

III-B 229 深層攪拌工法における強度による混合度評価法に関する基礎研究

小野田ケミコ 技術研究所 正会員 大住 学
 正会員 下田正雄
 大阪府立大学 化学工学科 佐藤宗武
 利根哲也
 宮南 啓

1. はじめに

軟弱地盤の改良に多くの実績がある深層攪拌混合処理工法では、研究も盛んに行われ、混合の重要性が指摘されている。これまでも、羽根切り回数の増加と羽根切り一回当たりの混合効率を向上させることで、混合が促進することは報告されている。このうち羽根切り回数は施工の時間にも大きく影響することから、特に混合効率を高めることが要求されている。また、混合状態は改良土の強度に大きく影響を与えることも報告されている。しかし、改良土の強度は、混合の不均一さの他に土質や空隙等の多数の因子が相互に複雑に影響し合うので、必ずしも混合状態の評価に結び付いていないのが実状である。

そこで本研究では、混合効率を高めることを目標として、混合状態以外の因子の影響を最小限にした供試体を作製し、その一軸圧縮強さを混合の指標として用いることを検討した。この供試体には空隙やクラックがなく、強度の再現性が高いことが要求される。そこで以下の手順で供試体を作製した。①均質な試料土を用いて、セメントと乾式で混合を行った。②混合物をモールドに詰め、減圧することで緻密に充填した。③混合状態が変化しないように、そのままの雰囲気中で水を加え水和させた。この方法によって作製した供試体の強度が混合評価の指標となることを、ここに報告する。

2. 試料の物性と実験方法

1) 試料土の物性 試料土は、珪砂を主成分としたMKパウダーとクレーサンドを2:1の重量比で配合して流動性を調整した混合試料(モデル土¹⁾と呼ぶ)を用いた。Table 1にこれら試料の代表物性を示した。

Table 1 Physical Properties of Samples

	Density of Soil Parti- cles (kg/m ³)	Average Diameter (μ m)	Contents of Fines (%)
MK-powder	2630	96.1	23
Clay sand	2640	7.2	92
Model soil	2633	-	47

2) 混合方法 Figs.1,2に示す混合機を用いてモデル土と普通ポルトランドセメントを2:1の割合で混合した。Fig.3²⁾にはそれぞれの混合特性を示した。 η は混合到達度を表し、1に近づくほど良く混合されている。混合機Ⅰ(羽根回転数 25rps, 容器振動数50Hz)は、短時間で完全な混合を行える。一方、混合機Ⅱ(公転回転数 0.5rps, 自転回転数 1rps)は、完全な混合を行うまで時間がかかるが、混合状態を微妙に変化できる。これら2つの混合機を用いてモデル土とセメントを様々な状態になるように混合を行った。

3) 供試体作製方法 2)で混合した土とセメントを所定量取り、Fig.4に示す内径 ϕ 35 mmの円筒アクリル容器に装入

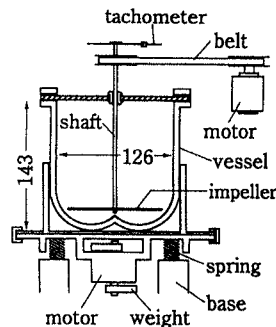


Fig.1 Schematic diagram of high speed stirring mixer (I)

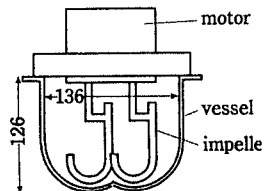


Fig.2 Schematic diagram of twin-hook type mixer (II)

し、底部からアスピレーターで減圧 (8.0×10^3 Pa) しながら密充填を行った。さらにFig.5のように、減圧雰囲気のままセメント量と同量の水を加えることによって安定化処理を行った。その後、高分子フィルムで密封して湿潤状態のまま7日間養生後、 $\phi 35 \times h 70$ mmに切り出して一軸圧縮強さ試験用の供試体を作製した。

3. 結果と考察

1) 作製した供試体の性状 安定化処理土の静的締固めによって作製した供試体(JSF T 812)に比べ、重質で間隙の少ない供試体を作製できたことが Table 2より判断できた。また、この供試体の表面はなめらかでつるつるしており、静的締固めによって作製した供試体の表面や断面に多く見られた気泡の痕が全く見られなかった。

Table 2 Physical Properties of Test Pieces

	Density (kg/m^3)	Porosity (%)
JSF T 812	1880	19.5
this work	2010	16.4

2) 混合状態と供試体強度の関係 混合時間を変化させたときに、作製した供試体の強度、その変動係数や間隙率の関係をFig.6に示した。10~720秒の白抜きのプロット点は、十分に混合できていない状態を現すために、混合機IIを用いて作製した供試体の

Fig.4 Schematic diagram of the mold with aspirator

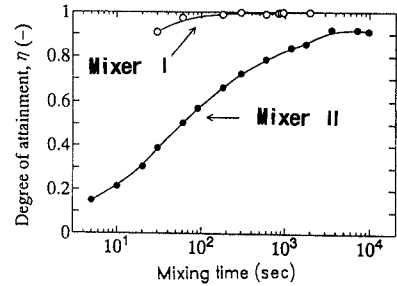
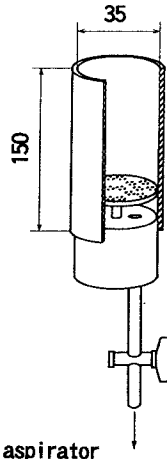


Fig.3 Relationship between the degree of attainment and the mixing time

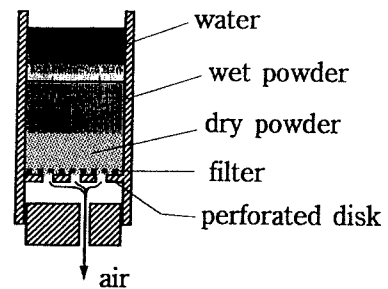


Fig.5 Model of mixture of penetrating water

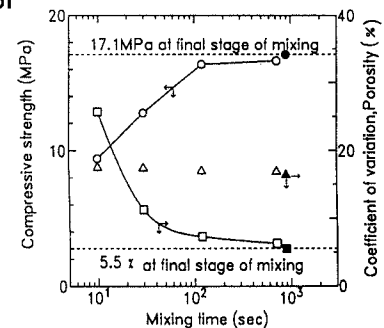
特性である。混合時間が長くなるのに従い、the mold with aspirator 混合は進行した。その結果、供試体の強度が大きくなり、そのばらつきが減少したと推測できた。一方、間隙率は混合時間に影響されないことから、この供試体は混合状態のみを強度の因子とすると考えた。また、塗りつぶしたプロット点及び波線は、混合機Iで900秒間混合を行って作製したものの特性である。Fig.3より完全混合されていると判断できることから、強度が17.1MPaのときは完全に混合されていると推測でき、この強度が混合度評価指標の基準とみなせた。このことから任意の強度を持つ供試体の混合状態が推測できると言える。

4. まとめ 本報で得た知見は以下の通りである。

1) 間隙率を最小にした理想状態の供試体を作製する方法として、この方法を提案できることを示した。 2) 完全な混合状態であると判断できた供試体の強度を基準にして、試料土とセメントの混合状態を、その供試体の強度によって推測できるとことが判明した。

5. 参考文献 1) 大住他, 攪拌工法における混合状態の評価方法に関する基礎的研究, 地盤工学会, 投稿中, (1996)

2) 佐藤他, 付着性微粉体を用いた粉体混合機の混合性能評価, 粉体工学会誌, vol.30 No.6 390-396 (1993)



State in process of mixing (using mixer II)
 ○; Compressive strength
 □; Coefficient of variation
 △; Porosity
 Final stage of mixing (using mixer I for 900 sec)
 ●; Compressive strength
 ■; Coefficient of variation
 ▲; Porosity

Fig.6 Relationship between the compressive strength and mixing time