

Ⅲ-B239

原位置攪拌混合を想定したソイルセメントの材料組成と強度特性

大成建設（株）技術研究所 正会員 ○大谷 崇 正会員 藤原 靖

1. はじめに

原位置攪拌混合によるソイルセメントの造成は、注入・攪拌混合・排出のプロセスを経る。そこで造成されるソイルセメントの材料組成は諸条件で変動し、室内配合試験の材料組成と異なる場合がある。よって、ソイルセメントの材料組成を予測した配合設計の考え方が報告されている¹⁾。

本研究では、より原位置攪拌混合に即したソイルセメントの材料組成を予測できるよう、予測の計算法を改良した。そして同計算法で予測したソイルセメントの材料組成と強度特性を室内配合試験で検討した。

2. ソイルセメントの材料組成の予測計算法

計算法は材料収支に基づいたもので、今回はさらに排土の含水比を変動させることで排出注入比の設定を可能にした。図1のように、一定体積の対象土に等分割した注入材を注入し、攪拌混合後、注入量と同体積分の混合土を排土として排出する。この排土の一定量を強制的に水とし、残りの排土はその水以外の材料が均等に攪拌混合されたものとした。これと注入量との比を以後、排出注入比（% v/v）と呼ぶ。この過程を注入材の全量を注入するまで繰り返し、最終的なソイルセメントの材料組成を算出する。

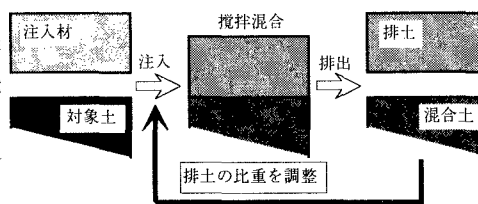


図1 排出注入量の設定法

3. 室内配合試験

表1 材料組成予測のパラメータ（アンダーラインは標準設定）

材料	普通ポルトランドセメント，ベントナイト（群馬県産300メッシュ），珪砂と比重調整用粘土で細粒分（ $< 75 \mu\text{m}$ ）含量を調整した模擬土を用いた。	対象土（飽和度100%）	細粒分含量（%）	30, 60
			乾燥密度（ g/cm^3 ）	1.51, 1.71, 1.91
試験方法	原位置攪拌工法は掘溝式連続地盤改良工法（TRD工法）の3パス施工を想定した。3パス施工とは，安定液を注入しながら掘削を開始する退避掘削工程と，起点に一旦戻り再度造成液を注入しながら造成を開始する造成工程とからなる施工法である。	注入材（対象土1 m^3 あたり）	安定液	5%ベントナイト液（kg）400
			セメント（kg）	150, 200, 250
		造成液	W/C比（%）	100, 150, 200
		攪拌混合条件	排出注入比（%）	100, 85, 70
			注入材分割数	1000

対象土、注入材、攪拌混合条件は、表1のとおり実施に即した範囲で設定した。これら5つのパラメータのうちの1つを標準値以外にしてソイルセメントの材料組成を計算し、配合試験をおこなった。混練、および養生は恒温低湿の室内でおこない、養生は湿空養生で自立させた後、浸水養生とした。強度はベーンせん断強さと一軸圧縮強度を測定し、ベーンせん断強さはその2倍の値を強度として用いた。

結果・考察（細粒分含量）使用した模擬土は細粒分含量が30%と60%である。強度の発現は細粒分含量が60%の方が大きく、材令28日強度は0.92MPaで、30%では0.70倍の0.64MPaであった。

（セメント量）造成液のセメント量が多いほど強度の発現は大きくなっており、セメント量200kgの材令28日強度は0.64MPaで、150kgでは0.52倍の0.33MPa、250kgでは1.38倍の0.88MPaであった（図2）。ここではセメント量が多いほど、ソイルセメントの単位土量は減少、単位水量は増加しており（表2）、水セメント比は小さくなるが、水土比は大きくなった（図3）。よって単位セメント量と水セメント比が強度の発現に非常に大きな影響を与えている。

（W/C比）造成液のW/C比が多いほど強度の発現は小さくなっており、W/C比100%の材令28日強度は

キーワード：原位置攪拌混合、ソイルセメント、材料組成、強度特性

連絡先：〒245-0051 横浜市戸塚区名瀬町344-1 TEL：045-814-7236 FAX：045-814-7257

0.64MPaで、150%では0.52倍の0.34MPa、200%では0.34倍の0.22MPaであった（図4）。W/C比が大きいほど、ソイルセメントの単位セメント量、単位土量が減少しており（表3）、水セメント比、水土比は大きくなった（図5）。水セメント比と水土比が強度の発現に大きな影響を与えている。

（乾燥密度）対象土の乾燥密度が大きいほど強度の発現は大きくなった（図6）。乾燥密度1.71g/cm³の材令28日強度は0.64MPaで、1.91g/cm³では1.11倍の0.71MPaであり、かつ同材令のセメント250kgの強度にほぼ匹敵する（図2）。1.51g/cm³では0.67倍の0.43MPaであった。これは乾燥密度が大きいほどソイルセメントの単位土量は増加し、単位水量は減少して（表4）、水セメント比、水土比も小さくなるためである（図7）。したがって室内配合試験に用いる試料の密度の設定は、供試体の強度の発現に大きな影響を与える。

（排出注入比）排出注入比は小さく設定するほど、強度の発現は著しく大きくなった（図8）。排出注入比が85%のとき材令28日強度は0.79MPaで、100%の同材令強度0.64MPaの1.23倍であり、かつ同材令のセメント250kgの強度にほぼ匹敵する（図2）。70%では2.02倍の1.29MPaと強度はさらに大きくなった。これは排出注入比が小さいほど、僅かであるがソイルセメントの単位セメント量、単位土量は増加し、単位水量は減少して（表5）、水セメント比、水土比も小さくなるためである（図9）。したがってソイルセメントの材料組成の予測での排出注入比の設定は、供試体の強度の発現に最も大きな影響を与える。

以上から、材料組成の面からみた室内配合試験と現場の実施工でのソイルセメントの強度の発現状況違いは、対象土の乾燥密度と排出注入比の設定の違いによることが1つの大きな要因になると考えられる。したがって、ソイルセメントの材料組成を予測した室内試験配合の設定が重要であると考えられる。

＜参考文献＞

- 1) 藤原・楢垣：掘溝式連続地盤改良工法における材料収支からみた配合設計，第33回地盤工学研究発表会，1998

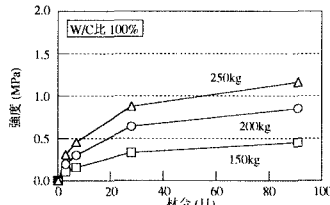


図2 セメント量と強度特性

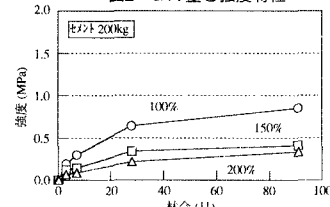


図4 W/C比と強度特性

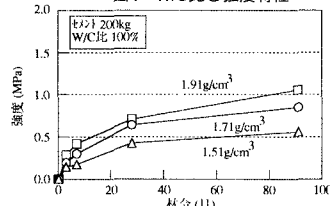


図6 乾燥密度と強度特性

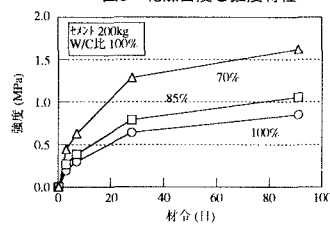


図8 排出注入比と強度特性

表2 ソイルセメントの材料組成（セメント量）

セメント (kg)	材料組成 (kg/m ³)		
	セメント	土	水
250	213	846	613
200	176	903	603
150	136	965	593

表3 ソイルセメントの材料組成（W/C比）

W/C比 (%)	材料組成 (kg/m ³)		
	セメント	土	水
100	176	903	603
150	168	818	638
200	160	740	670

表4 ソイルセメントの材料組成（乾燥密度）

乾燥密度 (g/cm ³)	材料組成 (kg/m ³)		
	セメント	土	水
1.91	176	1008	564
1.71	176	903	603
1.51	176	799	643

表5 ソイルセメントの材料組成（排出注入比）

排出注入比 (%)	材料組成 (kg/m ³)		
	セメント	土	水
70	183	1098	528
85	179	996	567
100	176	903	603

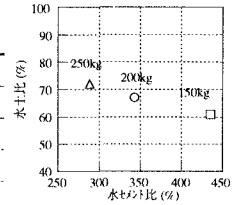


図3 セメント量と材料組成比

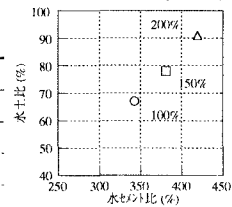


図5 W/C比と材料組成比

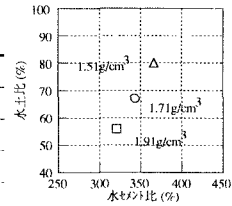


図7 乾燥密度と材料組成比

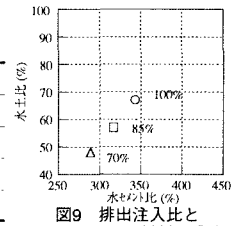


図9 排出注入比と材料組成比