

回転式破碎混合機による火山砂礫のセメント安定処理土の強度特性について

日本国土開発(株) 正会員 佐藤 泰
日本国土開発(株) 正会員 芳澤秀明

1. はじめに

筆者らは、地盤材料の細粒化と添加材料との混合を可能とした回転式破碎混合機を開発し、建設廃材（コンクリート廃材、アスファルト廃材等）の破碎による再利用¹⁾、フィルダムコア材料の混合²⁾、現地発生土を用いた遮水土³⁾⁻⁵⁾やセメント安定処理土⁶⁾の製造等幅広い適用をすすめてきた。今回、火山砂礫を母材としたセメント安定処理土の製造に対する回転式破碎混合機の適用性を検討するため、室内実験を行ったので、その結果について報告する。

2. 実験概要

(1) 使用材料

原材料として東京都三宅島産火山砂礫を使用し、改良材として普通ポルトランドセメント（乾燥土砂質量当たり 6.4%）を用いた。

(2) 実験フロー

図-1に実験フローを示す。セメント安定処理土の母材として回転式破碎混合機によって細粒化した試料と未細粒化試料を準備した。回転式破碎混合機による試料の細粒化は次の手順で行った。ベルトコンベア上に1mあたり10kgの割合で試料を4m分並べる。ベルトコンベアを動かし、回転式破碎混合機に試料を投入し細粒化する。表-1に回転式破碎混合機とベルトコンベアの仕様を示す。

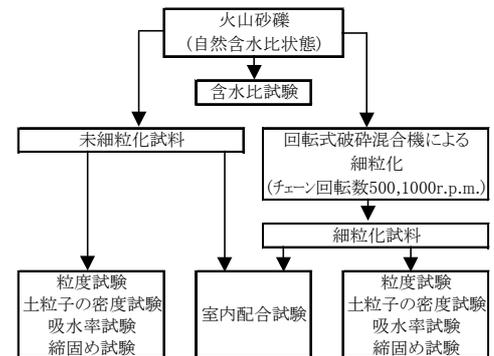


図-1 実験フロー

(3) 供試体作製法

自然含水比状態の試料（粒径 19mm 以下）にセメントを乾燥土砂質量当たり 6.4%添加し、ホバートミキサーで混合し、100×H200のモールドにEc1倍のエネルギー（2.5kgランマー、落下高30cm、5層×24回突固め）で締固め、7日、28日間気中養生（20℃、ラップで密封）した。

(4) 実験方法

所定の材齢で、JIS A 1216 に準じて一軸圧縮試験を行った。

3. 実験結果および考察

(1) 物理試験および締固め試験

物理試験および締固め試験結果を表-2に示し、粒径加積曲線を図-2に、締固め曲線を図-3に示す。

未細粒化試料と細粒化試料との間には、粒径加積曲線に大きな違いは認められないが、粒度組成を比較すると、未細粒化試料より細粒化試料、またチェーン回転数が多い方が、礫分と砂分が減少して細粒分（シルト分+粘土分）が増加する傾向がある。さらに、均等係数で比較すると未細粒化試料は $U_c < 10$ で「分級された」試料に属し、チェーン回転数 1000r.p.m. 細粒化試料は $U_c > 10$ で「粒径幅が広い」試料に属する。

表-1 回転式破碎混合機とベルトコンベアの仕様

項目	仕様	
回転式破碎混合機	直径	1500mm
	チェーン段数	3段
	チェーン本数	3段×4本=12本
	チェーン回転数	500,1000r.p.m.
ベルトコンベア	ベルト速度	50m/min

表-2 物理試験と締固め試験結果

項目	未細粒化試料	細粒化試料		
		チェーン回転数 500r.p.m.	チェーン回転数 1000r.p.m.	
含水比w(%)	11.7	12.1	11.7	
土粒子の密度 ρ_s (g/cm ³)	4.75mm未満	2.737	2.757	2.730
	4.75mm以上	2.169	2.248	2.270
吸水率(%)	4.75mm未満	9.93	9.01	7.46
	4.75mm以上	20.73	18.26	16.71
粒度	礫分(%)	26.0	24.8	25.1
	砂分(%)	69.0	67.5	64.4
	シルト分(%)	3.2	4.8	6.4
	粘土分(%)	1.8	2.9	4.1
	最大粒径(mm)	26.5	26.5	26.5
	均等係数 U_c	8.54	10.8	16.8
曲率係数 U_c'	1.03	1.61	1.65	
分類	地盤材料の分類名	細粒分まじり礫質砂	細粒分まじり礫質砂	細粒分まじり礫質砂
	分類記号	(SG-F)	(SG-F)	(SG-F)
	試験方法	A-c		
締固め	最大乾燥密度(g/cm ³)	1.397	1.417	1.489
	最適含水比(%)	18.5	18.2	15.6

キーワード：セメント安定処理土、火山砂礫、回転式破碎混合機

連絡先：〒243-0303 神奈川県愛甲郡愛川町中津 4036-1 TEL:046-285-3339 FAX:046-286-1642

また、土粒子密度（比重）については、粒径 4.75mm 未満では特に傾向は認められないが、粒径 4.75mm 以上では未細粒化試料より細粒化試料、またチェーン回転数が多い方が土粒子密度（比重）は大きい。また、今回使用した試料は、通常の方法と比較して吸水率が大きく空隙が多い材料であるが、未細粒化試料より細粒化試料、またチェーン回転数が多い方が吸水率は小さくなっている。これらのことから、細粒化によって試料内の空隙が多く密度（比重）が小さい部分や粒子が破碎され、空隙が少なく密度（比重）が大きい粒子の割合が増加したものと考えられる。

締固め曲線について、未細粒化試料に比べ細粒化試料では最大乾燥密度は増加し、最適含水比は減少する傾向が見られる。特にチェーン回転数 1000r.p.m. 細粒化試料では顕著である。

(2) 室内配合試験

チェーン回転数とセメント安定処理土の一軸圧縮強さの関係を図 - 4 に示し、乾燥密度とセメント安定処理土の一軸圧縮強さの関係を図 - 5 に示す。未細粒化試料をチェーン回転数 0r.p.m. とすると、図 - 4 から、一軸圧縮強さはチェーン回転数の増加に伴い増加している（材齢 28 日強度は、未細粒化試料に対してチェーン回転数 500r.p.m. 細粒化試料で 1.51 倍、チェーン回転数 1000r.p.m. 細粒化試料で 1.89 倍）ことがわかる。これは、回転式破碎混合機による粒度調整効果に伴う密度増加と、細粒化により密度（比重）が大きく強度が大きい粒子の割合が増加したことによって、セメント安定処理土の一軸圧縮強さが増加したものと考えられる（図 - 5 参照）。

4. まとめ

火山砂礫を母材としたセメント安定処理土の製造に対する回転式破碎混合機の適用性を検討するため室内実験を実施した。その結果、回転式破碎混合機を用いることで、粒度調整効果に伴う密度増加と細粒化に伴う密度（比重）の大きい粒子の割合の増加により、セメント安定処理土の一軸圧縮強さが増加することがわかった。

(参考文献)

- 1)大西:コンクリート廃棄物の合理的減容化の研究、火力原子力発電技術協会関東支部 第 24 回新技術発表会、1997.11
- 2)中島、芳澤ら:回転式混合機によるフィルダム材料の粒度特性、土木学会第 28 回土木学会関東支部研究発表会、2001.3
- 3)佐藤、芳澤:ベントナイト混合土遮水層に関する室内実験、第 55 回土木学会年次学術講演会第 7 部、2000.9
- 4)佐藤、芳澤:回転式破碎混合機による遮水土の廃棄物処分場における施工事例、第 56 回土木学会年次学術講演会第 7 部、2001.10
- 5)坂本、芳澤:回転式破碎混合機による脱水ケーキと現地発生土の混合実験、第 56 回土木学会年次学術講演会第 7 部、2001.10
- 6)三浦、畠山ら:金沢調整池におけるセメント安定処理土を用いた法面保護工、月刊ダム日本、第 683 号、2001.9

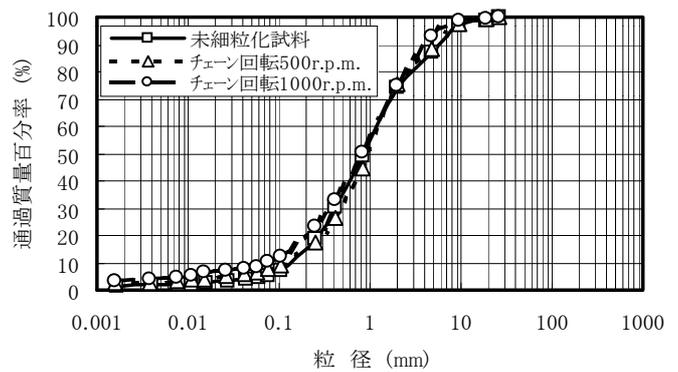


図 - 2 粒径加積曲線

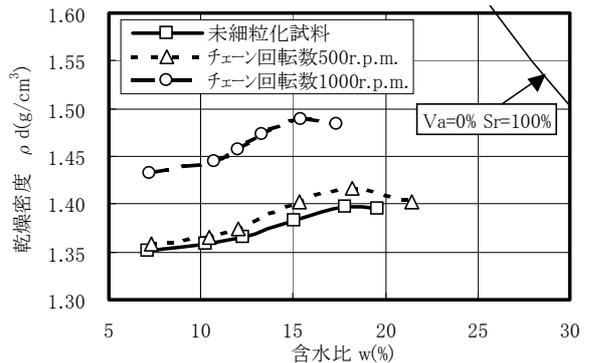


図 - 3 締固め曲線

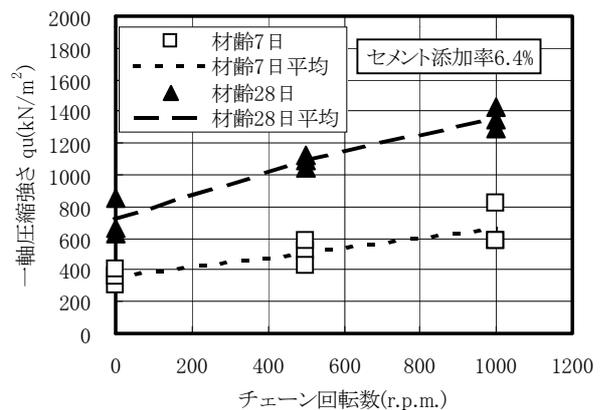


図 - 4 チェーン回転数と一軸圧縮強さの関係

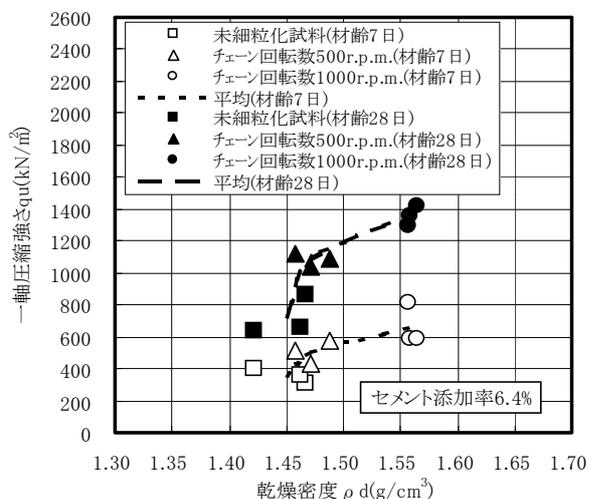


図 - 5 乾燥密度と一軸圧縮強さの関係