

地盤改良した特殊軟弱地盤の長期的な沈下特性について

JR 西日本 正会員 ○西田幹嗣 河村和俊
泉並良二
(株)レールテック 正会員 熊本 清

1. はじめに

本論文の調査対象とした遠賀川地区の軟弱地盤上に構築された盛土の支持地盤は、ソーラ層(北九州の低湿地に点在する高有機質土で泥炭の一種)と呼ばれる有機質粘土層が介在し、建設当時から盛土の沈下が著しく約30年前のダイヤ改正まで速度規制が実施されていた。この遠賀川地区の右岸側盛土は、工期の関係上、段階式急速盛土工法により高さ約7~8mの鉄道盛土を築造することとなり、軟弱地盤の改良強化を目的として押入盛土とサンドコンパクションパイル工法(以下、SCP工法と称す)が施されている¹⁾。一方、開業当初から右岸側盛土で実施されている防音壁の沈下データを見ると開業後約35年経過した現在においても沈下していることが確認されており、防音壁の改良(継足)や軌道こう上によるバラスト止の設置など、維持管理上問題となることが懸念される。

そこで本論文では、開業後約35年経過した右岸側盛土の沈下実態を明らかにし、今後の維持管理手法を明確にすることを目的に、防音壁の沈下データならびに盛土施工前後の土質試験結果を用いて種々の検討を行った。

2. 供用後の長期的な沈下特性

右岸側盛土の地質想定断面図を図-1に、盛土完成以降から実施された防音壁の累積沈下量を図-2に示す。

図-1および図-2から、まずA,B,D断面の累積沈下量がC断面の累積沈下量よりも大きくなっていることが伺える。これは、A,B,D断面がC断面と異なり基盤深度が深く、軟弱層が厚いことが要因であると考えられる。

また、B,D断面は深層改良区間であるにもかかわらず、浅層改良区間のA断面とほぼ同程度の沈下量となっている。これは、SCP工法が昭和45年から現場で盛んに採用された新しい軟弱地盤改良工法であり、そのメカニズムが非常に複雑で未解明な点が多いという報告等²⁾から、当現場のSCP改良地盤は沈下問題に対して十分な性能を有していなかったのではないかと推察されるため、今後検討する必要がある。

3. 双曲線法による沈下予測

防音壁の沈下計測結果から将来沈下量を予測するため、本論文では種々考案されている方法の中でも簡易でかつ実沈下との整合性も高い双曲線法を用いて各観測地点の最終沈下量を予測した。双曲線法による沈下予測式は(1)式で示され、(1)式を変形した(2)式から α, β を最小二乗法により算定し、(3)式によって最終沈下量 S_f を算出した。

$$S_t = S_0 + \frac{t}{\alpha + \beta \cdot t} \cdot \dots \cdot (1)$$

$$\frac{t-t_0}{S_t - S_0} = \alpha + \beta \cdot (t-t_0) \cdot \dots \cdot (2)$$

$$S_f = S_0 + \frac{1}{\beta} \cdot \dots \cdot (3)$$

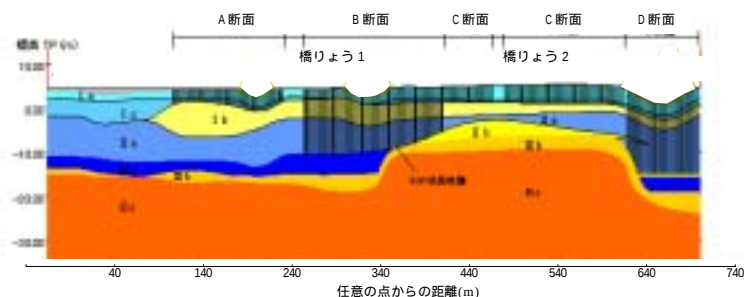


図-1 地質想定断面図

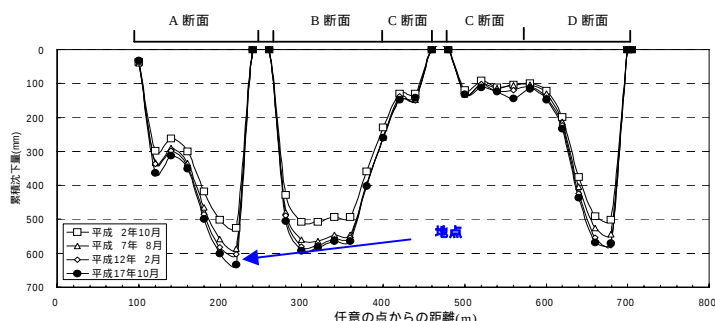


図-2 防音壁の累積沈下量

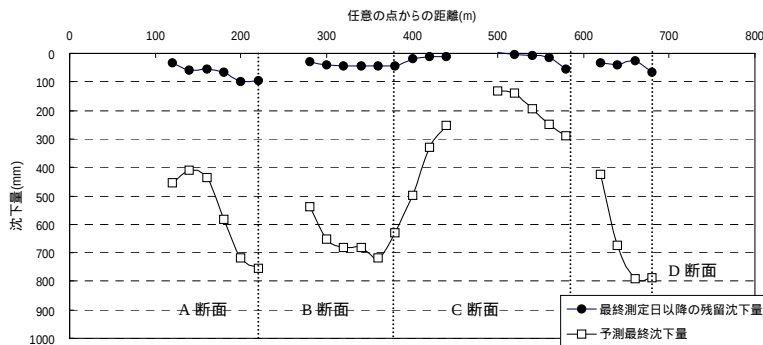


図-3 各観測地点の双曲線法による予測沈下分布図

キーワード：既設盛土・圧密沈下・SCP改良地盤・双曲線法

連絡先：新幹線管理本部 小倉土木技術センター 〒802-0002 北九州市小倉北区京町 4-7 TEL/FAX：093-512-0921

ここで、 S_t ：時間 t における沈下量、 S_f ：最終沈下量 ($t \rightarrow \infty$)、 S_0 ：時間 t_0 における沈下量、 t ：経過時間、 $\alpha \cdot \beta$ ：実測沈下量から得られる係数である。

各観測地点の予測最終沈下量と最終測定日以降の残留沈下量の関係を図-3 に示す。その結果、予測最終沈下量の不規則な増減はあるものの、今後も最大で 10cm 程度沈下することが予測された。

4. A 断面における盛土施工前後の土質特性

盛土の沈下要因を把握するため、防音壁の沈下が著しい地点（起点方から 220m）付近において土質調査・試験を実施した。表-1 に地質構成、図-3 に盛土施工前後の粘性土に対する N 値、自然含水比 W_n 、一軸圧縮強度 q_u 、および圧密降伏応力 P_c を深度方向にまとめたものを示す。なお、盛土施工前データは昭和 46 年に A 断面内で実施された土質試験結果である。

表-1 地質構成

地質区分	地質記号	構成土質名
盛土層	B	礫質混じり砂質土
沖積層	第 1 層	粘性土層 a 粘土
		砂質土層 b 細砂・粗砂
	第 2 層	粘性土層 c 砂質シルト
		粘性土層 a 砂質粘土、粘土
	第 3 層	砂質土層 b シルト質細砂
		粘性土層 a 砂質粘土、粘土
基礎岩(大辻層群)	Bs	泥岩

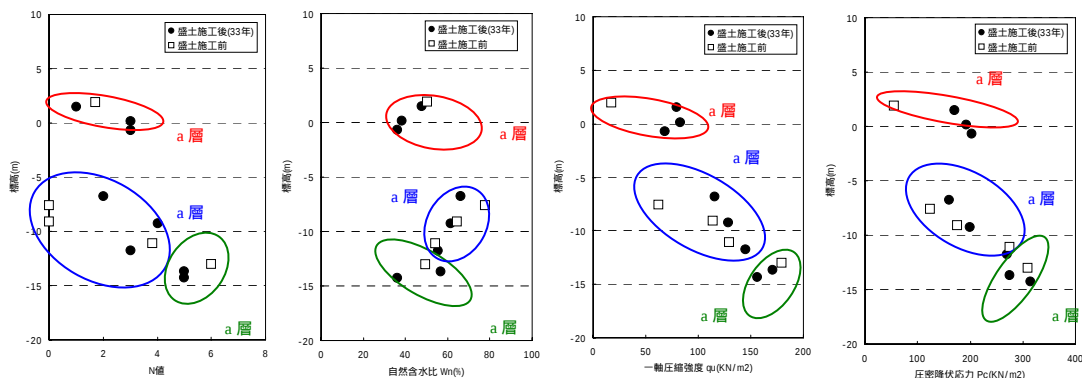


図-4 盛土施工前後の土質特性

まず、 N 値に着目すると、Ia 層、a 層においては施工前後で N 値が概ね増加傾向にあること、自然含水比に着目すると盛土施工前後において Ia 層、a 層で概ね減少傾向にあることが伺える。次に、一軸圧縮強度に着目すると、a、a 層については施工前の一軸圧縮強度よりも明らかに大きくなっているのに対して、a 層は施工前後で顕著な傾向は見られない。これは、a 層の分布深度が深いため盛土荷重による増加応力が上部に比較して少ないことが影響しているものと考えられる。次に、圧密降伏応力に着目すると、一軸圧縮強度とほぼ同様の傾向を示していることが伺える。

ここで、現状における圧密度を推定したところ、図-5 に示すように圧密降伏応力 P_c が有効土被り圧 σ_v' を下回るのは a 層の上部 (GL-14.9m) 付近の 1 箇所のみで、その圧密度は約 97.5% であることが確認できた。一方、他の粘性土層 (a 層、c 層、a 層) は、いずれも P_c が σ_v' を上回っており、一次圧密は終了していると評価される。すなわち、双曲線法により求められた残留沈下量については一次圧密領域のものではなく、二次圧密に伴う沈下であることが明らかとなった。

5. A 断面における維持管理について

本調査・解析結果より A 断面においては二次圧密に伴う盛土の沈下が維持管理上の問題となることが判明した。

二次圧密に伴う盛土の沈下を軽減させる対策としては、図-6 に示すように押え盛土の撤去が有効であると考えられる。しかしながら、二次圧密に伴う残留沈下量は 10cm 程度であること、盛土が急激に沈下する恐れがなく列車の走行安全性を確保できること、軌道整備に要する年間コストは右岸側盛土だけでラスト区間 1km あたりの年間保守投入量の 2 倍程度であること、などから今後の維持管理としては軌道整備による対策で良いものと考えられる。

6. おわりに

本論文は、開業後約 35 年経過した遠賀川地区の右岸側盛土に対する沈下実態を明確にするため、防音壁の沈下が著しい A 断面において土質調査等を実施し、今後の維持管理手法について検討した。今後は、他の盛土断面において同様の調査を実施し、今後の維持管理の方向性について検討するとともに、昭和 40 年代後半に施工された SCP 改良地盤の改良効果等について検証する予定である。

【参考文献】

- 1) 渡辺進・伊藤孝之・岩崎高明：山陽新幹線岡山-博多間における開業直後の土構造物の状態、鉄道技術研究資料、1977.2
- 2) 松岡敏彦・塚井直樹・原田邦夫：軟弱地盤改良における理論と実際(コンポーザー工法)、土と基礎、1973.11

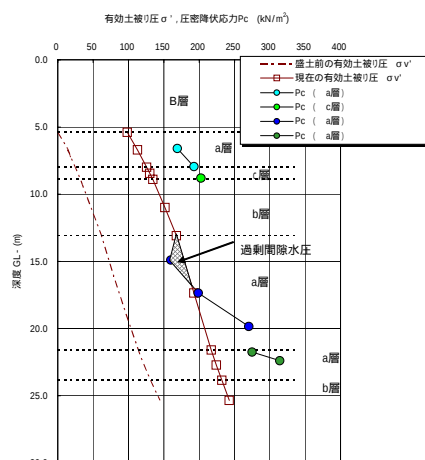


図-5 有効土被り圧と圧密降伏応力の関係

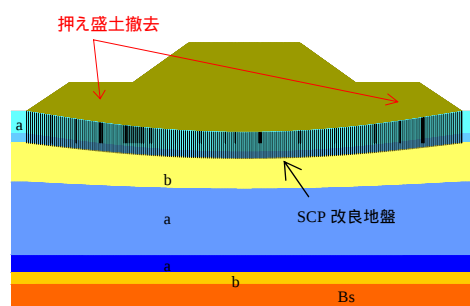


図-6 二次圧密に伴う対策工(押え盛土撤去)