

MMST 工法における地表面変位計測の報告

首都高速道路（株）正会員荒川 太郎

首都高速道路（株）正会員吉川 直志

大成・鹿島・戸田共同企業体正会員○佐藤 充弘

大成・鹿島・戸田共同企業体正会員太田 匡司

1. はじめに

首都高速川崎縦貫線では、MMST（Multi-Micro Shield Tunneling）工法による大断面トンネル工（図-1 参照）が終了し、現在、トンネル内部の躯体構築工に着手している。

表-1 MMST 工法の施工ステップ

施工ステップ		施工内容	変位現象
①	シールド工	・縦×4,横×6 矩形シールドの掘進 （搬出土砂 15,000m ³ ） ・鋼殻（セグメント）48,000t の設置	シールド掘進による沈下
②	外殻構築工	・接続部土砂 12,000m ³ の掘削 ・鉄筋 10,000t の配筋 ・コンクリート 130,000m ³ の打設	コンクリート重量による沈下
③	内部掘削工	・内部土砂 192,000m ³ の掘削	土砂搬出によるリバウンド

トンネル工事の各施工ステップ（表-1 参照）において沈下・リバウンド現象の地表面への影響が危惧されており、変位が収束する現段階まで、層別沈下計やレベル測量によるモニタリングを行ってきた。

そこで本稿では、②、③を中心に地表面レベル測量の計測結果（以後、実測値）と、予測解析として行った二次元 FEM 解析結果（以後、予測値）とを比較して報告する。

2. 土質条件

土質構成を図-2 に示す。各層とも、MMST 縦断方向には、ほぼ成層状態に堆積している。軟弱粘性土層の Ac2 層（N 値 1～2,粘着力 C=50kN/m³）は、非常に乱れやすく圧密沈下を引き起こし易い性状が特徴である。頂版 H8・H9・H10 横型シールド掘進時には、マシン通過時の先行沈下（弾性沈下）に加えて、裏込め注入及び繰返し掘削による地山の緩み、乱れに影響される後続沈下（圧密沈下）が懸念された。

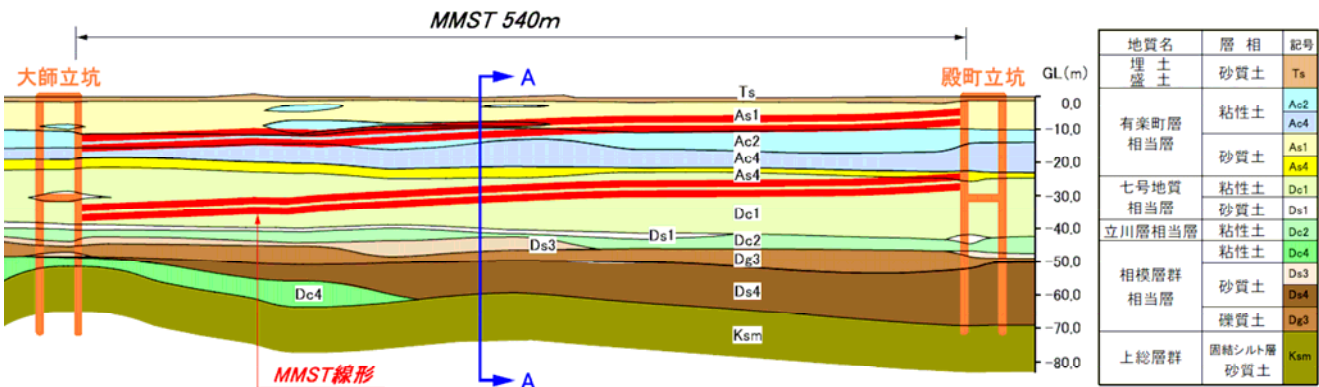


図-2 大師立坑～殿町立坑間の土層構成縦断図

3. 計測概要

計測断面は、MMST 延長 540m に対して縦断方向に約 20m 毎の全 24 横断面を設定し、1 断面に計測ポイントを 5 ヶ所設置した（図-3 参照）。シールド掘進時や周辺環境の変化（近接工事の有無）時を除く基本的な計測頻度は、1 回／月で行った。以降は、代表的に MMST 区間の中央部 A-A 断面についての計測結果を示す。

キーワード MMST 工法、シールドトンネル、変位計測、沈下、リバウンド

〒231-8616 神奈川県横浜市中区長者町 6-96-2-4F TEL045-252-1290

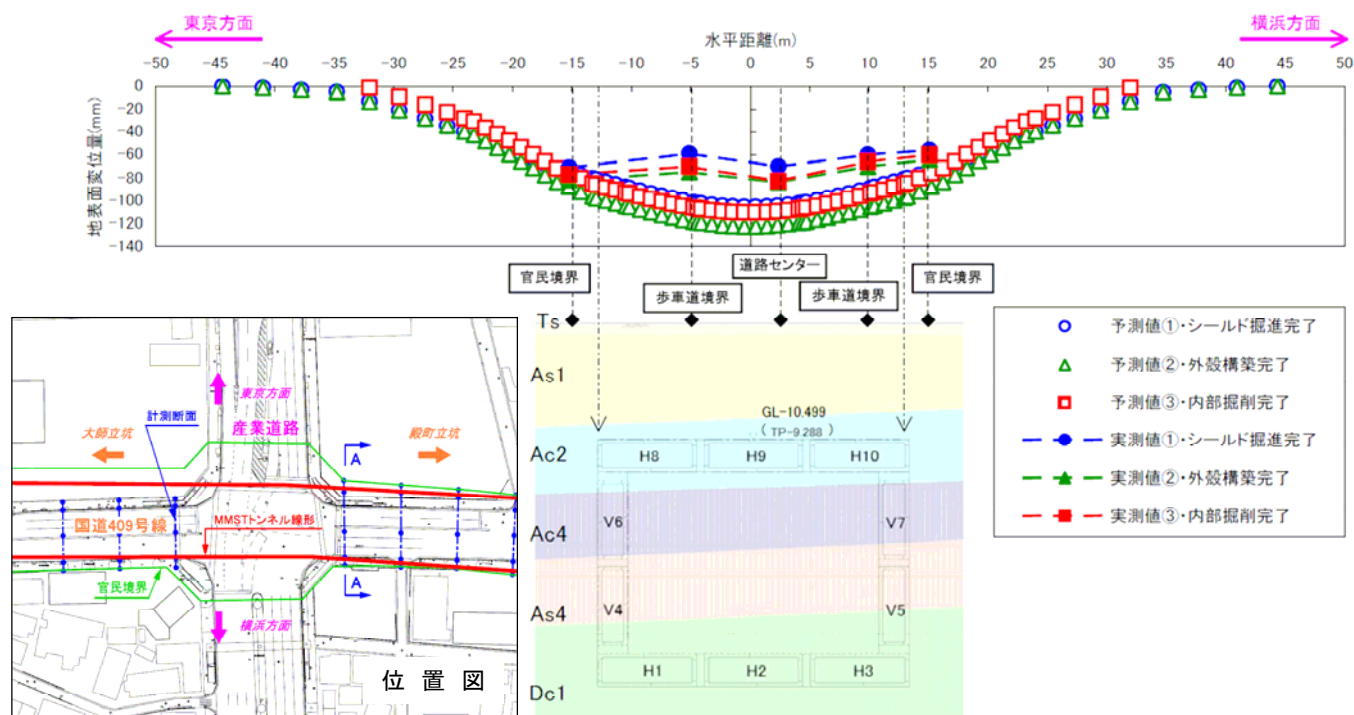


図-3 A-A断面における地表面変位の空間分布

4. 計測結果

4. 1 ①シールド工と②外殻構築工の影響

実測値との比較に用いる予測値は、頂版シールド掘進前に行った逆解析により良好なフィッティングが得られた解析パラメータを反映している。また、弾性沈下に加えて、森らの研究^{※)}を参考に圧密沈下を評価した結果である。

図-3に地表面変位の空間分布を示す。道路センター付近の変位量に着目すると、実測値では①シールド掘進完了時で約7cm程度の沈下が見られており、②外殻構築完了時では約8.5cmに達している。一方、予測値については①10.5cm、②12cmとなっている。予測値は、MMSTセンターから下向きに凸形状の変位分布を示しているが、実測値では道路センターから官民境界にかけて、ほぼ相対的に同等の沈下量となった。最大変位量を比較すると、実測値は予測値の70%程度であるものの、①→②施工完了時の増分はいずれも約1.5cmとなっており、施工ステップに即した沈下傾向を掴んでいると判断できる。

4. 2 ③内部掘削工の影響

③内部掘削完了時には内空土塊重量(6300kN/m)が除荷されるため、MMST外殻構造及び周辺地盤のリバウンドが生じる可能性が示唆された。解析では約12mmのリバウンド量を予測していたが、実測値では予測値の50%程度である約5mmのリバウンドしか発生していなかった。なお、MMSTの試験施工である首都高速川崎縦貫線・換気洞道工事(平成8年3月～平成11年11月)では、実測のリバウンド量は予測値の約50%に収まる実績が得られており、本工事においても一致する傾向を示している。

また、内部掘削期間中には、掘削の進捗状況に合わせて、外殻構造内での定点測量(座標管理)を実施した。MMST全線に渡る平均的な変位量は、0～±5mm以内であり、1cmを超えるリバウンド現象は確認できなかった。

5. おわりに

平成13年6月～平成17年9月のシールド掘進期間、平成18年10月の外殻構築完了までは平均5～6cmの沈下量が発生し、平成18年12月～平成19年10月の内部掘削期間ではリバウンドによる微小な変動が見られた。全断面の内部掘削完了から約6ヶ月が経過したが、目立った地表面変位の兆候は無く、地表面沈下量はMMST区間内で平均5～6cmに収束している。安全な施工を進めるために今後も計測を継続して行う。

※) 参考文献：森 他、軟弱粘性土地盤でのシールド工事における裏込め注入および2次注入の沈下防止効果について、社団法人日本トンネル技術協会 トンネルと地下、第14巻11号、pp945-951