

III-242 RMPを用いた地中防護壁の効果について

飛鳥建設(株) 技術研究所 正員 長谷川昌弘
札幌支店 村上清基
技術研究所 佐藤利彰

1. まえがき

密閉加圧式シールド工において、シールド掘進による周辺地盤の沈下抑制と家屋防護を目的として、RMP (Raito Mixing Pile) 工法による防護壁を施工した。本報文は、その効果についてまとめたものである。

RMP工法は、回転するロッドの先端部に数ヶの特殊強制攪拌ブレード(ミキシングブレード)を装着し、掘削時および引き上げ時にロッドにあけたスロットより注入材を一夜で注入しつつ、周囲の土を攪拌混合又は半置換し、直径約4.5cmの地盤改良杭を土中に造成する工法であり、通常のボーリングマシンで施工できるため、作業スペースも狭くてすみ、都市土木工事などでの適用範囲は広い。今回の場合は、これを連続的に柱状に施工し、地中防護壁の効果を期待するものであり、注入材としては、ケミコライム400を主役に表-2のような配合のものを用いた。

2. 地盤条件

シールド機は、密閉加圧式のもので、その外径は4.43m全長は4.62mであり、外径4.30m内径3.95m巾0.9mのRCセグメントが用いられた。シールドの土被りは、約5mで主に $\gamma=0$ の軟弱なシルト質粘土層が掘進の対象となった。土層断面を示すと図-1の通りであり、各層は、ほぼ水平に堆積しており、各層の土質性状をまとめれば表-1のようになる。

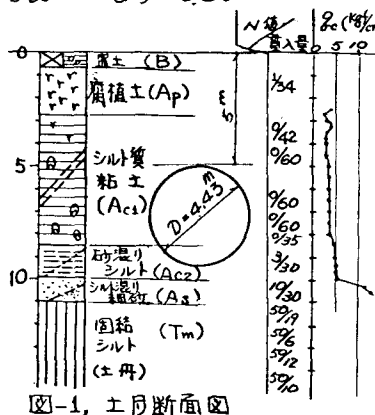


図-1. 土層断面図

表-1. 土質性状一覧表

土性	土層	Ap	Ac1	Ac2	As
土粒子の比重 G_s		2.40~2.35	2.60~2.49	2.57	2.70
粒度レキ分 G %		0	0	0	—
砂分 S %		11~15	4~13	11.0	7.3
シルト分 M %		37~60	37~57	47.0	17
粘土分 C %		24~52	45~59	42.0	10
自然含水比 w_n %		145~185	76~110	100	16
液性限界 w_L %		160~180	76~106	85	—
塑性限界 w_P %		63~82	41~63	38	—
塑性指数 I_p %		95~120	34~63	47	—
粒度による分類		MH, シルト~粘土	CH, シルト	CH, 粘土	SM~SC
単位体積重量 γ t/m^3		1.20~1.32	1.40~1.45	—	1.85
向け係数 e		3.0~3.6	2.6~2.8	—	—
一軸圧縮強度 q_u t/cm^2		0.23~0.37	0.22~0.51	—	—
同変形係数 E_{50}		3.5~9.0	8.5~20	—	—
UU 圧縮 C_u t/cm^2		0.08~0.16	0.10~0.23	—	—
Test ϕ_u		0.2~3.5°	6~7°	—	—
有機物含有量 L %		36~42	—	—	—

立坑内で試験杭を造成し、これをあとから掘り出して改良形状の確認と強度試験を行った。杭体としては、当初の期待通り、ほぼ径4.5cmの柱状体のものが造成されていたが、腐植土層(Ap)では柱状に未改良の部分が残っているのが認められた。杭径と改良強度(軸圧度)との関係は表-3のようになる。

表-2. 注入材の配合

材料名	数量
ケミコライム400	550kg
ベントナイト	25kg
RGA剤	2kg
水	815L

表-3. RMP一杭径と改良強度

杭径	8日	28日	35日	備考
土層				
Ap	16~22 (19)	16~21 (19)	16~34 (25)	$\phi 54-75$ $h=69-85$
Ac1	13~23 (20)	24~38 (31)	29~41 (35)	—

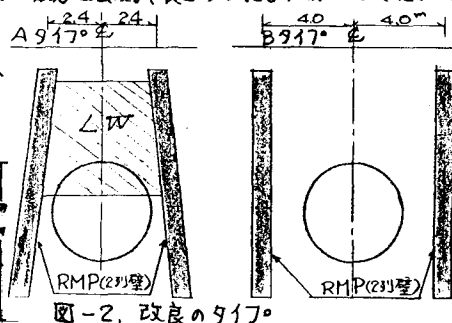


図-2. 改良のタイプ

3. 結果のまとめ

試験施工の結果からRMPは2列壁(2列重ね)が必要であると判断されたので、改良タイプとしては、図-2のようはA・B2タイプの断面が実施工に採用された。図-3、4表-4に地表面流下の測定結果をまとめたがこれらの図表から、次のようなことがうかがえる。

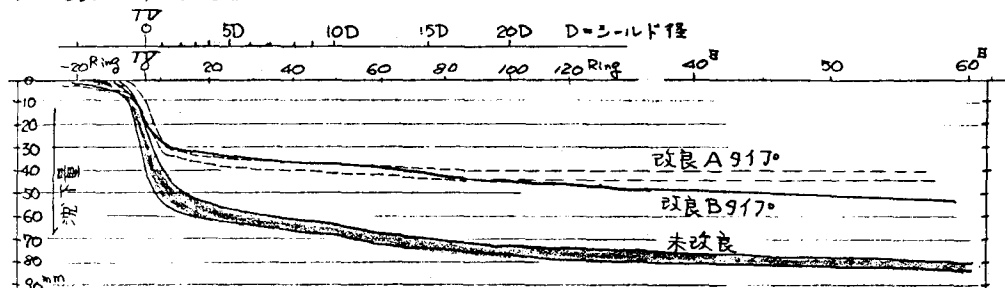


図-3. シールドの地表面流下状況図

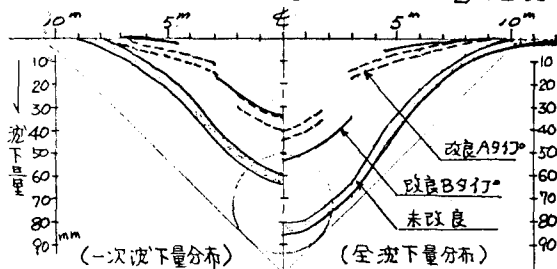


図-4. シールド横断方向地表面流下状況

表-4. 地表面流下比較表

	A917°	B917°	未改良
一次流下量 S_1 mm	35~40	35	59~64
二次流下量 S_2 mm	4~5	18	21~22
全流下量 S_t mm	40~44	53	81~85
S_1/S_t	0.89~0.91	0.66	0.73~0.75
S_2/S_t	0.10~0.11	0.34	0.26

- ① 図-4から地中防護壁としての流下抑制効果は、A・B両タイプとも期待通り発揮されており、特にBタイプでは縁切り効果が認められた。(※計測目標値は、シールドをより5mmの所で10mmの流下)
- ② RMPによって囲まれた部分の一次流下量は、未改良断面のそれと比べて50~65%にとまっている。一次流下は、いずれも $6 \times D$ (30 Ring)あたりで終りようであるが、ひきつづいて生じる二次流下の量は、Bタイプと、未改良断面では、ほぼ等しく、Aタイプでは、Bタイプない未改良断面の $1/5$ 程度になっている。そして、全流下量に占める二次流下量の割合は、Aタイプ断面で10%、Bタイプ断面で34%、未改良断面では、26%となっている。(表-4)
- ③ Bタイプ断面で、一次流下(左上)が少なくなったのは、PMPと土の摩擦が(RMPで囲まれた部分の)つり下げ効果として作用したことによると考えられるが、二次流下量は未改良断面とほぼ等しいのは、このつり下げ効果は一次的なものであって、二次流下の要因と想定される再圧密現象、塑性流動現象を阻止できなかったことによるものと推察される。
- ④ Aタイプ断面では、未改良断面と比較して、一次流下量で約40%減、二次流下量では、約80%減となっているが、このことから、地中防護壁と二次流下抑制の両効果を期待するには、PMPとLW注入の併用工法が有効と考えられる。

4. あとがき

以上の測定結果により、RMPを用いた地中防護壁は、当初期待した効果を発揮することができたものと考えられるので、今后、この種の補助工法として有効なもののひとつとして検討を加えていきたい。

＜参考文献＞

・荒砥太市他；土被り2mの河川横断シールド 月刊下水道 vol.2 No.2 1979