

東京急行電鉄株式会社

正会員 宮崎 学

清水建設株式会社

正会員 小山 一彦

正会員 ○ 伝田 篤

く1> まえがき

鉄道路盤に於て一般に不良路盤といわれている地点は全国各地に分布しており、保線と大きな支障となっている。この不良路盤のうち多くが噴泥路盤であるが、現状ではこの噴泥を防止するための工法として種々の工法が考えられ、採用されているもののそれぞれ一長一短があって十分に満足できるものはないと思われるような状況である。筆者らはこのような状況に鑑み、図-1のようなソイルモルタルぐいといとそれから円板状に伸びる数枚の水平膜とを路盤内に造成することにより、噴泥を防止する実験を試み良好な結果を納めることができた。ここに報告する。

く2> 実験概要

(1) 実験路盤 実験路盤の土質定数を表-1に示しておいた。路盤A,Bとも田園都市線内であるが、路盤Aは同線延長工事区間内で武蔵野ロームからなっており、基礎実験とも言うべきペースト配合や打設方法、後述の噴泥防止機構の適応性等を試験した。路盤Bは営業線内であり、多摩川の氾濫原上に埋め立てられた粘土からなる。路盤Bでは高架化工事が行なわれており、打設実験後約2ヶ月で列車が高架軌道に移ったため、その時点でぐいといと水平膜の掘削確認、載荷試験等改良効果確認のための実験を行なった。また打設後2ヶ月間継時観測を行なった。

図-1. ぐい打設状態図

表-1 土質定数

路盤土	レキ分(%) (200μより)	砂分(%) (75~200μ)	シルト分(%) (5~74μ)	粘土分(%) (5μ以下)	W _L (%)	W _p (%)	I _p	G _s	W _n (%)	γ_t (t/m ³)	E _n	S _r (%)	q _u (kg/cm ²)	E _{so} (kg/cm ²)
A	0	13.5	42.0	44.5	115.8	58.1	57.7	2.591	106.5	1.375	2.890	95.5	1.788	313.3
B	0	15.0	46.5	38.5	49.9	26.7	23.3	2.595	31.0	1.825	0.865	93.9	12.683	392.9

(2) 施工機械 セメントペースト作成のためプレバクトモルタル用プラント、ミキサを用いた。ミキサは容量0.2m³、かくはん翼の回転数180r.p.m.(50Hz)である。またペースト使用量を測定するため電磁流量計を高压ポンプのサクション側に取り付けた。高压ポンプは3連プランジヤタイプのもので、吐出量60%min、吐出圧力200%である。ボーリングマシンはスピンドル型のもので、ロッドの回転数、引き上げ速度が可変のものを使用した。ロッド先端にはペースト噴射のためのノズル(ノズル径2mm)が2個取り付けられている。

(3) セメントペースト ペーストは減水剤や急結剤の種類と混入率、更にはセメントの種類や水セメント比をいろいろ変えて試験練りし、コンシステンシー試験(Portによるフロー値測定)、凝結試験、更には打設試験を行なった上で右表のように決定した。

表-2 配合

セメント	水	減水剤	急結剤
120	78	0.6	1.2

セメント: 超早強セメント

水: 水道水

減水剤: ポゾリス10L

急結剤: CaCl₂練り上げ量: 0.1163 m³

(4) 打設方法 打設方法を図-2に示す。順序を説明すると次のようである。

(A) ロッドを打設位置にセットし、所定深度まで回転圧入させる。

(B) ロッドを回転させたままペーストを一定時間噴射し、最下段の水平膜を造成する。

(C) ペーストを噴射させつつ次の水平膜造成位置まで定速度で回転、引き上げを行なう。

(D) B.C.を繰り返し、最終的に下のようなソイルモルタルぐいと数枚の円板状水平膜を造成する。

く3> 本実験での噴泥防止機構

本実験での噴泥防止機構は次のようなものである。

(1) 列車荷重の大半をソイルモルタルぐいで受け持たせ、ぐい間路盤に作用する

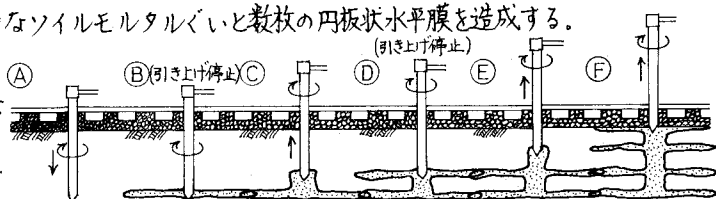


図-2 打設方法

列車荷重の影響を軽減させる。

$P_1 + P_2 \leq$ 列車荷重 (P_1 : くい体には作用する列車荷重, P_2 : くい間路盤には作用する列車荷重)

(2) 前述のくい体から伸びる円板状の水平膜を他のくいから伸びる水平膜と接続させることにより、路盤土を水平方向に数層のブロックに分割し、鉛直方向に対する泥土、および水の移動を防止する。

<4> 実験結果と考察

(1) 観測 梅雨期という悪条件にもかかわらず噴泥はみられなかった。また列車荷重によるレールの沈下が観測されたが、1週間程度で落ち着き、最大8mm程度であった。

(2) 荷重分担率 改良効果を定量的に表わすため、次式で表わされる荷重分担率というものを考えてみた。

くいの荷重分担率 $a_p = 100 / (1 + n) (\%)$ ($n: A_p E_p / A_s E_s$, A : 断面積, E : 弾性係数, 添字 S はくい)
くい間路盤の荷重分担率 $a_s = 100 - a_p (\%)$ (間路盤, P はくい体に関する値であることを示す。)

くい体とくい間路盤の載荷試験結果からそれぞれの変形係数を求め、 a_p を求めてみると80%弱となり、くい間路盤には作用する路盤圧力はくい打設前の路盤圧力の1/5強にまで減少していると推定される。尚、計算は図-3のようない打設配置により行なった。

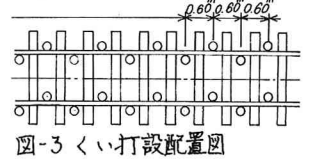


図-3 くい打設配置図

(3) くい形成状態 くい体と水平膜の状態を写-1に示す。くい径はいずれも30cm位である。水平膜は路盤Aでは他のくいから伸びる水平膜との接続が確実にされており、完全に数層のブロックに分割されていた。水平膜の厚さは数cm~2cm程度である。一方路盤Bはガレキ、ゴミ等の地中障害物が非常に多く、水平膜は認められるもののその接続性はあまり良くなかった。しかし本工法での第1の目的は路盤土への列車荷重の影響の軽減であり、このような場合でもくい自体は確実に造成されており、それ程問題とはならないように思われる。

(4) くい体強度 前述のようにくいは一種のソイルモルタルぐいであるが、標準養生でのくい体強度、弾性係数は表-3に示す。この時の路盤土の混入率は5%強であった。



(5) レール浮き上がり量 くい打設時に最大2.5cmのレール浮き上がりが観測された。影響範囲は打設地点から数mにも及ぶようである。このため本実験ではタイタンバーにより調整を行なった。

(6) 打設仕様 振動確認等により、図-3に示す配置で十分に水平膜が接続されることが明らかになった。またロッドの回転数を12 r.p.m.、引き上げ速度を120%min、水平膜造成位置での停止時間を5秒、そして水平膜の間隔を原則として25cm、くい長は1mである。

<5> むすび

以上実験の概要を述べるだけにとどまったが、本工法の特徴としては次のようなものが掲げられる。

- (1) 上述のような噴泥防止機構があるので、どのような路盤土に対しても本工法が適率できる。
- (2) 施工人員は打設機械1セットにつき数人程度でよい。
- (3) くい1本当りのサイクルタイムは数分であり、複数本同時打設することで極めて施工能率が高くなる。
- (4) くい1本当りのペースト使用量は高々95ℓ程度であり、セメントと少量の混和剤しか使用しないので材料費が安く、しかも品質管理が容易である。
- (5) 使用材料が少なく、しかも打設方法も単純であるので施工が簡単であり、施工管理がしやすい。従って今後この工法専用の機械と製作することにより、能率的且つ経済的な実用に供し得る工法であることがわかった。

写-1. くい形成状態

表-3. くい体の強度定数

材令	3 H	4 H	5 H	7 D	28 D
軸圧縮強度 (kg/cm ²)	0.13	2.25	3.16	2.35	2.93
弾性係数 (kg/cm ²)	28.3	1044	3570	595×10 ⁴	748×10 ⁴