

軟弱地盤上に建設された土木構造物の維持管理

東日本旅客鉄道㈱ 正会員 ○細井 学

東日本旅客鉄道㈱ 矢内 崇史

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、そこでは慢性的な広域地盤沈下が発生している。開業直後から圧密沈下対策を行ってきたが、近年では盛土と都市道路や水路が交差する箇所の一部で路盤陥没が近年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、空洞注入等の対策を行ってきた。本稿では、路盤陥没発生メカニズムと類似箇所抽出を行うために実施した調査方法について報告する。

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東川口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）。

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⁾。

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55年）された函体長23mのRC構造である。杭基礎は、 $\phi 0.8\text{m}$ 、 $L=34.5\text{m}\sim 35.7\text{m}$ 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。

3. 路盤陥没発生メカニズム

路盤陥没発生直後は、軌道上からH鋼を路盤まで挿入し、強制的に振動を与えることで路盤を締め固めた。その後、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。またボックス側壁コンクリート裏の試料は含水比が高く、一部は泥状となり流出する状態であった。以上の調査結果から路盤陥没発生メカニズムを以下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。

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。



図-1 武蔵野線の立地状況

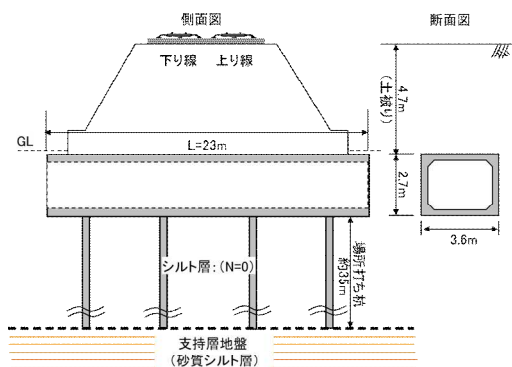


図-2 ボックス全景と構造諸元

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，衛星画像解析

連絡先 〒330-0853 埼玉県さいたま市大宮区錦町 630 東日本旅客鉄道㈱ 大宮土木技術センター TEL. 048-643-5799

- 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。

なお対策工事として、路盤陥没が発生した一部のボックスに対して底盤下および側壁裏への注入を実施した。

4. 類似箇所調査

路盤陥没が発生したボックス以外にも同様の地盤条件上にある構造物は多数存在する。類似箇所の抽出は、発生メカニズムから路盤陥没に起因すると考えられる要因を整理する方法とした。類似箇所抽出範囲は保守エリアである約 30km 区間とした。なお、約 30km の区間には盛土、切土、高架橋が含まれ、路盤陥没が発生した杭基礎構造のボックスは、37 箇所存在する。以下に整理した要因を記す。

- ① 地盤条件の影響を考慮するため、建設当時の柱状図により沖積層の厚さを整理した。沖積層の厚さは場所によって大きく異なり、最小厚さ 0～5m、最大厚さ 45～50m であった(図-4)。
- ② 地形区分による影響を考慮するため、地形図や航空写真を用いて線路近傍のため池等の有無を判読した。
- ③ 降雨時に弱点となり得る箇所を考慮するため、集水地形を抽出した。集水地形は下り勾配から上り勾配に変わる勾配変更点付近、切土区間に隣接する下り勾配側の盛土箇所等を選定した。

上記の要因を整理した結果、過去に路盤陥没が発生し

た 3 箇所ともに沖積層が 40m 程度堆積している。また 3 箇所とも近傍には用水路やため池があり、地下水位が高いことが想定される。なお 3 箇所とも明確に集水地形には該当しなかった。路盤陥没が発生した 3 箇所はいずれも沖積層が厚く堆積し、近傍にため池等が存在することがわかった。

類似箇所を抽出した約 30km 区間に対し、近年の地表面沈下量を把握するため衛星画像を用いた手法(SqueeSAR)³⁾で解析した。衛星画像は 2015～2018 年のデータを用いて、地表面沈下量を mm/年の精度で解析した(図-5)。解析の結果、多くの区間で沈下量は 0～2mm/年程度であるが、路盤陥没が発生した 3 箇所の近傍では 2～6mm/年程度の沈下が確認できる。路盤陥没が発生した箇所以外にも比較的大きな沈下が発生している箇所があり、当該箇所はいずれも沖積層が厚く堆積している。

今後 37 箇所のボックスの中から優先的に対策工事等を実施する箇所を抽出する方法として、沖積層が厚く堆積している箇所やため池等がある箇所に、地表面が大きく沈下している箇所を重ね合わせる有効であると考えられる。

5. おわりに

ボックス周辺の路盤陥没発生原因は、広域地盤沈下に起因していることがわかった。今後は、軟弱地盤上に建設されている同構造のボックスは多数あるため、類似箇所調査の結果をもとに対策工事等の優先順位を策定し、安全安定輸送の確保に努めていく所存である。

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

3) Alessandro Ferretti : ASQUEESAR DATABASE OVER THE ENTIRE JAPANESE TERRITORY, 2019 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS 2019)

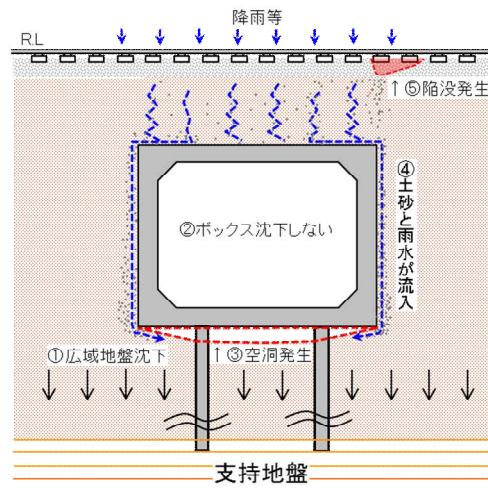


図-3 路盤陥没発生メカニズム

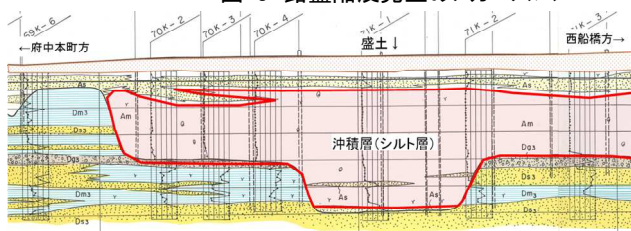


図-4 沖積粘土層厚さ

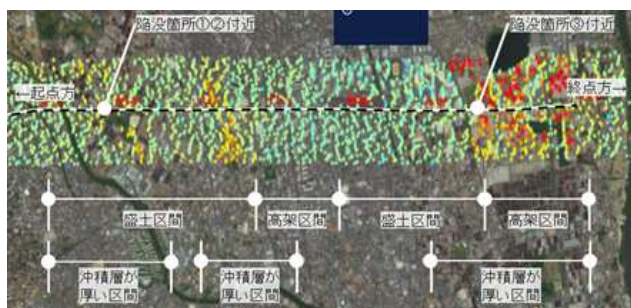


図-5 衛星画像解析結果