

石こう系固化材を用いた土質改良の配合設計

(株) みらい建設グループ 正会員 池畑 伸一

正会員 石原慎太郎

みらい建設工業(株) ○正会員 小林 学

1. はじめに

セメントなどの固化材を用いた土質改良の配合設計は、改良土の強度特性が土質の種類や性状に依存することから土質毎に室内試験を実施するのが一般的である¹⁾。

筆者らは、水和反応のみで強度発現する、固化材ペーストの強度が水固化材比 W/P に依存する、といった特徴を有する石こう系固化材の土質改良（スラリー混合）に関して、固化材ペーストの水固化材比 W/P を用いた机上計算による配合設計の簡素化について検討している²⁾。

しかし、この配合設計は、改良土の強度特性が土質の種類や性状に依存するか否かの検証がされていないため実用段階ではない。そこで、数種類の土質に対して机上計算により配合設計を行い、石こう系固化材を用いた土質改良の配合設計の適用性について検証したので報告する。

2. 実験概要

2.1 検証方法および試験方法

検証方法は、土質性状の異なる被処理土に対して、机上の計算により配合設計を行い、改良土の一軸圧縮強さが固化材ペーストの一軸圧縮強さと同等であり、土質に依存しないこと、が検証されることで配合設計が適用可能であると判断するものとした。

石こう系固化材の強度は、長時間の混合で針状結晶が破壊され強度低下する。このため、供試体作製時の混合時間は、固化材ペースト作製に1分間、改良土作製に3分間とした。混合は、ホバートミキサを用いた。一軸圧縮試験用の供試体は、 $\phi 5\text{ cm} \times h 10\text{ cm}$ のモールドに改良土を流し込み、乾燥による強度増加を防止するために上面を高分子フィルムで覆い、所定の期間、温度 $20^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 、湿度 90%以上の条件で養生した。一軸圧縮試験（JIS A 1216）は、材齢1日後に実施した。

2.2 配合設計方法

改良土の構成を図-1に示す。配合設計方法は、まず、改良土の仕様（一軸圧縮強さと湿潤密度 ρ_t ）を決め、被処理土の含水比 W_n と液性限界 W_L を物理試験で求める。次に、設計強度に相当する水固化材比 W/P を固化材ペーストの一軸圧縮強さと水固化材比 W/P の関係から決定する。

被処理土の液性限界 W_L から、硬化に関与しない水を被処理土の液性限界 W_L から特定²⁾し、固化材量は、この硬化に関与しない水を考慮した水量 W' を用いて、決定した水固化材比 W/P により算出する。改良土の湿潤密度 ρ_t となるように、被処理土の重量、固化材重量、水の重量を算出する。この方法を W'/P 配合設計とする。

被処理土の全水量（ 110°C 炉乾燥で求まる水量）を用いて、配合重量を算出する方法を W/P 配合設計とする。

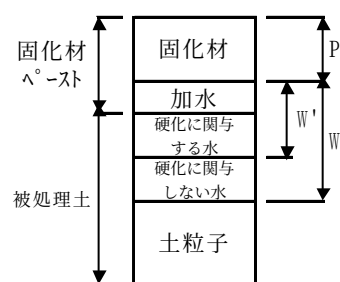


図-1 改良土の構成図

表-1 土の物性値

名称	自然含水比 (%)	土粒子の密度 (g/cm^3)	粒度構成 (%)				液性限界 (%)	塑性限界 (%)	塑性指数 (%)
			15分	砂分	75分	粘土分			
山砂 (千葉県君津産)	21.2	2.70	0.2	82.2	8.4	9.2	NP	NP	
粘性土 (千葉県産)	91.9	2.69	0.0	2.9	40.3	56.8	103	49.8	
関東ローム (東京都昭島産)	128.4	2.69	0.3	11.0	65.5	23.2	140	91.9	

キーワード：石こう系固化材、水固化材比、配合設計、土質改良

連絡先：〒102-0083 東京都千代田区麹町 1-7 TEL03-3512-1932 FAX03-3512-1903

2.3 材料および配合

実験に使用した固化材は、脱硫石こうを主成分とした石こう系固化材である。被処理土は、千葉県君津産の山砂、千葉県で掘削された粘性土、東京都昭島産の関東ロームの3種類を使用した。被処理土の物性値を表-1に示す。

改良土の配合は、表-2に示すように、改良土の水固化材比を $W/P=1.5, 2.0, 3.0$ とした。改良土の湿潤密度 ρ_t は、一軸圧縮強さに改良土の密度（または間隙比）が影響しないように、湿潤密度 $\rho_t=1400 \text{ kg/m}^3$ 程度³⁾となるように、 W/P 配合設計および W'/P 配合設計により配合重量を決定した。

3. 実験結果

2種類の配合設計方法により作製した改良土の一軸圧縮強さの強度比を図-2, 3に示す。強度比とは、改良土の一軸圧縮強さと固化材ペーストの一軸圧縮強さの比である。強度比は、強度比=1であれば改良土の一軸圧縮強さと、固化材ペーストの一軸圧縮強さが同等であることを示す。

W/P 配合設計による改良土の強度比は、図-2に示すように、山砂が1.0程度、粘性土が1.1程度、関東ロームが1.2~1.3程度となり、土質性状に依存することが確認された。これは、被処理土中に、硬化に関与しない水があり、被処理土の液性限界 W_L が高い土質ほど多く存在すると考えられる。

W'/P 配合設計による改良土の強度比は、図-3に示すように、土質性状の影響がなく、粘性土が0.9~1.0程度、関東ロームが1.0程度となった。これは、配合設計時に、硬化に関与しない水量を考慮したためであると考えられる。

以上のことから、石こう系固化材の土質改良は、改良土の一軸圧縮強さと固化材ペーストの一軸圧縮強さが同等であり、土質の種類や性状に依存しない、 W'/P 配合設計が適用可能であることが判明した。

4. おわりに

石こう系固化材を用いた土質改良は、硬化に関与する水量を用いた W'/P 配合設計が、土質の種類や性状に依存しないことから適用が可能であり、机上計算により配合設計の簡素化が図れる。ただし、この配合設計を適用するにあたり、固化材ペーストの水固化材比 W/P と一軸圧縮強さの関係を正確に知ることが重要となる。

【参考文献】

1)(社)セメント協会:セメント系固化材による地盤改良マニュアル(第3版),技報堂出版,2003.9. 2)池畑伸一,石原慎太郎,小林学:石こう系固化材による土質改良の配合設計に関する実験的研究(その1),同(その2)第40回地盤工学研究発表会講演集,2005.7.(投稿中) 3)久野悟郎,岩淵常太郎,市原道三:固化した流動化処理土の力学特性と品質基準に関する考察,土木学会論文集 No.750/III-65,pp99~113,2003.12.

表-2 改良土の配合 (1m³当たり)

配合設計方法	被処理土	改良土 W/P	被処理土 (kg)	固化材ペースト	
				水 (kg)	固化材 (kg)
W/P	山砂	1.5	165	729	505
		2.0	316	704	380
		3.0	466	680	254
	粘性土	1.5	262	633	505
		2.0	502	518	379
		3.0	740	406	254
	関東ローム	1.5	312	583	505
		2.0	598	423	379
		3.0	881	265	254
W'/P	粘性土	1.5	263	636	494
		2.0	506	522	363
		3.0	745	408	236
	関東ローム	1.5	317	592	470
		2.0	612	433	271
		3.0	902	271	198

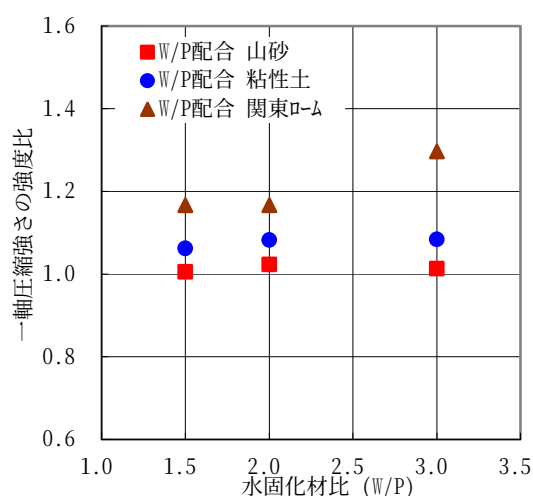


図-2 W/P 配合設計の強度比

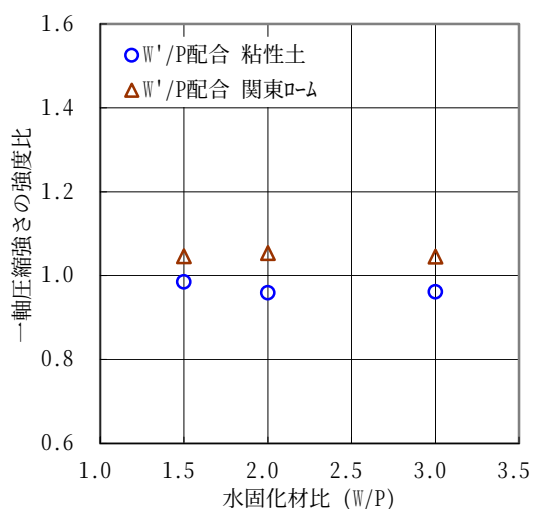


図-3 W'/P 配合設計の強度比