

CMI 報告

表一 現地発生材の性状

区分	細目	礫質土 I	礫質土 II	軟岩
粒度	最大粒径 (mm)	300	300	300
	100 mm 以上 (%)	6.2	7.8	11.7
	隙分 (75~2 mm) (%)	71.0	66.1	74.2
	砂分 (2 mm~75 μm) (%)	15.5	17.2	11.3
	細粒分 (75 μm 以下) (%)	13.5	16.7	14.5
コンシステンシー	液性限界 (%)	41.8	36.3	32.8
	塑性限界 (%)	20.1	20.3	14.1
	塑性指数 PI	21.8	15.9	18.6

現地発生材の空港舗装（路盤材）への適用性検討

山本 辰男

表二 セメント添加後の現地発生材の強度性状

現地発生土		礫質土 I	礫質土 II	軟岩	基準値	
					上層路盤	下層路盤
発生土	CBR (%)	29.1	5.9	13.4	—	—
	修正 CBR (%)	18.8	10.3	13.8	80 以上	30 以上
セメント安定処理 (10%) の一軸圧縮強度 (N/mm ²) (材齢 7 日)		2.07	1.13	0.62	3.0 以上	2.0 以上

1. はじめに

近年、公共工事において、コスト縮減や自然保護、環境保全および省資源の観点から、骨材等の資源のリサイクル意識が高まっている。本報文は、空港建設予定地で採取される礫質土 I、礫質土 II および軟岩材料について、空港舗装（設計荷重: LA-1, 反復作用回数: 3,000 回）の路盤への適用性について検討したものである。

2. 検討内容

現地発生材の空港舗装（路盤材）への適用検討内容を以下に示す。まず、採取される 3 種類の材料において、粒度、コンシステンシー、強度特性を確認し、材料選定を行った後、コスト面から破碎機種を選定し、次に現場への適用性検討を行った。

- ① 使用材料の検討
- ② 破碎機種の検討
- ③ 試験施工による現場への適用性検討

3. 使用材料の検討

(1) 現地発生材の性状

3 種類の現地発生材の性状試験結果は、表一に示すとおりであり、どれも塑性指数 PI（仕様書規定値：下層路盤 6 以下、上層路盤 4 以下）を満足しない結果となった。

(2) 使用材料の選定

現地発生材は、塑性指数 PI からどれもそのままでは路盤に適用できないため、セメント安定処理により品質改善

を図ることとした。その結果、表二に示すとおり、礫質土 I は、セメント安定処理路盤材の品質規格値（一軸圧縮強度 $\geq 2 \text{ N/mm}^2$ ）を満足し、下層路盤材への適用が可能となった。

4. 破碎機種の検討

(1) 破碎機導入の必要性

現地発生材（礫質土 I）の最大粒径は 300 mm（表一）である。これを路盤材に使用する方法として、

- ① グリズリ選別で 50 mm アンダー材だけ使用する方法
 - ② 現地発生材 300~0 mm を 50 mm アンダー材と 50 mm オーバー材に分別し、50 mm オーバー材を破碎した後、50 mm アンダー材：破碎材=2:1 にブレンドする方法
 - ③ 現地発生材 300~0 mm を全て同時に破碎・細粒化し、②のケースに近い粒度分布に調整する方法
- の 3 ケースについて比較した。

上記ケース①では、50 mm オーバー材の運搬・土捨場の問題だけでなく、省資源として材料の有効利用の面でも劣るため、破碎機を導入したケース②、③が有用と判断できる。なお、破碎設備としては以下の方法を検討した。

- ① 固定式破碎機で破碎
- ② 自走式破碎機で破碎
- ③ 回転式破碎混合機で破碎

固定式破碎機や回転式破碎混合機はプラント方式の破碎機であり、プラントの設置・撤去という面で自走式破碎機に比べ経済性が劣る。しかし、回転式破碎混合機は現地発生土 300~0 mm を全て同時に破碎・細粒化できるというメリットがあるため、回転式破碎混合機は検討の対象に取上げ、破碎のみの自走式破碎機と比較検討した。

(2) 破碎機種の選定

礫質土 I の下層路盤への適用では、発生材の篩分けまたは破碎とセメント混合が必要であり、その方法として下記に示す 4 ケースが考えられる。

- ①グリズリ選別 (50 mm 以下)+簡易混合プラント
- ②回転式破碎混合工法
- ③スクリーン選別+自走式破碎機+自走式土質改良機
- ④スクリーン選別+自走式破碎機+簡易混合プラント

これらについて、対象土量 80,000 m³、固化材として高炉セメント B 種、セメント添加量 7.3% (①のみ 12.8%) にて経済性を検討した (表-3)。その結果、ケース②が最も経済的であると判断した。

表-3 破碎混合の経済比較 (単位:円/m³)

	①	②	③	④
工 程 数	2	1	3	3
選 別	651	—	1,290	1,290
破 碎	—	—	449	449
混 合	1,226	—	972	1,226
破 碎 混 合	—	2,075	—	—
小 計	1,877	2,075	2,711	2,965
掘削積込み運搬	927	927	927	927
セメント費	1,844	1,039	1,039	1,039
合 計	4,648	4,041	4,677	4,931

5. 試験施工による現場への適用性検討

試験施工に先だち現地において予備試験を行った。回転式破碎混合機の製造粒度 (図-1) は、700 回転が中央付近の粒度を示し、セメント添加量 (図-2) は、4.5% 添加にて基準強度 (2 N/mm²) を満足する事が確認された。

予備試験で得られた粒度およびセメント添加量で転圧機種および転圧回数を変えた試験施工を実施した (表-4)。その結果、締固め度と一軸圧縮強度から判断し、転圧方法として、15 cm 仕上がり厚の場合、12 t 級振動ローラで 6 回転、22 cm 仕上がり厚の場合、12 t 級振動ローラで 8 回転により所定の品質が確保された。

なお、18 t 級振動ローラを使用した場合、仕上がり厚 15 cm および 22 cm とともに過転圧によるウェービング現象が見られ、期待した転圧効果は得られなかった。

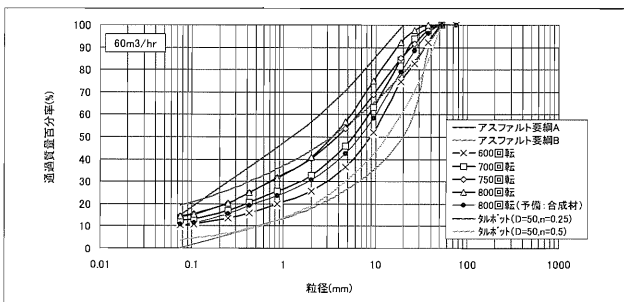


図-1 回転式破碎混合機による製造粒度

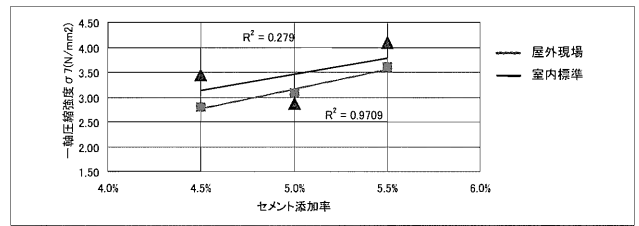


図-2 セメント添加量と一軸圧縮強度の関係 (現地試験材)

表-4 試験施工結果

仕上がり厚 (cm)	セメント添加量 (%)	転圧機種	転圧回数 (回)	沈下量 (mm)	締固め度 (%)	一軸圧縮強度 (N/mm ²) (材齢 7 日) (平均)
15	4.5	12 t 級振動ローラ	4	26.8	96.1	
			6	28.6	99.2	
			8	30.8	100.2	
		18 t 級振動ローラ	4	6.1	92.1	
			6	3.8	91.9	
			8	5.1	92.1	
		10 t 級タイヤローラ	11	12.7	89.1	
			13	12.9	87.8	
			15	13.7	88.1	
22	4.5	12 t 級振動ローラ	4	22.9	93.9	1.32
			6	26.0	96.8	1.73 (1.53)
			8	30.0	98.3	1.54
		12 t 級振動ローラ	6	26.0	95.2	2.08
			6	26.0	100.0	1.14 (1.64)
			6	26.0	99.4	1.71
		12 t 級振動ローラ	8	30.0	98.5	2.25
			8	30.0	99.6	2.17 (2.20)
			8	30.0	99.8	2.17
18 t 級振動ローラ	6	26.4	96.5	0.82		
	6	26.4	95.6	1.19 (0.99)		
	6	26.4	99.1	0.95		
基準値			—	—	95 以上	2.0 以上

6. おわりに

空港建設予定地で採取される現地発生材の空港舗装路盤への適用性について検討したものであるが現地から発生する 3 種類の材料のうち、礫質土 I については、下層路盤材として有効利用できる事が確認された。地域特性によりアプローチ手法は異なるだろうが現在の社会情勢から今後このような検討事例が多くなるものと思われる、環境保全および省資源を常に留意して、社会貢献できるよう今後も努力していきたい。

JICMA

【筆者紹介】

山本 辰男 (やまもと たつお)
 社団法人日本建設機械化協会
 施工技術総合研究所
 研究第三部
 専門課長

