

III-62

軟弱地盤中に打設されたカルバート基礎鋼管杭の挙動

日本道路公団 正員 太田正和○津田輝一 後藤英一
 側竹中土木 正員 坂口修司 青木一雄

1 まえがき

高速道路の建設においては、軟弱地盤上の高盛土がしばしば施工されている。このような高盛土内にボックスカルバートなどの構造物が設計されている場合、基礎については軟弱地盤の改良を行うことが一般的である。北海道・道央自動車道三笠工事では、ボックスカルバート基礎について施工時期等の制約から、このような地盤改良工法ではなく基礎鋼管杭を採用した。

軟弱地盤中の基礎杭の挙動観測例として、橋台基礎の例が多く報告されているが、大型ボックスカルバート基礎杭の観測例は比較的少ない。ここでは、傾斜基盤上に堆積した軟弱地盤中に打設された大型ボックスカルバート基礎鋼管杭の、挙動観測結果と解析例について報告する。

2 工事概要と問題点

計画された高速道路は、厚さ11m前後の沖積層が堆積する岩見沢市の幾春別川の後背湿地を横切り、新第三紀層の丘陵地を通過する。ボックスカルバートの施工場所は、この沖積低地の端に位置している（図-1）。軟弱層の土性を表-1に示す。本工事は、この沖積低地上に約15mの道路盛土を行うもので、ボックスカルバート、および、鋼管杭の諸元は図-1に示した。

上述のように、未圧密・未改良地盤中に鋼管杭を打設する為、盛土の施工に伴うボックスカルバート下部軟弱層の沈下や側方流動、および、基盤層の傾斜による軟弱層の斜め下方への移動が予測され、設計時に考慮していない鋼管杭の曲げモーメントの発生が懸念された。

3 計測の概要

計測項目は、鋼管杭の歪と地表面沈下で、計測箇所は図-2に示す通りである。鋼管杭の歪測定は、道路中央部に位置する5本の杭で実施し、歪の測定方向はボックスカルバート延長方向に直角な方向のみとした。計測は、ボックスカルバート躯体完成後に開始し、盛土施工期間中続けた。なお、冬期は盛土施工を中断している。また、本報告に示した計測結果は全て、計測開始時からの増加量で表した。

4 解析の概要

盛土に伴う杭の挙動を予測する為に、ビオの圧密理論に基づいたFEM解析を行った。解析モデルは図-3の通りで、杭材は梁要素とした。解析に用いた土質定数は表-2に示したが、表中の解析①は土質試験結果から得たもので

あり、解析②は300日目までの沈下計測結果から逆解析したものである。ただし、解析②では軟弱層中にさらに二つの排水層を仮定した。以下解析結果は全て解析②によるものである。

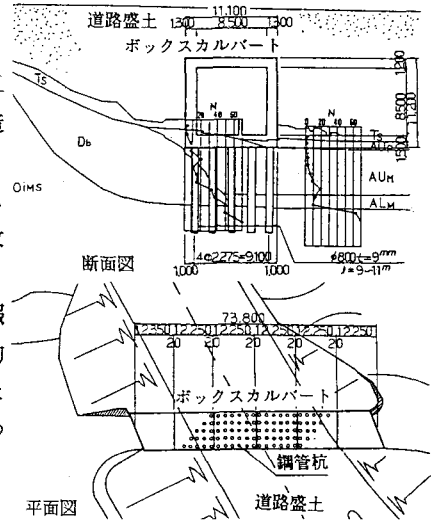


図-1 一般図

表-1 軟弱層の土性

標準層柱 尺厚 m m	土質 地質	含水比 Wn (%)	単位体積 重量 γ_t (t/m ³)	一軸圧縮 強度 q_u (kg/cm ²)
1, 2, 3, 2	泥炭	100	500	1.0~1.5
4, 5, 3, 6, 7, 4	上部 粘性土	30	60	1.7~1.9
8, 6, 3, 10, 11, 4	下部 粘性土	30	40	1.9
	風化 泥岩			0.45~0.7

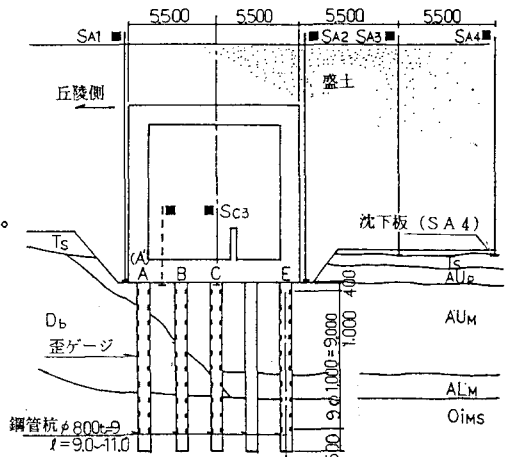


図-2 計測位置

5 計測および解析結果

盛土高さと地表面沈下の経時変化を図-4に示した。解析値は逆解析で土質定数を修正した結果であり、それ以後の観測値と良く一致している。

ボックスカルバート中央の杭(図-2のC杭)の杭頭の水平変位の経時変化を図-5に示した。盛土を実施していない冬期に、変位が戻る傾向が見られる。図-6は、A、C、Eの杭の変形状態である。この図から、E杭が軟弱層の側方流動によって押され、ボックスカルバートが丘陵側へ移動して、他の杭も変位した様子がうかがえる。図-7は杭に発生した曲げモーメントである。E杭で中央部に、また、C杭では杭頭付近に大きなモーメントが発生している。

杭を打設した地盤が崖堆層に近く地層がやや複雑に変化していることもあって、測定値にばらつきがみられるが、図-8に杭の軸力分布を示した。A、C杭は杭頭でボックスカルバート直上の盛土荷重に相当する軸力を示しているが、E杭ではこの2倍にも及んでいる。これは、圧密沈下に伴って周辺の盛土荷重がボックスカルバートにかかっているものと考えられる。また、C、E杭にはネガティブフリクションの傾向が見られ、ボックスカルバート下の軟弱層も周辺の圧密沈下によって引きずり込まれているようである。

6 あとがき

鋼管杭の歪計測によって、曲げモーメントの発生が確認された。しかし、ボックスカルバート側壁と盛土の摩擦による周辺盛土荷重の低減量や、軟弱層の側方流動圧、および、この圧力による杭間土塊の抜け出しやアーチングによる杭の土圧分担比率など、杭に働く土圧を算定する上での不確定要素が、曲げモーメントを定量的に精度良く予測する事を困難にしている。支持杭の設計においては、これらの現象は重要な検討項目であり、今後このような不確定要素を解明し、設計に取り入れて行く必要がある。

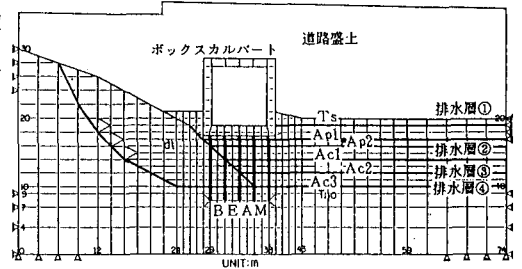


図-3 解析モデル

表-2 解析用土質定数

特性	含水比	初期	単位体積	圧密	透水係数	弾性係数
層名	(%)	間隔比	重量 γ_t	圧力 (tf/m^2)	(m/sec)	(tf/m^2)
A p1	426	13.8	1.02	10.6	1.37×10^{-4}	28
A p2	129	4.37	1.35	10.8	5.18×10^{-5}	46
A c1	41	1.20	1.85	11.9	8.93×10^{-5}	120
A c2	39	1.04	1.90	13.6	2.88×10^{-5}	181
A c3	32	0.93	1.96	15.5	3.89×10^{-5}	275
摘要					排水層排水層 1.4 123.4	442

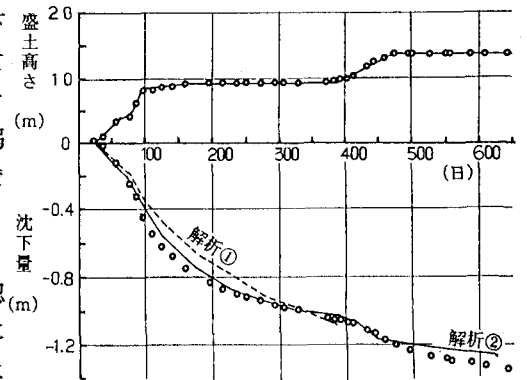


図-4 荷重沈下曲線 (SA4)

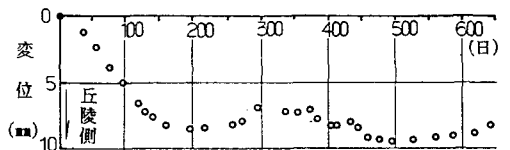


図-5 杭頭変位の経時変化 (C杭)

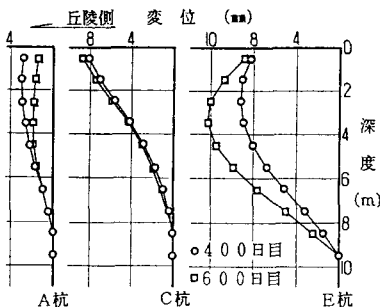


図-6 杭の変形状態

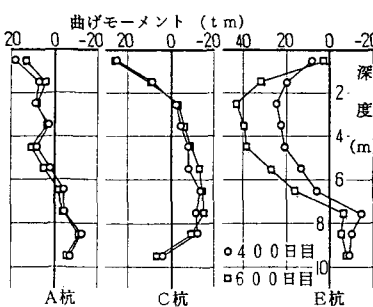


図-7 杭の曲げモーメント図

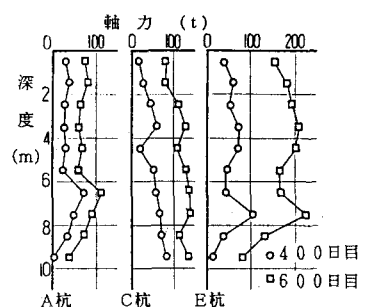


図-8 杭の軸力図