

東日本旅客鉄道(株) 会員 ○中村 宏
 東日本旅客鉄道(株) 会員 相沢 文也
 東日本旅客鉄道(株) 北島 徹
 東日本旅客鉄道(株) 菅野 洋一

1. はじめに

当社の線路下を横断する地下構造物（水路：BOXカルバート）を構築するにあたり、線路下に存在する含水比が700%近い有機質腐植土軟弱地盤を改良する必要が生じた。この特殊土を改良するために特殊土用の固化材料を選定し、その配合を決めるために室内配合試験および試験施工等を実施している。これら一連の地盤改良方法の検討内容について報告する。

2. 施工箇所付近の土質等

図-1に施工箇所付近の地層構成を示す。当該箇所は、地形的にはほぼ平坦であるが、水路付近の地盤は極めて軟弱である。水路BOXの支持層はN値0（自沈）の有機質腐植土層となっている。

水路BOXを支持する腐植土層の物性値を表-1に示す。湿潤単位体積重量は水に近く、含水比および強熱減量の数値から土の実質部分は容積比で10%程度と推定される。土よりも未分解の植物纖維を主体とし、脱水によっても容易に収縮して沈下を生じやすい性質であると考えられる。pHは弱酸性を示しており、またフミン酸を含んでいる。

3. 注入材料の選定

2.で述べたように、この有機質腐植土層は含水比が極めて大きいこと、またセメントの水和反応を阻害するフミン酸が含まれていることから、注入材料としてポルドラントセメントではなく、より多くの結晶水を取り込んで固化を促進（エトリンガイトを生成）させるタイプのエトリンガイト系の特殊土用セメント系固化材の中から選定することとした。

この中でアルミナ分の多い特殊クリンカーを生成し、微粉碎された固化材であるSX-10,SX-11,SX-20,およびSX-30について現場から採取した腐植土と混合し、室内配合試験を実施した。その結果28日強さで最も強さの伸びが優っていたSX-20を選定することとした。SX-20の室内配合試験結果を表-2に示す。凝結遲延材としてケエン酸を加えたケースと加えていないケース（共に固化材添加量370kg/m³）を比較すると、3日、7日、および28日

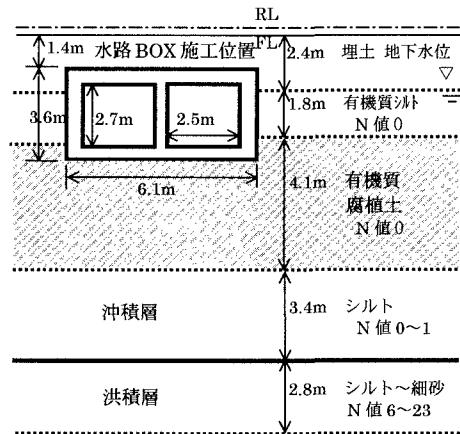


図-1 施工箇所付近の地層構成（略図）

表-1 腐植土層の土質諸数値

N値(回)	0
湿潤単位体積重量(g/cm ³)	1.06
含水比(%)	609～669
間隙比	9.77
圧縮指数	6.55
強熱減量(%)	81
フミン酸含有量(%)	8.0
pH	5.6

表-2 室内配合試験結果 (SX-20:スラリー)

固化材 添加量 (kg/m ³)	ケエン 酸添 加 量 (%)	一軸圧縮強さ(kgf/cm ²)			
		2時間	3日	7日	28日
270	0.2	0.50	3.89	4.06	4.29
370	0.2	0.73	5.79	6.20	6.75
370	0.0	1.41	5.90	6.00	6.68
470	0.2	1.19	7.65	7.97	8.48

※W/C 100%

キーワード：特殊土 有機質腐植土 軟弱地盤 地盤改良 セメント系固化材

連絡先 〒114-8550 北区東田端2-20-68

電話 03-5692-6140

FAX 03-5692-6141

強さでは殆ど差がない結果となった。P ロートによるフロー値は水温 5°C、20°C、30°Cとも 10 秒以下であったが、SX-20 は練り混ぜから凝結開始までの時間が短いこと、夏から秋にかけての施工となるためクエン酸を加えて施工することとした。

4. 試験施工

まず、今回の水路の施工方法について簡単に述べる。水路 BOX は、線路の周囲および発進・到達立坑をシートパイルで覆い、パイプビーム工法で構築することとした。このとき実施する地盤改良の範囲を図-2 に示す。地盤改良の施工方法については低空頭で施工可能であること、噴射攪拌より改良部周辺地盤に対する影響が小さいと考えられることから、機械攪拌方式の JST 工法を選定した。

次に、地盤改良の本施工に先立ち固化材 SX-20 の配合を決めるために実施した試験施工について述べる。試験施工位置は図-2 に示すように実際に施工する箇所の中で線路から離れた場所を選定した。1 本当たり 8.5m 程度として有機質腐植土下端まで改良することとし、全部で 5 本施工した。

試験施工結果を総括して表-3 に示す。No.1 は有機質腐植土層の改良が全くできなかったため、この層のコアの採取が不可能であった。No.2 は有機質腐植土層から腐植土特有の黒褐色のコアが採取された。この部分は所どころ灰色のセメントが確認されるものの、7 日強さ平均値が 0.40kgf/cm² 程度と非常に小さい。セ

メントストラリーと腐植土の攪拌および置換が十分に行われていないため全体的に強度が小さくなっていると考えられる。No.3 は有機質腐植土層でも比較的良く改良されており 7 日強さ平均値は 8.90kgf/cm² であった。

No.1～No.3 は削孔時のみてん充を実施している。そこで No.4 と No.5 の 2 本では固化材使用量を No.3 と同じ 400kg/m³ にして W/C=100% で削孔時および引上げ時の両方でてん充を実施した。No.3 と結果を比較すると、7 日強さでは必ずしも大きいとはいえないが、強さの最低値は No.3 を上回っており、往復改良の効果が出ていると判断した。水路 BOX の設計（主として仮設）は一軸圧縮強さが 2.50kgf/cm² で設計されていて平均値でこれを上回っていること、No.3 はポンプ圧送中に凝結が早く始まってしまう可能性があると判断されたことから、No.4（No.5）の配合で施工することとした。

5. まとめ

地盤改良の方法が決定してからは施工は比較的順調に進み、軌道変位等の計測も合わせて実施しながら無事施工を終了した。今回の地盤改良方法の検討から得られたことを総括すると、対象地盤を十分に把握した上で注入材料を選定すること、十分に試験施工を実施して改良効果を把握することが非常に大事であるということである。本報告が同種工事の参考となれば幸いである。

【参考文献】セメント系固化材による地盤改良マニュアル：社団法人 セメント協会

表-3 試験施工結果（総括）

No.	1	2	3	4	5
W/C (%)	100	100	80	100	100
固化材使用量 (kg/m ³)	300	340	400	400	400
一軸圧縮 強さ (7 日強さ) (kgf/cm ²)	埋土 有機質 シルト	8.20～ 11.8 (10.0)	5.60～ 15.5 (11.7)	21.8～ 58.8 (36.5)	7.40～ 16.2 (13.2)
	腐植土	0.31～ 0.55 (0.40)	0.49～ 14.1 (8.90)	1.70～ 4.40 (2.90)	0.75～ 28.4 (10.1)
記 事	削孔時のみてん充攪拌				削孔時および引上げ時の両方でてん充攪拌

※一軸圧縮強さの（ ）は平均値

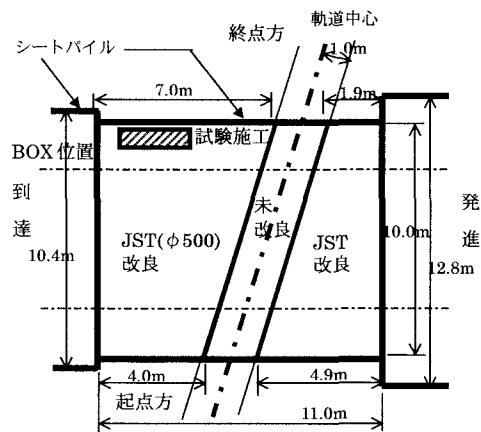


図-2 JST 改良範囲（平面）