シールドを用いた場所打ち支保システム施工による小土被り発進での地山変位挙動について

(独)鉄道建設・運輸施設整備支援機構 正会員 野口 守 正会員 神田 大 正会員 田中淳寛鹿島建設㈱ 正会員 ○玉村公児 正会員 西川幸一 正会員 亀山好秀

1. はじめに

北海道新幹線津軽蓬田トンネル工事では、未固結地山においてシールドを用いた場所打ち支保システム(以下, SENS)による施工を行った. SENS による施工が周辺地山にどのような影響を与えているのかを把握するため、発進小土被り部の地表面および地中の変位挙動を地山変位計測と SENS による施工ステップをモデル化した三次元解析により確認し考察を行った.

2. SENS の施エステップ

SENS は、密閉式シールドにより掘削及び切羽の 安定を図り、シールド掘削と並行して一次覆工と なる場所打ちコンクリートライニングによりトン ネルを支保し一次覆工の安定を確認後、漏水処理 と力学的機能を負荷させない二次覆工を施工して トンネルを完成させる工法である.一次覆エコンク リートは地山の土水圧に抵抗するため圧力を保持 して打設される.また、コンクリート打設の内型枠 は1.5m幅で16基あり、コンクリート強度が必要脱 型強度以上であることを確認して後方で脱型した 内型枠を掘進に合わせて1リングずつ前方で組立 て、順次転用する。SENS 施工の概要を図1に示す.

3. 地山変位計測

発進小土被り部では図2に示す断面で地表面変位 及び周辺地山変位計測を目的としてトンネル直上 と側部水平変位の計測を図3に示す位置で行った.

4. 三次元解析

発進小土被り部トンネル進行方向 150m 区間を模 擬した三次元解析を実施した.解析は有限差分法解 析コード FLAC3D を使用した.解析モデルを図 4~図 6 に示す.地山の応力-ひずみ関係は線形弾性モデ ルとし,解析用物性値は表1のように設定し,SENS 施工時の荷重として,シールド掘削時の切羽圧(切 羽前方,周方向),場所打ちコンクリートの打設圧

(周方向)を施工時の実機データをもとに設定した (図1).切羽位置からコンクリート打設位置の間で のシールド機長区間では実際はシールドのスキン プレートで変位が余堀量 20mm に抑えられることか ら,20mm 以下の変位では変形を許し 20mm を超える



		毕怔仲俱里里	N估	門注怀效	ホノノノ比	
		γ (kN/m3)	四回	E(MPa)	ν	
	砂質粘土	14.2	5	10.5		
	礫質粘土	15.8	40	84	0.35	
	細砂	17.7	25	52.5		
	流動化処理土	20	-	262.5		
	*冬十届の弾性係数け亚均N値から07・N~28・N(MPa)の範囲で解析上計					

測 結果の掘削時の地表面沈下が合うような 2.1・N(MPa)を適用. 流動化処理土の弾性係数 E=105qu で設定.(一軸圧縮強度 q=2.5MPa)

変位が発生すると剛となる非線形梁を図7のようにトンネル中心から放射状にモデル化した.

キーワード SENS,地表面沈下,小土被り,地上発進,坑口,三次元解析 連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 鹿島建設㈱土木設計本部地下空間設計部 TEL03-6229-6633

5. 計測結果と解析結果の比較

図 2 に示す計測断面での切羽の離れと地表面での鉛 直変位について,計測値と解析値を示した結果を図 8 に 示す.計測値,解析値ともに切羽が計測断面に到達する までの間,掘削による地表面の変位はほとんどなく,切 羽通過時にシールド機長区間で 15mm 程度の沈下が発生 している.また,コンクリート打設後の変位については, 計測値ではコンクリート打設直後から 20mm 程度の隆起 が発生しているが,解析値ではコンクリート打設後 4mm 程度の隆起にとどまっている.なお,内型枠脱型時後の 変位については,計測値では 1 mm 程度の沈下が発生し, 解析値はほとんど変位しない結果となった.

計測断面でのトンネル直上の鉛直変位及びトンネル 側方の水平変位の計測値と解析値を示した結果を図 9 に示す.切羽到達までの変位は計測値と解析値では掘削 に伴いトンネル側に変位する結果となったが,コンクリ ートの打設開始後の変位では計測値は天端部で鉛直方 向変位が隆起しており側方の水平変位であまり変位し ていないのに対して,解析値では天端部の鉛直変位はあ まり変位しておらず側方の水平変位では外側に変位す る結果となった.

コンクリート打設開始後の変位について解析値と計 測値の結果が異なる理由としては、以下のようなことが 挙げられる.

実挙動では打設から硬化までの間,内型枠上下でコン クリートの比重分の圧力差(11mのトンネル径で約 0.3MPa)が生じる。これが,上向きの荷重として内型枠 に作用し、この内型枠の浮上りが一次覆工コンクリート





を介して周辺地山を押し上げられていると考えられる。また,載荷・除 荷を繰返し受けている地山は弾性係数が低下し,その影響で実際の地山 は変位しやすくなり,特にコンクリート打設圧の載荷の影響がある範囲 では,隆起が大きくなったと考えられる.

6. まとめ

SENS 施工時の小土被り発進の地山変位挙動では、計測値と解析値で特にコンクリート打設後で差異が見られた. 今後、コンクリート打設時の変位挙動をより詳細に分析し解析への適用性を検討したいと考えている.



図7 切羽とコンクリート打設位置の間のモデル化



図9 トンネル周辺地山変位