

鉄道架道橋直下を貫くシールドトンネルが地盤内に及ぼす影響について

- 堀川共同溝シールドトンネル -

(株)大林組 (正)角谷 雄大 (正)杉山 和久 (正)松下 修
総合計測(株) (正)山田 浩太郎

1. はじめに

当該工事は、JR京都駅西側に位置する国道1号（堀川通八条油小路交差点～堀川塩小路交差点付近）地下に、延長430mの共同溝を泥土圧シールド工法（仕上り内径 3.050m）にて施工するものである。シールドトンネルは、近鉄線、東海道新幹線及び東海道本線の3つの鉄道直下を通過する。東海道本線横断部の土被りは約6mあり、全線を通じて洪積砂礫地盤（Dg層）が厚く堆積している。本稿では、東海道本線架道橋横断前のトライアル計測をもとに、架道橋横断時の事前解析、マシン通過経時計測及び計測結果からの逆解析という手順で検討を行い、架道橋近接施工時における計測値とFEM解析（事前解析及び逆解析）とを報告するものである。図-1、2に施工位置平面図及び縦断面図を示す。

2. トライアル計測（事前計測）

シールドトンネルによる地盤の影響を検証するため、架道橋横断施工前にトライアル計測を実施し、予測沈下量と実測値との比較を行う事が必要と判断された。トライアル計測では、計測による実測値と、土質条件、東海道本線荷重及び一般道路荷重を考慮した応力開放率を30%での予測解析（2次元FEM弾性解析）結果を比較した。表1に比較結果を示す。その結果より、シールドトンネルが地盤に及ぼす影響は、シールド天端部及び架道橋基礎下端高さそれぞれにおいて、予測解析値を大きく下回ることがわかった。

3. 東海道本線近接施工

トライアル計測をもとに、シールド掘進管理値（切羽土圧、掘進速度及び裏込注入など）を

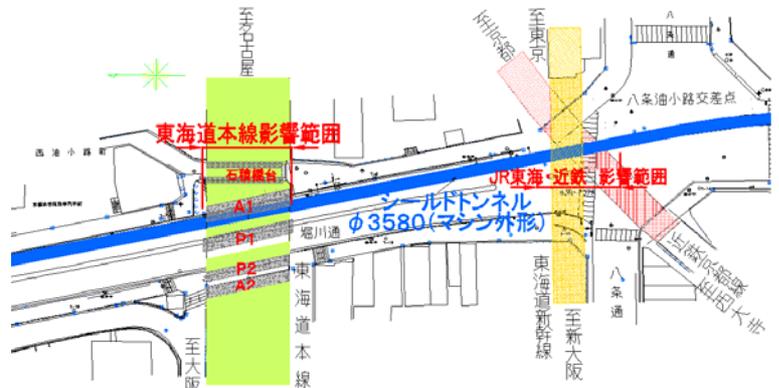


図-1 施工位置平面図

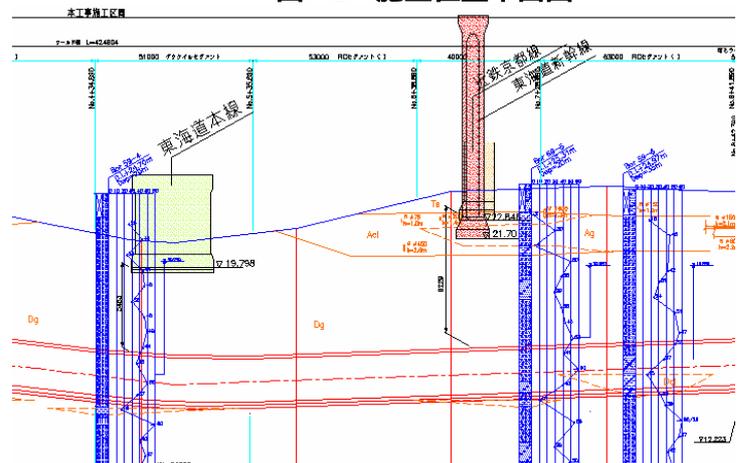


図-2 施工位置縦断面図

表-1 トライアル計測結果

測点名称	シールド天端からの距離(mm)	事前FEM解析予測値(=30%,mm)	テレ通計測完了	備考
シールド天端	1000	-2.066	-0.54	
高架橋基礎高さ	4270	-1.012	-0.19	高架橋基礎位置

表-2 高架橋変状管理値（東海道本線）

掘進管理項目基準値	管理目標値	高架橋横断時(実測値)	備考
掘進速度	65mm	20mm	シャッキ伸び速度82(mm/min)
切羽土圧	静止土圧 + 50kN/m ²	123 kN/m ²	
裏込注入圧	静止土圧 + 50kN/m ²	2.2Mpa	
裏込注入量	砂質土: 130% 粘性土: 110%	136%	

キーワード：シールド工法、鉄道高架橋近接、FEM解析、逆解析

連絡先：大阪府中央区北浜東4-33 TEL.06-6946-4488 FAX.06-6946-2887

表 - 3 掘進管理基準値比較表

		東海道本線
一次管理値	鉛直	1.5mm+x
	傾斜	2.0'y
二次管理値	鉛直	2.3mm+x
	傾斜	3.0'y
管理限界値	鉛直	3.0mm+x
	傾斜	4'y

設定し、東海道本線架道橋を横断した。表 - 2 にトライアル計測にて補正した掘進管理目標値と高架橋横断時での掘進実測値を示す。これまでの既往の報告¹⁾を鑑みて、切羽土圧及び裏込注入圧などの掘進管理項目が地盤変状に大きく影響する要因であることから、特にこれらに留意して施工を行った。また、東海道本線横断面においては、事前予測解析から表 - 3 に示す管理限界値が設定されており、安全性の目的から計測値を常にモニタリングすることで、管理基準値に漸近する兆候をすばやく把握し、構造物に重大な影響を及ぼす前に対応策を協議することとした。モニタリングの手法としては、東海道本線架道橋部地盤内に層別沈下計（地盤内変状計測）を設置、橋台橋脚部本体には水路式沈下計（構造物変状計測）を設置し、これを併用した。地盤内変状計測は、図 - 3 に示す通りである。それぞれの計測結果は表 - 4 に示すように、地盤内変状計測にて -0.95mm 、構造物変状計測にて -0.48mm であった。

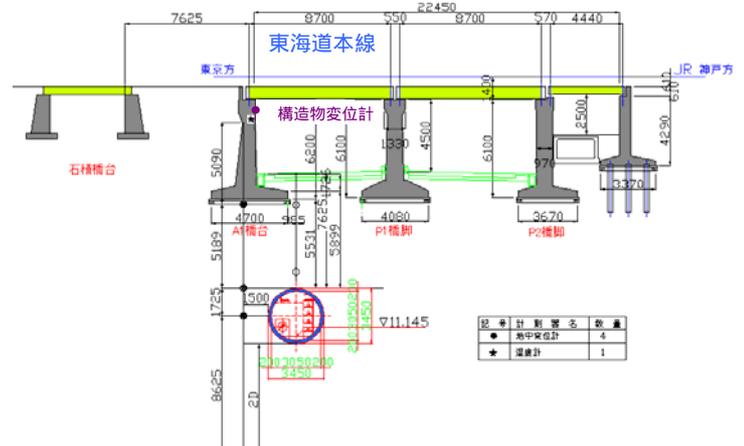


図 - 3 地盤変状計測断面図

4. 逆解析

架道橋横断完了後における地盤内変状計測結果に基づいて、2次元FEMにより逆解析を行い（図 - 4 解析メッシュ図）適合する応力開放率を試算した。予測解析結果、計測結果及び逆解析結果を表 - 4 に示す。表 - 4 より、応力開放率 = 18%でのFEM解析結果が、実測変位と適合しており、当該洪積砂礫地盤における予測解析(= 30%)を大きく下回ることが分かった。

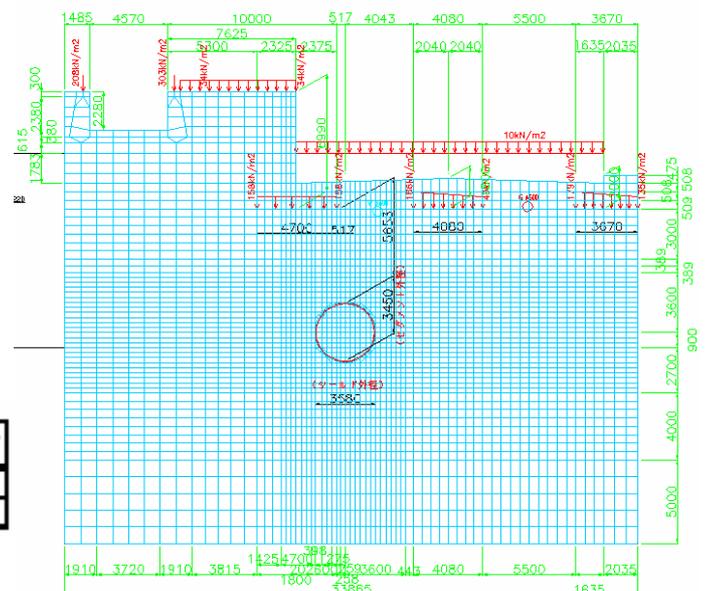


図 - 4 解析メッシュ図

(単位: mm)

	接点	事前解析結果 応力開放率=30%	実測値	実測値から求まる 応力開放率
地盤内変状	シールド天端	-1.58	-0.95	18%
構造物変状	構造物下端	-0.94	-0.48	16%

表 - 4 計測結果・逆解析比較表

5. まとめ

本工事では、トライアル計測での事前解析と実測値の対比から掘進管理基準値の妥当性を検証し、架道橋横断時には、地盤内及び構造物のリアルタイム計測と掘進管理基準値との対比により、的確な掘進管理を行うことができた。その結果、鉄道直下のシールドトンネル施工が構造物に及ぼす影響を極力抑え、無事到達させることができた。架道橋横断時の計測結果を基に行った逆解析では、地盤内計測（層別沈下計）で = 18%、構造物計測（水路式沈下計）で = 16%という結果が得られた。この決定には他の要素も考えられるが、今後の洪積砂礫地盤でのシールド掘進の参考になればと思う。最後に、資料等をご提供いただいた関係者に感謝する。

参考文献 1)菅野ら；新幹線直下を大断面シールドで貫く，トンネルと地下 2001/4