

軟弱粘性土地盤におけるシールド工路線防護(CJG)の効果とその挙動について

中央復建コンサルタンツ 正会員 ○示 敬三  
 中央復建コンサルタンツ 正会員 中廣 俊幸、中野 尊之

1. はじめに

大都市における地下利用の進展とともに、新たにトンネルを構築する際、既設構造物に近接するケースが増えてきている。シールド掘進による近接構造物への影響を防止するための対策としては、シールド周辺地盤の強化等が挙げられる。

本工事のシールド計画路線中においても、鉄道構造物である架道橋直下を掘進するため、掘進にともない列車走行上、悪影響を与えることが懸念された。そこで、シールド周辺地盤を三重管高圧噴射攪拌工法(以下、CJG と略記)により門型に改良することとした。

本報では、計測結果に基づき無改良地盤と改良地盤の地盤変状傾向の差異および改良効果について報告するものである。

2. 施工概要

図-1 に計測断面図および土質柱状図を示す。シールドと交差する架道橋の構造は、高さ 6m、幅 11m、長さ 12m の二径間U型橋台である。当該地盤は、G.L-20m付近までN値 10 以下の軟弱整層地盤を形成している。特に、G.L-4.5~-15m間はN値 1~2、鋭敏比 20 以上の軟弱な粘性土が分布している。なお、シールド掘進は、土被り G.L-16.5mの箇所にて外径φ6750mm にて行う。また、改良範囲においては、粘着力  $C_u=500kN/m^2$  相当の改良を行っている。

3. 計測、解析概要

シールド掘進時には、架道部(以下、改良部と示す)および架道橋直前約 70m 位置(以下、無改良部と示す)において、トンネル中心および側部位置に層別沈下計、埋設型傾斜計を設置し計測管理を行った。また、上記の2測線について掘進による応力解放率に基づく二次元 FEM 弾性解析を実施した。なお、応力解放率は、周辺工事実績より  $\alpha=10\%$  とした。

4. 計測結果

(1)沈下挙動について

トンネル中心における沈下量をシールドマシンから測線までの距離で整理したものを図-2 に示す。無改良部では、切羽 1D 手前より徐々に沈下が発生し、テールより 1D 後方までに沈下が卓越しており、最終的にはシールド直上(G.L-14m)で 20mm、地表面で 9.6mm 程度となる。改良部では、切羽からテールを通過する間に発生する沈下が顕著であり最終沈下量はシールド直上で 5.5mm、地表面で 3.9mm 程度となり地盤改良効果が十分に確認された。

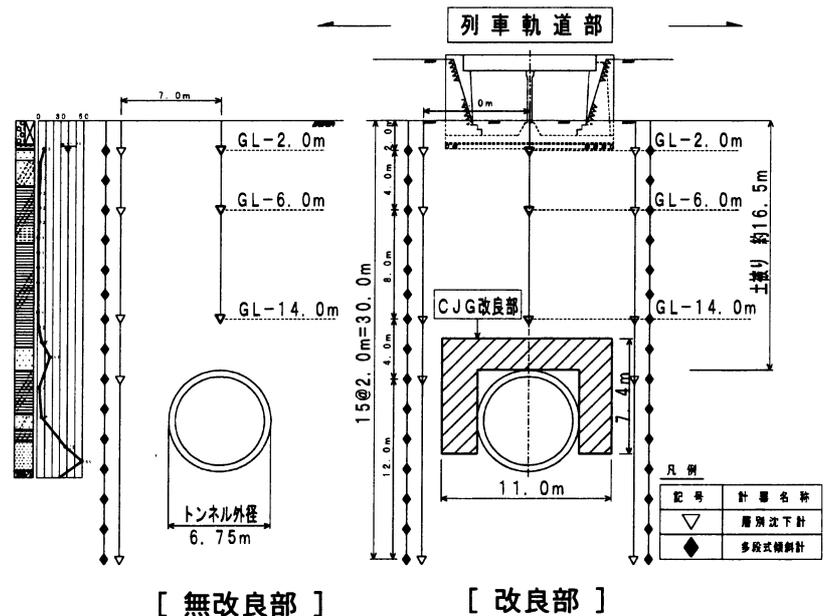


図-1 計測断面及び土質柱状図

キーワード：軟弱地盤、地盤改良、地盤変状、FEM 解析、シールドトンネル

連絡先：〒532-0004 大阪市淀川区西宮原 1-8-29 TEL.0 6-6393-1105 FAX.06-6393-9912

また、近接構造物が鉄道構造物の場合には、最終的な地盤変状量のみならず、変状の発生時期を的確に把握することは、軌道管理上、有用なデータとなることから、シールド位置による地表面の沈下発生割合(区間別沈下量/最終沈下量)を図-3に整理した。無改良部では、テールボイド発生による沈下が卓越し、全沈下量の61%を占める。これに対し、改良部においては、マシン通過時沈下が顕著となり全沈下量の52%を示し、テール通過直後の沈下割合は27%と小さくなる。なお、切羽前・後続の沈下割合は、2断面ともに同程度の割合を示す。

次に、事前に実施した FEM 解析の妥当性を評価するために、シールド中心位置の沈下量と解析値の深度分布図を図-4に示す。無改良部では、地表面に近づくに従い沈下量が減衰される傾向が顕著であり、改良部においては、その傾向は小さい。また、解析における沈下傾向は、計測値を全体的に程良く推測している。なお、解析値を計測値にフィッティングさせると無改良部で実解放率 8%程度、改良部で 15%程度との実績を得た。

(2)側部水平変位について

シールド中心より 7.0m 位置における側部水平変位量深度分布図を事前解析値とともに図-5に示す。無改良部ではシールド天端上方+6m付近を中心として弓形にシールド側へ引き込まれているのに対し、改良部では、シールド上部が若干引き込まれているのみで変状量は 2.0mm 以内と小さい。特に、改良体側部における変状は 1.0mm 以内と抑制されており、解析においても十分表現されている結果となる。

5. まとめ

今回の計測結果より得られた知見を以下に示す。

- ・ 無改良部と改良部では沈下発生傾向が異なり、無改良部ではテールボイド部で、改良部では通過時における発生割合が大きい。
- ・ 解析上、深度方向に対する沈下性状は程良く表現でき、実解放率において無改良部では 8%程度、改良部では 15%程度の実績を得た。

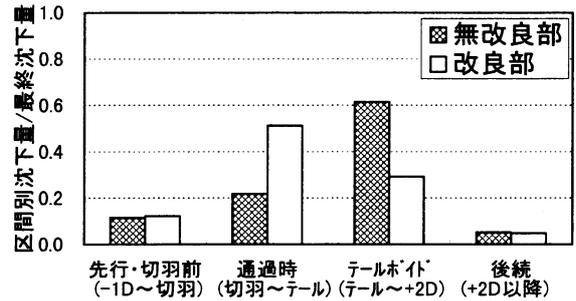
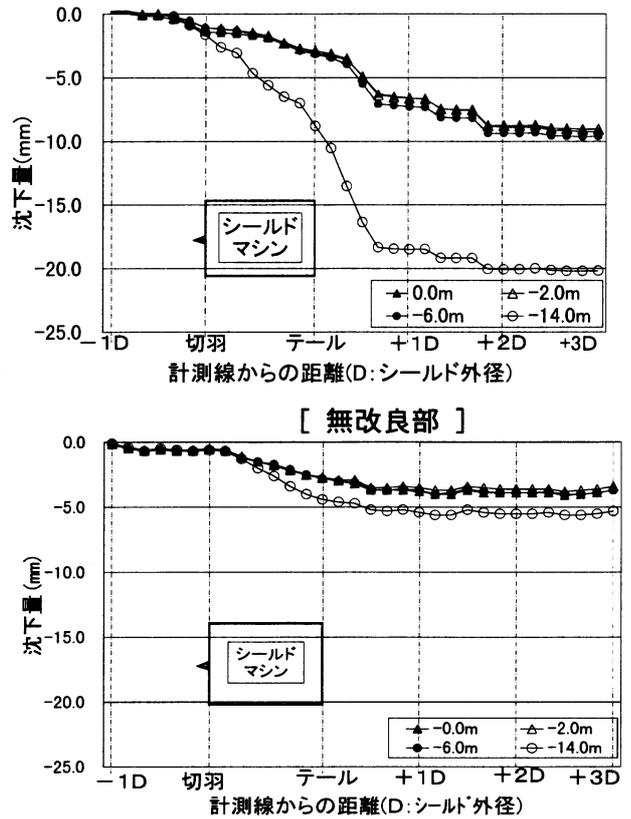


図-3 地表面の沈下発生割合

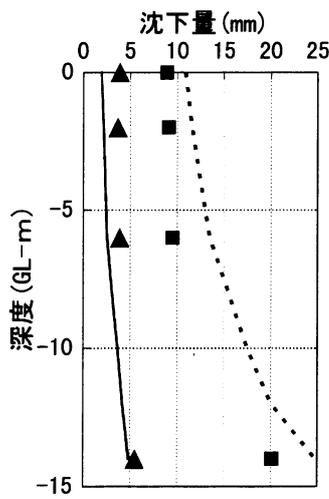


図-4 沈下量深度分布図

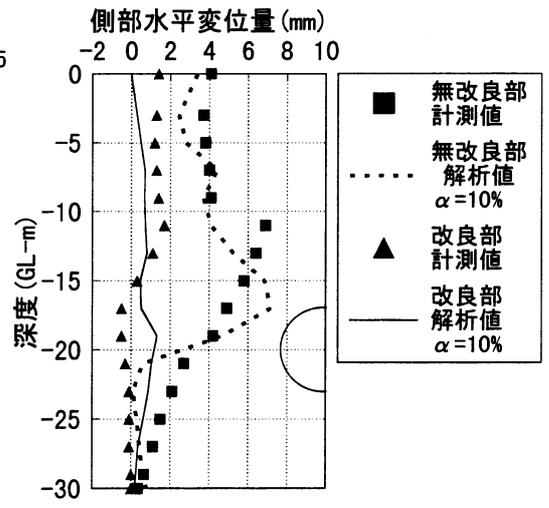


図-5 側部水平変位深度分布図