

VI-10

仙石線地下化工事における仙台駅アンダーピニングの施工と計測

東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 ○正会員 縄田 晃樹
 東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 村井 剛之
 東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 坂本金一郎
 東日本旅客鉄道㈱ 東北工事事務所 佐藤 光昭

1. はじめに

現在、JR東日本の設計施工監督で行っている仙石線地下化工事のうち、東北新幹線仙台駅高架橋直下を掘削する部分については、高架橋を受替用基礎杭で受替えて地下鉄函体を構築するアンダーピニング工法で施工されている。

本工事は、新幹線の安全走行を確保しながらの施工となるため事前に影響解析を実施し、さらに、高架橋、受替杭、周辺地盤の挙動を計測し安全を確かめながら進めている。今回は、本工事の概要、影響解析、計測内容およびその結果の一部について報告する。

2. 施工概要

仙台駅は多層多径間ラーメン構造の高架橋であり、基礎は地中梁を有する直接基礎となっている（図1参照）。なお、支持地盤は一軸圧縮強度が50kgf/cm²程度の凝灰質泥岩である。また、新設する地下鉄函体は、19通りと20通りの間を通過し、高架橋受替基礎杭は図2に示すような位置に8本施工する。西口方

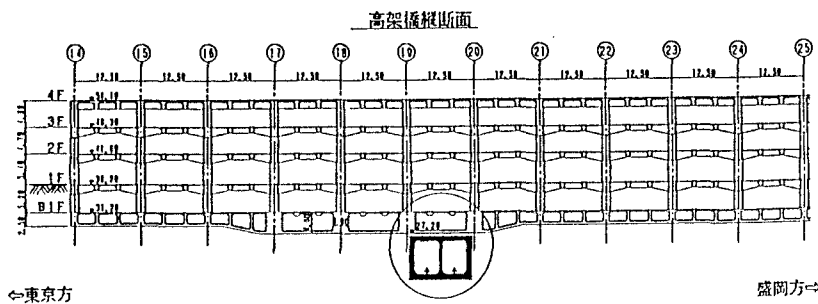
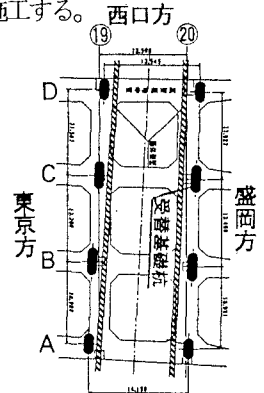


図1 仙台駅高架橋断面図

図2 高架橋受替基礎杭配置図
概略施工順序

施工法は、図3に示すように2つの導坑内に造成した受替杭とジャッキを介して高架橋を受替え、この間を掘削して函体を構築するものである。なお、設計上の主な特徴は以下のとおりである。

①既設高架橋基礎は導坑掘削が可能のように、新幹線高架橋建設時に3スパン間の断面を大きくして補強を行っている（図1参照）。

②高架橋がラーメン構造でしかも基礎が地中梁を有する直接基礎として軟岩地盤中に岩着されていること、また、受替杭も同じ軟岩地盤に岩着させることから、地震時に受替杭は高架橋基礎と一体となって挙動する考え、受替杭に高架橋荷重を仮受時だけでなく永久的に支持させることとした。これにより、地下鉄函体

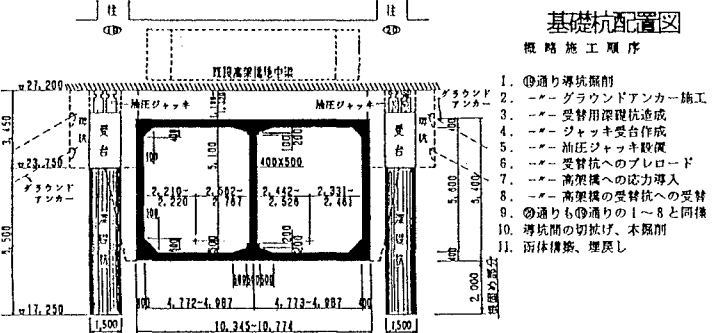


図3 施工概念図

- ①導坑掘削
- ②グラウンドアンカー施工
- ③受替用導坑造成
- ④ジャッキ受台作成
- ⑤油圧ジャッキ設置
- ⑥受替杭へのプレロード
- ⑦高架橋への応力導入
- ⑧高架橋の受替杭への受替
- ⑨導坑掘削の1～8と同様
- ⑩導坑間の切戻し、本掘削
- ⑪函体構築、埋戻し

は高架橋荷重を作用させない設計が可能となり、上床板厚は40cmと薄いものにできた。

③既設高架橋への影響を最小限に抑えるため、導坑断面は受替杭を施工できる範囲で極力小さいものとし、受替杭は人力施工可能な深礎杭を採用し、平面形状は2種類の小判形とした。

3. 影響解析

施工に伴う高架橋の影響予測は①施工段階を考慮した解析(ステップ解析)②導坑掘削による周辺地盤のゆるみを考慮③導坑掘削後の高架橋に油圧ジャッキによる応力導入を与えた解析④高架橋を変位量と発生断面力の両方で照査、以上の条件で3次元弾性骨組解析により行った。

なお、施工では各施工段階終了ごとに計測結果を用いたシミュレーション解析(逆解析)を実施し、解析の妥当性と設計の検証を行いながら工事を進めている。

表1 自動計測内容

対 象 物	計測項目	使 用 計 器	計測設置位置	計 測 点 数
駅舎高架橋	隆起、沈下	油圧式沈下計	日1回往	基準1式+18点
	傾斜	固定式傾斜計	日1回往	2箇所×2点
導 坑	グラウンドアンカー軸力	ロードセル	アンカー定着部	2導坑×1箇所×2点
周辺地盤	地中変位	管状固定型沈下傾斜計	導坑下力	2導坑×2箇所×1点
受 替 杭	絶対変位	ロッド式沈下計	深礎杭頭部	2基×1点
	相対変位	変位計	深礎杭頭部	8基×2点
	軸 力	鉄筋計	深礎杭主鉄筋	6基×1段×4点 2基×3段×4点
		土圧計	深礎杭先端部	1基×1点
		339-1有効応力計	深礎杭先端部	1基×2点
		地中変位	多点式変位計	深礎杭下力

4. 計測管理

新幹線の列車運行に支障することなく工事を進めるには、駅舎高架橋の変位、応力状態および周辺地盤等の挙動とその傾向を的確に把握し、アンダーピニング支持部材をも含めて総合的にその安全性を確認しながら施工する必要がある。そのため、高架橋柱相互間の不同沈下量が最も重要な管理項目と考え、解析結果、新幹線走行に対する安全性、建物としての変位の限界値等より、隣接柱間の許容相対鉛直変位量を3mmとして管理している。

計測は表1に示すように、高架橋、受替杭および周辺地盤について自動計測を行い、さらに高架橋の変位についてはマイクロレベルによる計測を行い設定した管理値に基づいて施工管理を行っている。

5. 計測結果

表2に19通り導坑掘削前を基準とした高架橋沈下量の設計値(当初解析値)、20通り導坑掘削後の沈下量を基にした解析値、実際の施工による沈下の計測結果をそれぞれ示す。

この結果より、作業内容と関連した変位は19通りと20通りではほぼ同様の挙動を示していることがわかる。また、当初解析値および20通り導坑掘削後解析値と計測結果を比較すると20通り受替えまでは比較的一致しているが、本掘削による沈下量は解析値と比べて大きくなっている箇所のあることがわかる。今後は、本掘削による沈下データを基に逆解析を実施し設計の検証を行う予定である。

6. おわりに

本工事は新幹線を走行させながらの施工であることから、高架橋の安全性を確認しながら工事を進めている。今後も本掘削後のクリープ等により若干の沈下が予想されるので十分な監視を続けて安全に工事を完了させたいと考えている。

【参考文献】1) 生田、松本、古山、西澤：「新幹線高架橋駅舎におけるアンダーピニングの影響解析と計測」、第4回トンネル工学研究発表会論文 報告集、1994

表2 解析値と計測結果

		(一：沈下、+：隆起量)					
		19通り			20通り		
		設計値	逆解析値	実測値	設計値	逆解析値	実測値
A列	導坑掘削前	-1.159	-0.933	0.00	-0.094	-1.456	0.20
	導坑受替	0.975	0.711	0.67	0.066	0.106	0.17
	導坑掘削後	-0.238	-0.037	-0.33	-1.488	-1.434	-2.14
	導坑受替	0.176	0.112	0.14	1.205	1.783	0.47
	本掘削	-1.786	-1.401	-2.66	-1.594	-1.417	-1.63
B列	導坑掘削前	-1.853	-1.322	-0.74	-0.202	-0.766	-0.79
	導坑受替	1.545	1.248	1.15	0.148	0.091	0.28
	導坑掘削後	-0.449	-0.125	-1.01	-2.381	-1.961	-2.13
	導坑受替	0.306	0.123	0.42	1.899	1.987	1.37
	本掘削	-1.656	-1.632	-2.48	-1.663	-1.833	-1.13
C列	導坑掘削前	-1.912	-1.237	-1.52	-0.221	-0.035	-0.84
	導坑受替	1.559	1.256	1.21	0.171	0.077	0.51
	導坑掘削後	-0.433	-0.142	-1.40	-2.423	-2.555	-2.40
	導坑受替	0.274	0.091	0.48	1.891	1.908	1.74
	本掘削	-1.540	-1.603	-2.22	-1.766	-1.926	-0.76
D列	導坑掘削前	-1.291	-0.772	-1.34	-0.156	-0.039	-0.56
	導坑受替	1.065	0.769	0.72	0.127	0.047	0.40
	導坑掘削後	-0.270	-0.025	0.48	-1.593	-2.164	1.70
	導坑受替	0.117	0.012	0.37	1.197	2.436	1.33
	本掘削	-1.478	-1.112	-2.43	-1.928	-1.692	-1.17