

立体骨組解析に基づく鋼管矢板基礎の限界状態の検討

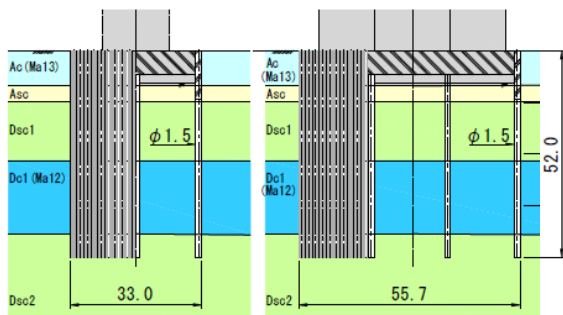
阪神高速道路(株) 正会員 ○ 谷口 惺, 正会員 小坂 崇, 正会員 篠原 聖二
非会員 勝山 賢一, 正会員 西原 知彦, 正会員 服部 駿佑
(一財) 阪神高速先進技術研究所 正会員 服部 匡洋

1. はじめに

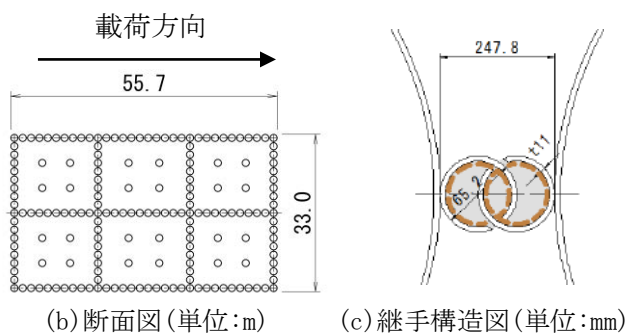
鋼管矢板基礎の設計において要求性能を限界状態 2 に設定する場合, 継手のせん断ずれを考慮した仮想井筒ばりによる解析法 (以下, 仮想井筒ばりによる解析法) により, 基礎の塑性率と基礎天端の回転角を目安に照査を行う方法が道路橋示方書・同解説IV下部構造編 (以下, 道示)¹⁾に示されている. しかしながら, これらの工学的指標は基礎全体の変形特性を表すものであり, この手法で基礎の各部材の損傷個所等の状況を評価するのは難しく, 鋼管や継手等, 部材によっては大きな応答が発生している可能性がある. そこで, 本検討では立体骨組解析により鋼管や継手等の各部材の応答値を算出し, 限界状態 2 に達するまでの基礎の損傷過程を評価した.

2. 対象基礎

本検討では, 仮想井筒ばりによる解析法を用いて一定の条件で設計した鋼管矢板基礎を対象とする. 概要図を図-1, 使用材料を表-1, 地盤条件を表-2に示す. なお, 継手には縞鋼管高耐力継手を適用した.



(a) 側面図 (単位:m)



(b) 断面図 (単位:m)

(c) 継手構造図 (単位:mm)

図-1 概要図

表-1 使用材料

	外周鋼管	隔壁鋼管	中間杭
鋼管径 Φ (m)	1.5	1.5	1.5
本数 (本)	98	62	24
材質	SKY490	SKY400	SKK400
板厚 t (mm)	17	17	15

表-2 地盤条件

地層	N値 (回)	単位体積重量 γ (kN/m ³)	粘着力 c (kN/m ²)	せん断抵抗角 ϕ (度)	変形係数 (kN/m ²)			
Ac	粘性土	0	14	9	2600			
				16	6800			
				22	10600			
Asc	砂質土	20	19	-	9200			
				31	39800			
Dsc1	粘性土	31	17	-	41200			
				245	41200			
	砂質土			-	39800			
				245	41200			
Dc1	砂質土	9	16	-	141600			
				195	141600			
	粘性土			-	67200			
				144	67200			
	Dsc2			粘性土	24	18	-	122000
							230	122000
砂質土		-	134400					
		30	134400					
粘性土	16	18	230	-	122000			
				230	122000			
砂質土	48	19	-	-	134400			
				34	134400			

3. 限界状態 2 に達するまでの損傷状況

鋼管, 継手, 地盤の各部を個々にモデル化する立体骨組解析を適用し, 基礎天端に鉛直力・水平力・曲げモーメントを作用させた. 鋼管は材料非線形性を考慮できるファイバーモデル, 継手は鉛直せん断方向, 水平せん断方向, 圧縮・引張方向の 4 方向に対して, 実験結果に基づき設定された表-3 の剛性および耐力をもつ完

キーワード 鋼管矢板基礎, 立体骨組解析, 限界状態, 継手, 鉛直せん断ずれ

連絡先 〒650-0023 神戸市中央区栄町通 1-2-10 阪神高速道路(株) TEL078-335-5944

全弾塑性型のバイリニアモデルとしてモデル化した²⁾。限界状態2は道示に目安として示されている塑性率4と定義し、応答が限界状態2に達する時点、すなわち塑性率が4に達するまでの各部の損傷発生状況を基礎の荷重-変位曲線に示した結果を図-2に示す。荷重倍率はレベル2地震動に対する基礎天端位置の作用力を1.00とした。塑性率については、ワイブル分布による方法³⁾で設定した結果、降伏変位が42mmとなるため、基礎天端の変位が168.0mmのとき、塑性率4となる。損傷発生順序については、はじめに、荷重倍率0.72で鋼管矢板先端の浮き上がり、荷重倍率1.08で側面側継手の鉛直せん断降伏、荷重倍率1.18で押し込み側鋼管部材の降伏が発生する。その後、荷重倍率1.23で基礎が降伏し、基礎の降伏後、荷重倍率1.79で側面側継手のせん断ずれ量が10mmに達し、荷重倍率1.90で引抜き側鋼管部材の降伏が発生する。なお、この継手のせん断ずれ量10mmは、載荷試験結果⁴⁾において、せん断耐力が低下しはじめる変位量(特性値)に相当する。図-3に基礎が塑性率4.0に達した時点での鋼管および継手管の損傷状態を示す。継手のせん断変位が10mmを超える範囲は、鋼管の変形が大きくなる杭頭部付近で確認された。継手の鉛直せん断変位が10mmを超えるとせん断耐力が低下しており、この時の基礎全体が道示に規定される限界状態2「基礎に生じる損傷が橋としての機能の回復が容易に行い得る程度に留まる」か検討する必要がある。

4. まとめ

仮想井筒ばりによる解析により設計した鋼管矢板基礎を対象に立体骨組解析を行い、損傷発生順序及び限界状態2の目安である塑性率4における各部の損傷状態を評価した。その結果、塑性率4に到達する前に、杭頭部の継手管の鉛直せん断方向のずれ量はせん断耐力が低下する領域に入っていた。せん断耐力が低下する領域の継手の鉛直せん断方向のモデル化は今後の課題であるが、継手の損傷状態を踏まえて基礎の限界状態を評価するためには立体骨組み解析が有効であると考えられる。

参考文献

- 1) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説IV下部構造編，2017.11.
- 2) 服部ら：縞鋼管高耐力継手の水平せん断及び圧縮・引張試験と鋼管矢板基礎設計への適用，第23回橋梁等の耐震設計シンポジウム講演論文集，2021.11.
- 3) 柱状体基礎の設計計算モデルおよび安定照査方法に関する研究：国立研究開発法人土木研究所，2018.4.
- 4) 鋼管杭協会道路・橋梁委員会：縞鋼管継手を用いた鋼管矢板基礎，テクニカルノート，2006.3.

表-3 継手のモデル化

	剛性 MN/m ²	耐力 kN/m
鉛直方向せん断バネ	630	1,150
引張方向バネ	14	130
圧縮方向バネ	4,500	4,200
水平方向せん断バネ	150	550

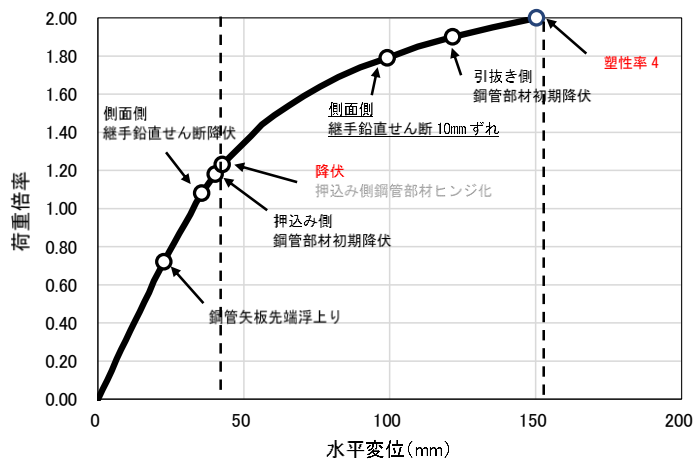


図-2 荷重-変位曲線と損傷発生状況

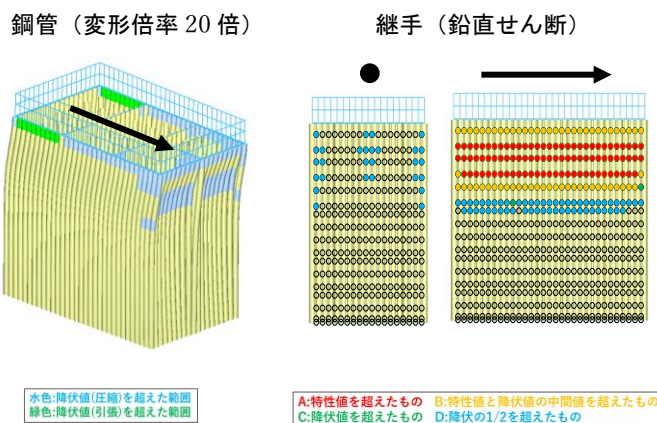


図-3 各部材の損傷状態(塑性率4.0の状態)