

都市内路線の路盤変状対策に関する一考察

JR 東日本	正会員	広岡 勉
JR 東日本	正会員	小林 敬一
JR 東日本		榎本 雅之
JR 東日本	正会員	中村 浩司

1. 研究の背景

2003年8月、大雨により中央緩行線(上)にて延長80mに渡り道床が沈下(高低変位15mm)し、碎石を36m³補充した。(図-1)その後、2004年10月においても台風によって線路脇土留壁付近にて陥没が発生したため、路盤改良を実施した(205年2月)。しかし2005年10月に再び軌道沈下が発生した。路盤改良に際しては施工前後に表面波探査により、施工範囲である深度2m程度まではS波速度にしておよそ100m/sec(換算N値1以下)から200m/secまで増加したことで改良効果を確認した。また、2005年10月の軌道沈下後も表面波探査を実施し、S波速度は改良直後と変わらない状態であった。その後、軌道に変状は見られず良好な状態が続いている。本文では繰り返し発生した軌道沈下の原因を究明するため調査を行ったのでここに報告する。

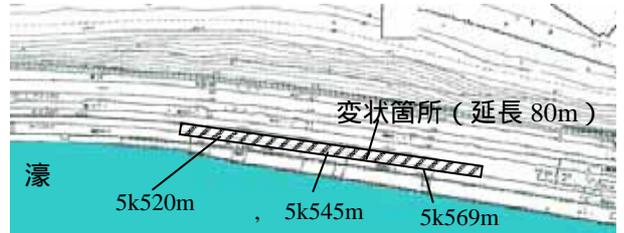


図-1 位置平面図

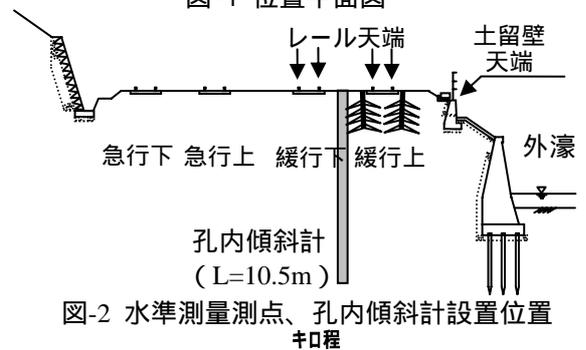


図-2 水準測量測点、孔内傾斜計設置位置

2. レール天端、土留壁の水準測量

変状位置や経時変化等、変位特性を把握するため緩行上り線左右レール天端、緩行下り線左右レール天端および線路脇上部土留壁天端を5k497m~5k607mで10mピッチに月1回の水準測量を実施した(図-2)。なお、図-1の緩行上り線下部の構造体は路盤改良体を表している。

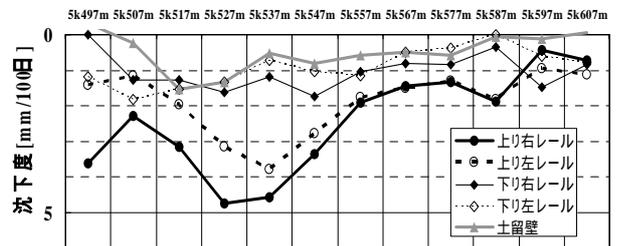


図-3 水準測量結果

図-3に水準測量結果を示す。ここでは各測点の計測値を時系列にプロットし、直線に近似した場合の直線の傾きを沈下度[mm/100日]とした。図-2よると緩行上り線5k530m付近において周囲と比較して沈下の進行が大きいことが分かった。

3. 層別沈下測定、地盤内傾斜測定

沈下を引き起こした地層を明確にするため、層別沈下計、孔内傾斜計による計測を月1回行った。

層別沈下計は地層毎の沈下傾向を把握するためバラスト層下部の G.L.-1.1m、路盤改良層下部の G.L.-3.5m、および N 値=2 以下の軟弱な土質の最下面である G.L.-6.5m に設置した。設置箇所は中央緩行線上下線間 5k520m (図-1 中)、5k545m (図-1 中)、5k569m (図-1 中) の3箇所とした。

層別沈下計測定結果を図-4に示す。ここでは各測点の初回測定値を0とし、その後の測定値をプロットしている。縦軸下方が沈下方向、上方が隆起方向を示している。図-4によると5k545mにおいて測定8ヶ月間にてG.L.-3.5mの4mm沈下に対し、G.L.-6.5mはほぼ沈下していない。そのためG.L.-3.5m~G.L.-6.5mの範囲で

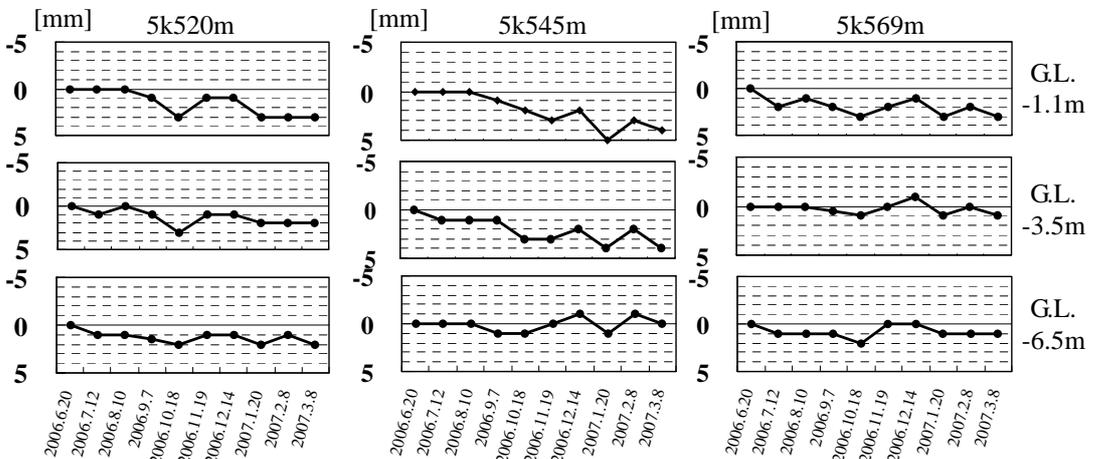


図-4 層別沈下計測定結果 縦軸：高さ[mm] 横軸：時間

キーワード 水準測量, 層別沈下計, 傾斜計, 路盤改良, 線路増設
連絡先 〒114-8550 東京都北区東田端 2-20-68 TEL 03-5692-6139

他の箇所と比較して大きな変位が生じていることが分かった。

孔内傾斜計は地中に埋設したケーシングパイプの傾斜を傾斜計にて検知し、傾きから水平変位を求めるものであり、線路平行方向および線路直角方向の水平変位が測定される。今回、緩行上下線間5k545mに深さ10.5mのものを1箇所設置した(図-1中、図-2)。

孔内傾斜計測定結果を図-5に示す。図-5(a)においては線路直角方向で深度1m~5mに濠側(図-5(a)右側)へ8mm程度の変位が見られる。

また、孔内傾斜計直角方向の変位と降水量の関係を図-6に示す。図-6の左軸は月1回の測定と次回の測定までの総降水量、右軸はその期間における変位量を示している。図-6によると、線路直角方向変位と降水量には相関があることから、降雨に起因して線路直角方向に変位が発生することが分かった。なお、層別沈下計におけるG.L.-3.5m~G.L.-6.5mの変位についても孔内傾斜計の線路直角方向と同様に降雨量の多い期間にて変位が発生する傾向があることが確認された。

4. 室内試験

路盤改良深度がG.L.-2mまでであり、改良体以深の土質を調べるためG.L.-4m~4.7mの試料を2箇所にて採取し、土質試験・圧密試験を実施した。試験結果を以下に示す。

- ・盛土材料は関東ロームが用いられた。
- ・いずれの試料も過圧密状態にあり、2m以深未改良層では圧密沈下は生じない。
- ・いずれの試料も透水係数は 10^{-7} cm/sec程度であり、G.L.-4m~4.7mは実質上不透水である。

5. 歴史調査

- ・1894年10月9日に単線開業。
- ・1895年12月30日に複線開業。
- ・1929年3月16日に複々線開業。
- ・緩行上り線は複々線化の際に濠側のり面に腹付け盛土した¹⁾。
- ・急行下り線は切取にて線路増設された。

以上より、線路増設の変遷を図-7に示す。図-7に対して土質サンプリングにより得られた土質柱状図および孔内傾斜計測定結果(図-5(a))を重ね合わせたものを図-8に示す。ここで、緩行上り線における5mm/100日程度の沈下(図-3)孔内傾斜計測定結果における降雨に起因する濠側への8mm程度の変位(図-5(a)、図-6)および図-7により変状原因として以下の可能性が考えられる。

- 1) 鉄道敷設前の外濠斜面や複線開業時のり面が水みち(図-8中の矢印)となり土粒子が流出している。
- 2) 鉄道敷設前の外濠斜面下部に自由地下水面が存在し、地下水位の上昇に伴い土塊のすべりが生じている。

6. 今後の課題

推定された変状要因を特定するために以下の調査を行う。

- ・地下水位の変動をリアルタイムに観測し、変位発生タイミングを把握する。地下水位のピーク時に変位発生するのか、地下水位上昇後の低下時に変位するのか調査する。
- ・土留擁壁の鉛直変位、水平変位を把握する。
- ・土留擁壁の水抜き孔・目地からの土粒子流出の有無を確認する。

参考文献

- ・中山忠三郎：中央線複々線工事に於ける混凝土の設計に就て、鉄道省工務局第二回改良講演会記録，昭和2年10月，pp213-225

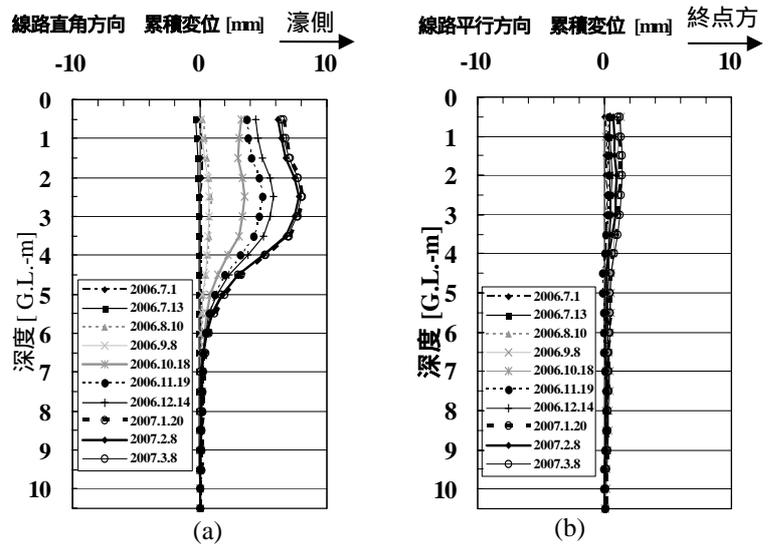


図-5 孔内傾斜計測定結果

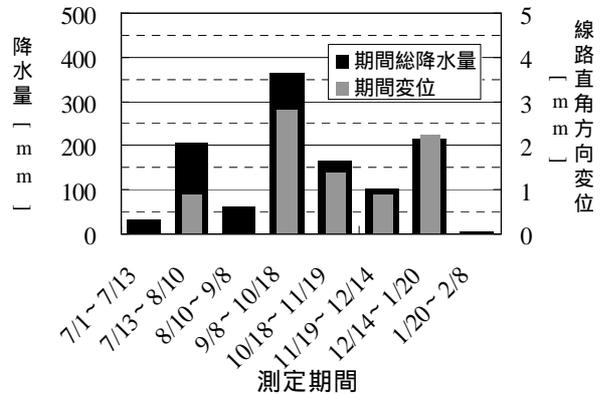


図-6 線路直角方向変位と降水量の関係

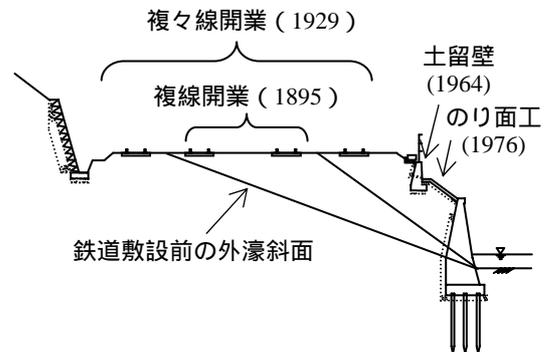


図-7 当該箇所断面の変遷

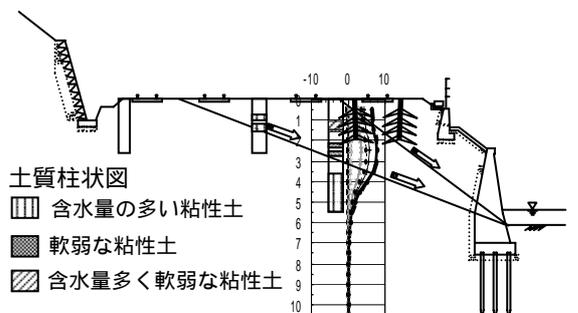


図-8 当該箇所の断面