

横浜市 下水道局 桜井 利彦
大成建設(株) 横浜支店 大沢 元雄
大成建設(株) 技術研究所 正員 ○小寺 秀則

1. まえがき

最近の都市土木工事において、腐植土層に遭遇するケースが多くなってきている。今回、下水道工事に際して、地盤調査の結果、腐植土層中をシールド（内径2600）が通過することになり、またその延長距離も、全工区の7割が2～5mの腐植土層が堆積していることがわかった。当地は、沿道に家屋や商店、ガソリンスタンド等が建込んだ所で、幅員7～8mのバス路線の直下を、土被り7～8mでシールドは掘進するもので、この際に、以下のような問題点があげられる。

- ① シールド掘進時の土量取り込み時に、腐植土のもっている繊維質のため過大に土を取り込んでしまうことにより地表面の変状が周辺民家に与える影響
- ② 掘削中の応力解放のため、腐植土層が脱水され、地盤沈下を誘因する。
- ③ シールド掘進後の腐植土層の脱水現象から発生する地盤変状

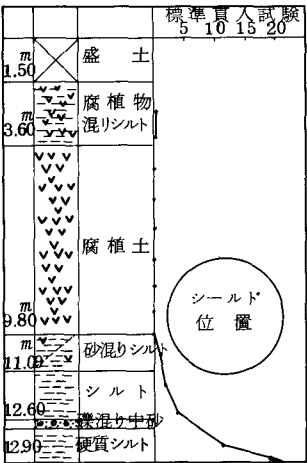
以上の考えから、沿道両側には、場所打ち杭、またシールド上半断面には、薬液注入による地盤改良が計画されたが、腐植土層における薬液注入の実施例はほとんどなく、現位置にて、注入実験を行い、効果的な注入方式を模索した。

2. 現地の土質

現地は神奈川県鶴見川の犯濫原であり平均的な地盤の柱状図、土質調査の結果を示す。土層は未分解の植物繊維を多量に混入し、N値＝0～2 自然含水比で400～500％と非常に高い。

表－1 土質試験結果

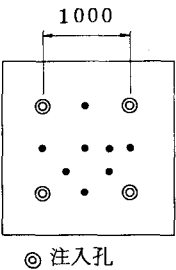
含水比	湿潤密度	間隙比	飽和度	液性限界	塑性限界	強熱減量
450 ～490%	1.133	8.3～9.4	90～94%	518 ～522%	186 ～220%	58.5 ～77.8%
一軸圧縮試験		三軸圧縮試験		圧密試験		PH
0.190～0.277kgf/cm ²		φ＝1.4～2.5° C＝0.12～0.18kgf/cm ²		P _y ＝0.365～0.39kgf/cm ² C _c ＝4.9～7.3		5.8



図－1 土質柱状図

3. 薬注実験その1

薬注実験では、注入材として、LW-1'（ポルトランドセメントのかわりに、ホモゲル強度が2倍程度強くする特殊セメントを使用）、懸濁液型瞬結タイプ、溶液型瞬結タイプの3種類を、注入率30％、50％の2ケース（土量1m³に対し300ℓ、500ℓ）の注入率で施工した。注入孔のピッチは1mピッチの4本を1組とし、四角形配置とした。改良目標値として、コーン指数でq_c≥10％とした。その結果、改良効果としてLW-1'＞懸濁液型瞬結＞溶液型瞬結の結果であった。これは、ホモゲル強度の順と類似している。しかし、もっともよいものでも改良されている長さは全体の2割程度であり、このまま現場施工にもっていくには問題が多い。



図－2 注入試験その1

4. 注入実験その2

腐植土層を薬液注入のみで改良することは、まだ問題が多い。そこで地盤改良工法として実績も多い現位置搅拌工法と、注入工法を併用する方法を考案し、実験を行った。現位置搅拌工法ですべての区域が施工できれば、もっとも確実であるが、当地は、路面下に地中埋設物が多くあるため、すべての区域をカバーできない。そのため、搅拌工法で施工できない所を注入工法でカバーしようとするものである。

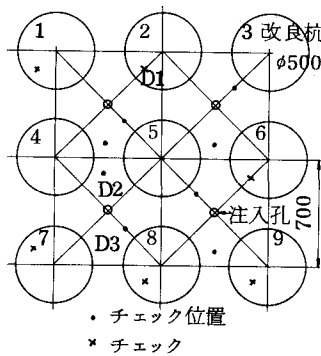


図-3 注入実験その2

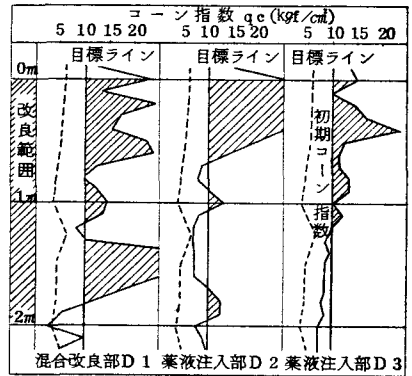


図-4 コーン貫入試験結果

ある。搅拌工法は、路盤の掘削径が $\phi 200\text{mm}$ で、所定の深さで 500mm の径に拡幅し、固化材ペーストと腐植土を十分混合することにより所定の強度を得ようとするものである。固化材の投入量は、特殊セメントを用いて、腐植土 1m^3 当り 300Kg の使用とした。この固化材量で、室内配合試験の結果、 $\sigma_4 = 1.2\text{Kg/cm}^2$ 、 $\sigma_7 = 2.1\text{Kg/cm}^2$ 、 $\sigma_{28} = 5.5\text{Kg/cm}^2$ であった。搅拌工法は、 70cm ピッチで正方形配置で施工し、その対角線上の中間部に $\text{LW}-1'$ の注入を 50% 、 60% の2種行った。また注入ピッチを 10cm ピッチと細かく注入した。その結果、注入率 50% で、 $q_c > 10\text{Kg/cm}^2$ をクリアーすることができた。

以上の結果を踏まえて、実施工に移った。

5. 現場施工

無防護区域ではシールド通過時に周辺の地下水位の変化はなかった。設計時には約 1m の地下水位が発生すると仮定を設けたため、設計上 120mm の沈下があると予測したが実測の結果 40mm 程度の沈下でおさまった。また側方変位については、シールドセンターから 5m はなれた所で最大 24mm の変形をおこしたが 10m はなれた所では 5mm と少なかった。防護工を施工した所では、地盤変状はシールド直上で約 4mm の沈下を記録したが、場所打ち杭にもうけた地中傾斜計には変形はなかった。

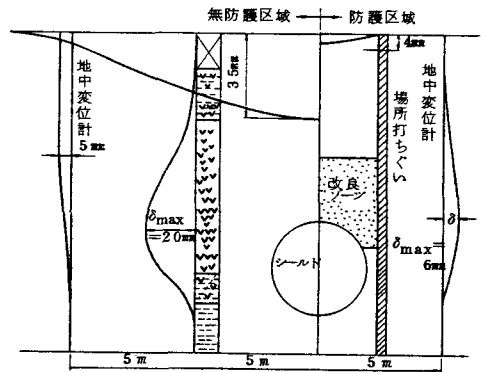


図-5 地盤変状

6. まとめ

防護工と地盤改良により、周辺の民家等に影響を与えることなく、無事工事を完了することができた。これは、シールド掘進にともない、周辺の地下水位を下げなかったことが大きな効果をもたらしたと考える。これは、土圧バランス型シールド掘進と、同時裏込注入によるものと考えられる。また沈下量を極力少なくおさえることができたのは、地盤改良の効果であろう。