jrnc.co.jp

** 〒531-0071 大阪市北区中津 1-11-1 中津センタービル 4F J R 西日本 大阪工事事務所

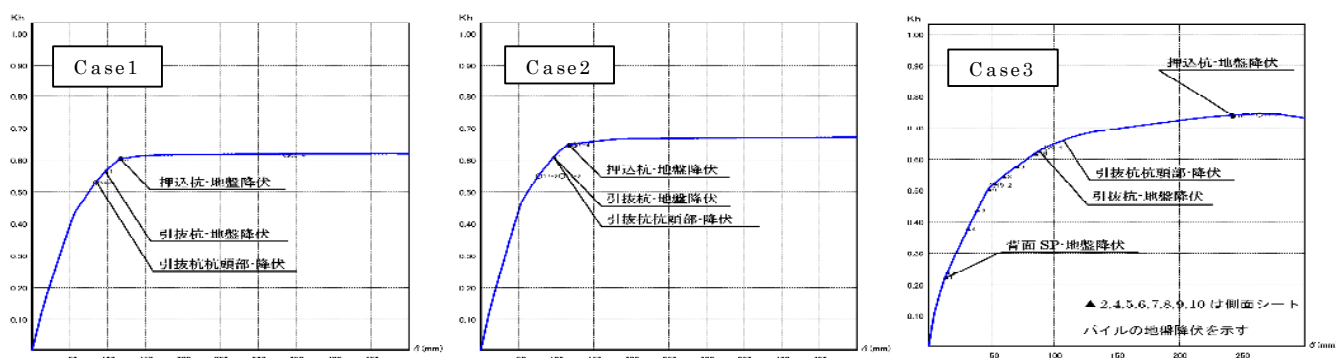


図4. 荷重（水平震度）～変位曲線

ば同様だが、引抜き力上限と部材損傷が逆転している。それぞれの損傷に対応する水平震度は、CASE1 から3になるほど大きくなっており、例えば杭（引抜き側）の曲げ降伏耐力に達する震度は、 $K_h=0.53$ (CASE1)、 0.61 (CASE2)、 0.67 (CASE3) となる。また、構造物の変形量については、CASE1 から3になるほど小さくなっており、例えば $K_h=0.4$ 時の柱上部における変形量は、約 50mm (CASE1)、約 45mm (CASE2)、約 30mm (CASE3) となる。

(2)発生断面力：各杭位置での断面力（発生曲げモーメントおよび発生せん断力）について、 $K_h=0.2, 0.4, 0.6$ 時の値を表2に示す。杭の荷重分担として、発生曲げモーメントは前杭→中間杭→後杭の順に負担が少なくなっている。一方、発生せん断力については、死荷重時の分担が大きい中間杭が前杭・後杭と比較して大きな値を示している。

(3)地中梁抵抗および鋼矢板補強の効果：CASE2, 3 ではCASE1 と比較して杭発生断面力は減少している。その減少量が各々の効果と考え、各震度における3列分の杭荷重分担率（CASE1 に対する断面力の割合）を求めた（図5）。せん断力の低減は、杭頭部における地中梁や鋼矢板による増分水平抵抗力そのものの割合と考えられる。水平震度 0.4 付近までは杭の荷重分担率は一定だが、それ以上の震度になると杭の荷重分担率は大きくなっている。地中梁地盤抵抗等は地表部付近の水平抵抗力であり、杭全体の抵抗力と比較して早く降伏状態になるためと考えられる。曲げモーメントの杭分担率についてはCASE2 と3 で異なる傾向となった。これは鋼矢板補強の場合、初期に基礎全体の回転が大きく押さえられる効果が大きいのに対し、地中梁はある程度の変形量が生じて回転を押さえる効果がでるためと思われる。

4. おわりに

鉄道ラーメン高架橋を対象に、地中梁水平地盤抵抗を考慮した場合の試算および鋼矢板補強の効果について試算を行った。なお、試設計にあたっては、元鉄道総研（現 中央復建コンサルタンツ）今村年成氏にご協力頂いた。誌上を借りてお礼申し上げます。

- <参考文献> 1) 近藤他, 1 柱 1 杭基礎における地中梁水平地盤抵抗の骨組み解析評価モデル, 第 43 回地盤工学研究発表会, 平成 20 年 7 月
2) 鉄道総研、大林組, 鉄道構造物に適用するシートパイル基礎の設計・施工マニュアル, 平成 18 年 3 月
3) 鉄道構造物等設計標準・同解説 耐震設計, 鉄道総合技術研究所, 平成 11 年 10 月

表2. 発生断面力

Case1				
K_h	杭部材	Pile1	Pile2	Pile3
0.2	曲げモーメント	328.3 kN・m	484.4 kN・m	624.6 kN・m
	せん断力	313.0 kN	464.9 kN	385.2 kN
0.4	曲げモーメント	477.0 kN・m	741.4 kN・m	968.9 kN・m
	せん断力	640.8 kN	900.6 kN	734.7 kN
0.6	曲げモーメント	660.4 kN・m	1149.5 kN・m	1353.2 kN・m
	せん断力	867.0 kN	1310.6 kN	1240.6 kN

Case2				
K_h	杭部材	Pile1	Pile2	Pile3
0.2	曲げモーメント	305.3 kN・m	466.1 kN・m	546.2 kN・m
	せん断力	188.4 kN	283.6 kN	217.0 kN
0.4	曲げモーメント	359.5 kN・m	633.1 kN・m	887.0 kN・m
	せん断力	390.1 kN	573.5 kN	355.5 kN
0.6	曲げモーメント	604.3 kN・m	906.5 kN・m	1095.2 kN・m
	せん断力	616.5 kN	905.9 kN	613.6 kN

Case3				
K_h	杭部材	Pile1	Pile2	Pile3
0.2	曲げモーメント	222.0 kN・m	232.2 kN・m	254.0 kN・m
	せん断力	56.0 kN	74.2 kN	64.4 kN
0.4	曲げモーメント	220.6 kN・m	473.1 kN・m	699.8 kN・m
	せん断力	84.4 kN	167.7 kN	168.3 kN
0.6	曲げモーメント	410.1 kN・m	685.5 kN・m	1034.2 kN・m
	せん断力	173.4 kN	452.7 kN	263.8 kN

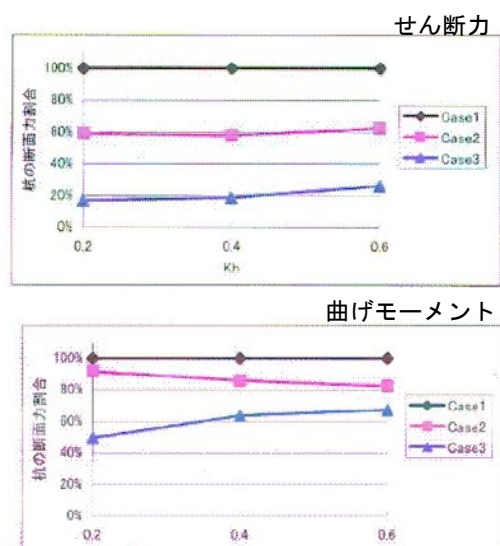


図5. 杭の荷重分担率（3列合計）