

モニタリング計測機器と監視ネットワークを活用した 軟弱地盤上に建設された土木構造物の維持管理について

東日本旅客鉄道㈱ 正会員 ○ 細井 学
東日本旅客鉄道㈱ 中村 充

1. はじめに

武蔵野線の一部区間は、沖積層が厚く堆積している軟弱地盤上を走行している箇所があり、盛土と都市道路や用水路が交差する箇所では慢性的な広域地盤沈下を起因とした路盤陥没が近年3箇所が発生し、維持管理に苦慮している。当該箇所は、RC造ボックスカルバート構造（以下、ボックス）となっており、ボックス部の底盤下に空洞が形成され、路盤陥没が発生している。そこで、ボックス部の底盤下に新たに計測機器を設置し、空洞厚さの計測を行うことにより、沈下の傾向を把握することができた。その値は計測地点から最も近い（約5km）自治体が計測している観測井戸の沈下量と概ね同じ傾向であった。本稿では、路盤陥没の発生メカニズムとボックス底盤下の空洞厚さの計測結果について報告する。

2. 武蔵野線の立地条件とボックス諸元

武蔵野線沿いの地形は、洪積台地として知られる武蔵野台地、大宮台地、下総台地とこれを刻む中川等の支流によって作られた沖積低地からなっている。そのうち沖積低地は、盛土区間となっており、盛土本体は建設時に綾瀬川以西等で切土した関東ローム（火山灰質粘性土）を主体として構築されている¹⁾（図-1）。



図-1 武蔵野線の立地状況

路盤陥没が発生した3箇所のうち代表的なボックスは、1963年に建設（経年57年）された函体長23mのRC構造である。杭基礎は、φ0.8m、L=34.5m～35.7mの場所打ち鉄筋コンクリート杭である。ボックス下の地盤は、N値0の厚いシルト層が35m程度堆積しており、その下に支持層となる砂質シルト層がある（図-2）。ボーリング時の地下水位高さは、ボックス函体の半分程度の高さとなっており、路盤陥没発生時も函体周辺は地下水により満たされていたと考えられる。

当該箇所周辺では、自治体による地盤沈下・地下水位の測定が継続的に実施されている。当該箇所から最も近い（約5km）観測井戸では、観測当初から広域地盤沈下が続いており、近年では2～3mm/年程度の地盤沈下が確認できる²⁾。

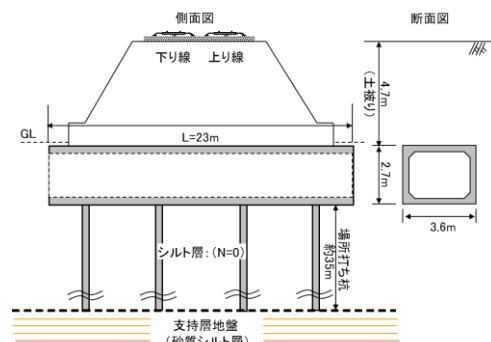


図-2 ボックス全景と構造諸元

3. 路盤陥没発生のメカニズム

路盤陥没発生のメカニズムを以下①～⑤と推定した（図-3）。

①広域地盤沈下が進行し、盛土部の沈下が発生する

キーワード 広域地盤沈下、路盤陥没、ボックスカルバート構造

連絡先 〒330-0854 埼玉県さいたま市大宮区桜木町2-155 大宮西口ビル

東日本旅客鉄道㈱ 大宮土木技術センター TEL. 048-643-5799

- ②盛土部の沈下が進行するのに対し、ボックス部は杭基礎構造であるため、底盤下の地盤(2~3mm/年程度)は沈下するが、ボックス部は沈下しない。
- ③ボックス部底盤下に空洞が形成される。
- ④降雨時等にボックス底盤下の空洞へ側壁裏部(ボックス背面)の土砂が雨水とともに流入する。
- ⑤広域地盤沈下の進行および③~④の繰り返しにより、徐々に空洞が形成され路盤陥没に至る。

路盤陥没発生後コアボーリングとファイバースコープを用いた調査により、ボックス底盤コンクリート下には最大 300mm 程度の空洞があることを確認した。対策工事として、路盤陥没が発生したボックスの底盤下および側壁裏への注入を実施してきた。

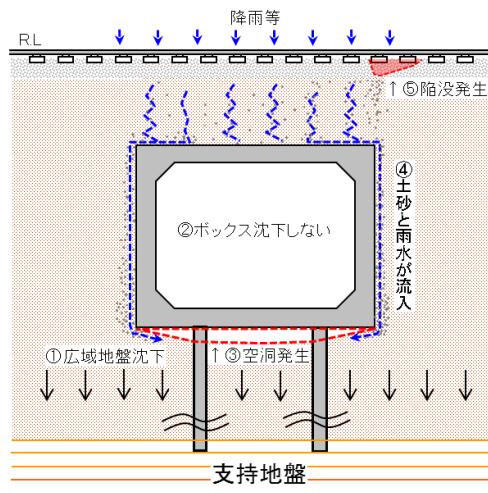


図-3 路盤陥没発生のメカニズム

4. 計測機器概要

路盤陥没の発生原因となっているボックス底盤下の空洞を高い精度で計測するために、ボックス底盤下に観測孔を設けて沈下計と水位計を設置した(図-4)。沈下計は地盤の微小な沈下に追従できるように磁歪式センサーを採用した。また水位計は沈下計と連動しそれぞれの計測値を時系列で比較できるものとした。設置箇所は陥没が発生したボックスと同種構造でボックス底盤下に空洞があることが確認されている箇所とし、約1年間の計測を実施した。また、計測値を現地に直接行かなくてもPC等でリアルタイムに確認することができるようネットワークを構築した。

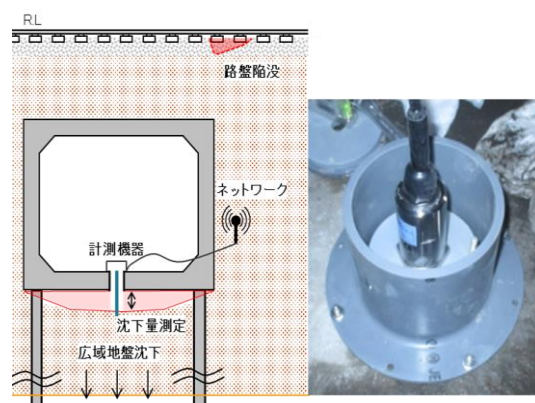


図-4 計測機器設置状況

5. 検査結果と考察

2019年3月より2020年4月までの計測値を図-5に示す。計測期間中に台風15号及び台風19号の大雨により、水位が最大で1.6m上昇し、ボックス底盤下の地盤が最大で2.4mm沈下している。

これは大雨による水位の上昇にともない、水の荷重が地盤の沈下を促進し沈下量が増加したと考えられる。その後水位の低下とともに沈下量が数日かけて一定量回復しているのは、地盤の弾性変形によるものと考えられる。計測結果から台風等の大雨により沈下が大きく進行し、時間の経過によりある程度回復するが、約1年間で2.3mm沈下した。これは自治体の観測井戸による計測結果と同じ傾向であり、精度よくボックス底盤下の地盤の挙動を把握できたと考えられる。

5. おわりに

計測機器の設置により、ボックス底盤下の沈下量を精度よくリアルタイムに把握することができた。今後も広域地盤沈下が続く限り路盤陥没の恐れがある。沈下量の経時変化を把握することで路盤陥没を未然に防止し、列車の安全・安定輸送に貢献したい。

参考文献 1)武蔵野線工事史：日本鉄道建設公団東京支社，昭和59年3月

2)平成29年地盤沈下・地下水位観測年報：埼玉県環境部，平成29年3月

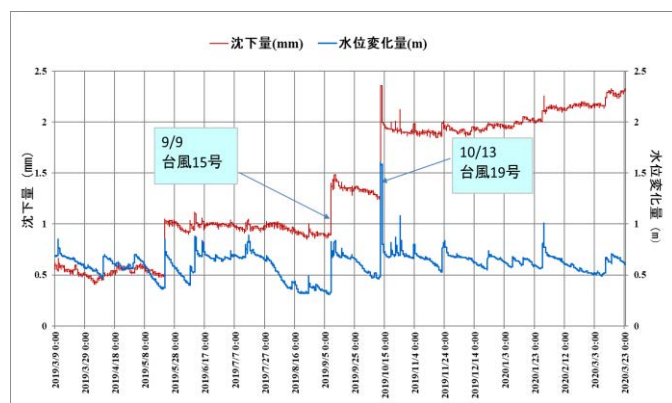


図-5 沈下量計測結果