

掘削土リサイクルの技術開発に関する検討
(粒状化処理改良地盤の長期荷重試験について)

(株)宇部三菱セメント研究所 正会員 清田正人 正会員 堤 徹郎
関西電力(株) 黒阪博一
関電興業(株) 村上義昭 森崎臣司
宇部三菱セメント(株) 中村順治

1. はじめに

建設業界においては、建設廃棄物の減量化・有効利用を目指した対策が急務な課題となっている。このような状況を踏まえて、地中送電線埋設工事における掘削残土の有効利用の一環として、砂に代わる材料で水場でも埋戻しが可能なセメント系改良による粒状化処理工法の研究開発を行っている¹⁾。これについて定置式ミニモデルプラントを用いて、セメント系固化材を添加混合した改良土で埋戻した地盤を構築し、ダンプトラックの周回による長期荷重試験を実施した。結果を以下に報告する。

2. 実験概要

改良材はアクリル系高分子凝集剤を主成分としたA材とセメント系固化材を主成分としたB材の2材を使用した。使用した試料土の土質性状を表1に示す。ミニモデルプラントは定置式大型プラントの1/10程度を想定し、定量供給ベルトフィーダ、二軸連続ミキサー、振動ふるいの構造からなる固化処理能力9t/hのものを試作した。埋戻し区間と材料を表2に示す。埋設管は(A)～D区間のPFP管(ガラス繊維樹脂,内径150mm)とE～H区間のKGP管(鋼製,内径125mm)の2種類を3列4段の12本配置とした。現場試験状況を図1に示す。

埋設管を設置後、ミニモデルプラントで混合したセメント系改良土と比較用のマサ土・0号碎石、生石灰改良土、海砂、シールド残土を管埋設部へ埋戻し、舗装(路盤および表層)を敷設した。これに10tダンプに

土満載状態で3000回走行による荷重印加試験を行い、埋設管と路床および舗装の状態を確認した。今回の目標品質を表3に示す。舗装の沈下量の測定は、舗装敷設完了時に埋設管中心線に位置出しし、等間隔に座標を決めマーキングした。1区間の測定数を40点とした。埋設管の沈下量の測定は、最上段の埋設管の中央スパン部に沈下棒を取り付け、その天端をレベル測量により求めた。

表1 試料土の土質性状

土質の分類	試料土の番号	含水比(%)	湿潤密度(g/cm ³)	粒度(%)			CBR(%)
				礫分	砂分	細粒	
砂質土	No.1	9.6	2.189	29.2	51.5	19.3	4.8
	No.2	11.4	2.162	45.1	41.3	13.6	58.9
	No.3	18.6	2.151	47.8	38.9	13.3	1.4
粘性土	No.4	22.8	1.986	9.8	24.5	65.7	3.3
	No.5	31.4	1.862	11.5	31.5	57.0	0.4
	No.6	36.7	1.820	6.8	32.2	61.0	0.6
マサ土	No.7	8.0	2.095	41.6	41.0	17.4	71.4
碎石	No.8	3.5	2.002	28.4	61.3	10.3	32.2
海砂	No.9	7.1	1.672	1.8	96.2	2.0	4.2
シールド残土	No.10	14.6	1.985	2.0	81.0	17.0	23.9

表2 埋戻し区間と材料の種類および配合

区間	埋設管の種類	対象土			添加量(kg/m ³)		
		土質分類	番号	種類	A材	B材	生石灰
(A)	PFP	粘性土	No.6	(改良)	-	90	-
(B)		粘性土	No.4	(改良)	-	63	-
C-上		砂質土	No.2	改良	-	-	46
(C)-下		粘性土	No.5	(改良)	2	92	-
D-上		マサ土	No.7	未改良	-	-	-
D-下		0号碎石	No.8	未改良	-	-	-
E	KGP	砂質土	No.1	改良	-	-	47
F		海砂	No.9	未改良	-	-	-
(G)		砂質土	No.3	(改良)	-	97	-
H		シールド残土	No.10	未改良	-	-	-

*) ()は今回開発した改良土

キーワード：粒状化、掘削土、現場 CBR 試験、地盤反力係数

連絡先：埼玉県大宮市北袋町 1-297 TEL(048)647-2011 FAX(048)643-5146

3. 実験結果および考察

試験結果を表4に示す。

(1) 路床の強度特性

海砂とシールド残土の区間の現場CBRと地盤反力係数 K_{30} の値は低く、目標品質を満足しなかった。これらの埋戻し材の状態は、転圧面が柔らかく安定していなかった。改良土区間の強度はいずれも高い値を示した。土研式貫入試験値はすべて目標品質を満足した。路床部埋戻し後より舗装部撤去後の方がいずれにおいても強度は増加した。未改良土の区間では含水比の低下、舗装敷設による拘束、車輛荷重の载荷による影響で強度が高くなったのに対し、改良土ではこれらに加え、養生日数に伴った水和反応により強度が増加したことが原因と考えられる。

(2) 舗装の表層と埋設管の状況

表層の沈下量は現行標準区間において最大の6.0mmとなった。改良土区間の沈下量は全体的に少ない値であった。埋設管の沈下量も舗装と同様に、現行標準区間が最も大きく4.0mmとなり改良土区間は3.0mmであった。

(3) 再掘削性

再掘削性については、粘性土改良の路床部は強度が高く、手堀りによる掘削がしにくかったものの、管周り部はマサ土と同程度のハンドリングであった。通常の工事においては、路床部はバックホウ等の機械による掘削が行われるため、支障はないものと考えられる。

4. まとめ

ミニモデルプラントによる改良土の埋戻し地盤の長期荷重試験を実施した結果、改良土の区間の強度特性や舗装の表層および埋設管の状態は、標準区間（マサ土・0号碎石）と比較して全く遜色ないことが確認された。

以上の結果から、今回開発したセメント系固化材による粒状化処理工法により製造した改良土を使って現場の埋め戻しへの適応が十分可能であることが確認された。

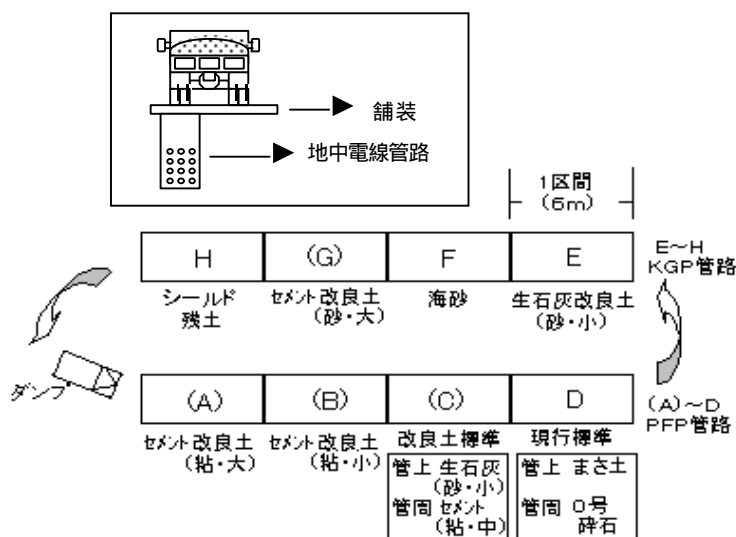


図1 現場試験状況

表3 強度および沈下量測定項目と試験方法の規格

測定項目	試験方法 基準番号	目標品質	改良土参考基準	
			大阪府	大阪市
現場CBR (%)	JIS A 1222	9以上	-	9以上
土研式貫入試験値(回)	KDKS . 0901 - 196 ²⁾	20以上	20以上	13以上
地盤反力係数 K_{30} (MN/m ³)	JIS A 1215	現行標準D区間と同等	-	-
舗装の沈下量(mm)	レベル測定	現行標準D区間と同等	-	-
埋設管の沈下量(mm)	本文記載	現行標準D区間と同等	-	-

表4 長期荷重試験結果

区間	ダンプ走行前			ダンプ走行後				
	(路床埋戻し後)			(舗装撤去後)			(舗装撤去前)	
	現場CBR	貫入試験値	地盤反力 K_{30}	現場CBR	貫入試験値	地盤反力 K_{30}	舗装の最大沈下量	埋設管の最大沈下量
	%	回	MN/m ³	%	回	MN/m ³	mm	mm
(A)	24.2	44.7	380	47.8	100.0	424	2.0	2.0
(B)	21.9	32.4	274	38.7	78.1	584	3.0	1.0
(C)	19.3	25.6	252	44.3	64.1	412	4.0	3.0
D	23.4	43.3	160	35.4	48.3	222	6.0	4.0
E	24.6	58.8	200	28.6	70.0	352	2.0	3.0
F	3.8	27.0	82	8.8	32.5	144	1.0	1.0
(G)	22.4	46.2	160	32.8	62.5	416	1.0	0.0
H	4.3	23.2	40	17.6	52.5	168	1.0	0.0

* 網かけ部は目標を満足していない。

《参考文献》

- 1) 第35回地盤工学研究発表会「掘削土リサイクルの技術開発に関する検討（粒状化処理土の特性について）」
- 2) 日本道路協会「舗装試験法便覧」（1988）pp.34-37