

VI-131

水平方向の攪拌混合式地盤改良工法の開発（その2）

東急建設株式会社 正会員 鈴木祥三
 同上 正会員 伊藤久雄
 同上 上條俊一
 株式会社テノックス 加藤真也

1. はじめに

山岳トンネル工法で適用される先受け工として、機械式攪拌混合による地盤改良工法(攪拌混合式ジオパラスール工法)の開発を進めている。我々は、削孔実験をとおして機器の耐力性能を確認し、削孔径変化($\phi 250 \sim \phi 600$)が可能な機械・装置を製作した。筆者等は、本機器を用いて、ローム層を対象とした水平方向の攪拌混合による改良体造成の実験を実施したので、その結果について報告する。

2. 実験方法

実験は動力である削岩機(アロードリル RPD-75)と拡翼ビット、拡縮制御装置、注入装置等からなる機器を用いて攪拌混合改良を試みた。

作業手順は、① $\phi 250$ (最小径)・ $L=6.0\text{m}$ を清水により先行削孔する。②その位置で $\phi 600$ まで拡翼する。次に、③引抜き方向での拡径削孔(リーミング)と同時にビット先端部からセメント系改良材を注入し、現位置土と改良材の攪拌混合を行い $\phi 600 \cdot L=5.0\text{m}$ の改良体を造成する。更に④ $\phi 250$ に縮径し、 $L=1.0\text{m}$ の口元付近の引抜きを行う。実験では、削孔軸の偏芯防止と注入時のパッカー機能としてスタビライザーを2ヶ所に取付けた。また、口元の最小径 $\phi 250 \cdot 1.0\text{m}$ 区間もパッカー効果を期待した。

3. 水平方向の地盤改良の実証実験

実験地山は、神奈川県平塚市地内にある関東ローム層(N値 7~8, $\gamma=1.46\text{tf/m}^3$, $C=14.5\text{tf/m}^2$)を対象に、改良体を4本(No.1~No.4)造成し、配合および品質の確認、芯材定着、改良体のラップによる連続改良体の造成の実験を行った。

$\phi 600$ の削孔及び攪拌混合は40rpm・平均14cm/minであり、改良材は削孔速度に合わせて注入した。攪拌効率向上目的の1.0m区間毎に練返し80rpm・39cm/minで実施した。

実験により確認された主な事項を挙げる。

1) 配合の確認

改良体の設計強度を 2.0N/mm^2 とした事前の配合試験を行い、表-1による配合で実験を実施した。セメントソイルのリーク状況は、改良対象土量 1.4m^3 に対して 0.06m^3 のであり、現位置土が改良材と攪拌混合されていると判断された。リークしたセメン

表-1 改良土 1m^3 当たりの配合

項目	セメント:C (kgf/m^3)	水:W (t/m^3)	W/C (%)	備考
攪拌混合削孔 (リーミング)	350	210	60	削孔径 $\phi 600$ 削孔径 $\phi 400$

*セメント系固化材(スタビライト M15)比重:3.02

表-2 攪拌混合施工結果表

改良体番号	削孔径(mm)	削孔長(m)	所用時間(分)/削孔時間(cm/分)			総注入量(t)	吐出量(t/分)
			攪拌混合	拡径削孔	練返し		
No.1	$\phi 600$	5.0	102/4.9	58/8.6	44/22.7	613.7	10.6
No.2	$\phi 600$	5.0	79/6.3	47/10.7	32/31.3	553.8	10.2
No.3	$\phi 600$	3.0	46/6.5	29/10.4	17/35.3	413.7	16.4
	$\phi 400$	2.0	23/8.7	12/16.7	11/36.4	147.7	12.5
No.4	$\phi 600$	1.0	20/-	-/-	-/-	134.0	10.0
平均		5.0	62.5/8.0	36.5/13.7	26.0/38.5	432.2	12.5
改良径別平均	$\phi 600$	4.0	75.7/5.3	44.7/9.0	31.0/25.8	527.1	12.4
	$\phi 400$	2.0	23.0/8.7	12.0/16.7	11.0/36.4	147.7	12.5

*1.0m 毎のロット接続および切離し時の流出等のロス分も含まれる

キーワード 先受け工、水平地盤改良、拡翼ビット

〒150-8340 渋谷区渋谷 1-16-14 TEL 03-5466-5275 FAX 03-3406-7309

トソイルも十分に攪拌混合されており、対象土質に対する改良材と配合は適当であると判断できた。

2) スタビライザーの効果

スタビライザーのパッカー効果は発揮されて、出来形としては改良体上部にすき間がなく $\phi 600 \cdot L=5.2\text{m}$ (No. 2)、 $\phi 600 \cdot L=3.0\text{m}+\phi 400 \cdot L=2.0\text{m}$ (No. 3)の改良体を確認された。

3) 芯材の挿入

芯材（鋼管 $\phi 60$ ）入りの改良体の造成も可能であることが確認された。

4) 改良体のラップ

改良体のラップ改良は可能である。

5) 一軸圧縮強度試験結果

No. 2の改良体の一軸圧縮強度は、 $q_u=2.4 \sim 7.2\text{N/mm}^2$ であり、一応目標強度 2.0N/mm^2 以上の改良体が造成できている。コア採取位置と試験結果を図-1、表-3に示す。

図-1、表-3が示すように、採取されたNo. 2-2、No. 2-3のコア供試体は、ロッド切離しに

ともなう施工継ぎ目部分のコアであり、練返し攪拌混合が不十分であるため、他より一軸圧縮強度が小さいと推定される。また、断面内にはセメントスラリーの多少によるリング模様が見られたり、土塊の混入が観察され等、改良体の品質は位置により差異があった。

今回は攪拌混合改良が難しいとされるローム層を対象とした水平方向の改良体造成実験を行い、均一な改良体として品質に課題があるものの、水平方向の攪拌混合改良工法の造成過程と造成形状の結果には十分満足する成果が得られた。本実験により、本機器による水平方向の攪拌混合式地盤改良が可能なが実証できた。

4. おわりに

水平方向の攪拌混合による地盤改良の可能性を示した。今後、機器や施工性の改善をすることによって、良質な改良体の造成が可能であることが判った。攪拌混合式地盤改良によるトンネル先受け工の実用化への可能性を示すことができたと考える。機器の改良とともに改良体の高品質化に向けて、改良材料・配合や施工方法の検討を進めて行きたい。

参考文献：1)伊藤・鈴木・上條・吉岡「水平方向の攪拌混合式地盤改良工法の開発(その1)」土木学会第53回年次学術講演会概要集投稿中（1998）

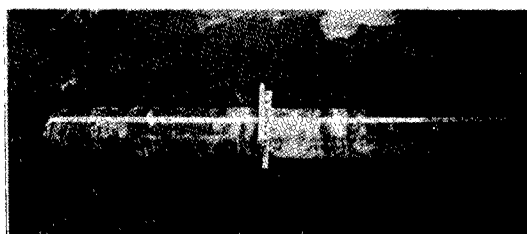


写真-1 No.2 改良体出来形

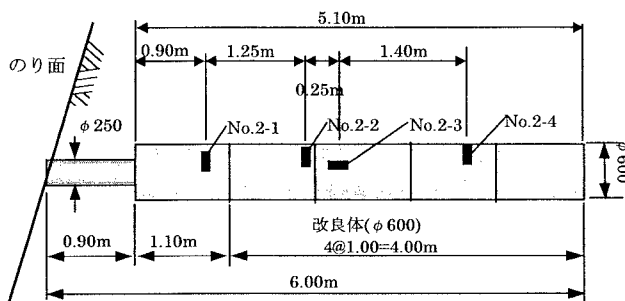


図-1 No.2 改良体出来形・コア採取位置図



写真-2 改良体断面

表-3 No.2 改良体の採取コア一軸圧縮強度

コア供試体	採取コア	単位体積重量 γ t(g/cm ³)	28 日強度 (N/mm ²)	備 考 (コア位置での 実施注入量)
No.2-1	改良体鉛直方向	1.561	7.21	417kg/m ³
No.2-2	改良体鉛直方向	1.540	4.61	414kg/m ³
No.2-3	改良体鉛直方向	1.577	2.38	452kg/m ³
No.2-4	改良体軸方向	1.549	5.78	403kg/m ³

*実施注入量は改良時のリーク量とロッドの切離し時の流出量を含む