

再生骨材の上層路盤材への適用に関する検討

九州大学大学院 学生会員 榎本真 九州大学大学院 フェロー 松下博通
九州大学大学院 正会員 鶴田浩章 (株)エス・ピー・エンジニアリング 正会員 谷本誠一

1. 目的

現在、建設工事に伴い発生する建設廃材は全国で約 9,900 万トンにのぼりそれらの処理方法、再利用等で様々な問題を我々に投げかけている。その中でアスファルト・コンクリート塊およびコンクリート塊がそれぞれ約 4 割ずつを占めている。アスファルト・コンクリート塊の再利用率が 8 割に達しているのに対し、コンクリート塊の再利用率は約 6 割にとどまっております。今後、コンクリート廃材の発生量は増加する事が予想され、また資源枯渇の問題からも再生骨材に付加価値を見出し、より高度な利用を目的としコンクリート塊を再生骨材として用い、上層路盤材として再利用に関する検討を行った。

2. 室内実験概要および考察

2.1 実験概要

再生骨材としてコンクリート塊を図-1 に示すような方法により処理したものをを用いた。それぞれの再生骨材に対し、粒度試験 (JISA 1203)、突固めによる土の締固め試験 (JIS A 1210)、CBR 試験 (JISA 1211) を行った。なお、TRC-1G とは、マサ土で粒度調整を行ったものである。

2.2 実験結果および考察

まず処理の違いによる粒度の変化について述べると、低次処理のものに比べより高度な処理を施した骨材の方が粒度が良くなっていることが分かる。また図-2 に示すように、TRC-1 に比べて SRC-2 は突き固め回数の増加に対する CBR 値の増加が大きいことが分かる。CBR 試験の結果について考えると TRC-1 が上層路盤材の修正 CBR 値の規定 (80%以上) を満たしていないのに対し、SRC-1 は規定を満たす結果となった。これは、同じ一次処理の骨材でも、ジョークラッシャーに何度も通すことにより粒度が良くなったことによるものと考えられる。TRC-1 と SRC-2 とを比較すると、修正 CBR 値は SRC-2 の方が大きい値を示しているが最大乾燥密度の 95%以上の乾燥密度を得られる含水比の幅が狭くなるという結果になった。また、マサ土により粒度調整したものは、最大乾燥密度の 95%以上の乾燥密度を得られる含水比の幅が広く、修正 CBR 値も規定値を十分に満足している。次に締固め試験前後の粒度曲線を図-3 に示す。締固め前後の粒度の変動が二次処理材に比べ一次処理材が大きい原因としては、再生骨材表面のモルタル分が締固めすることにより剥離したことが原因であると考えられる。一次処理材の方が剥離しやすいことは、コンクリート用

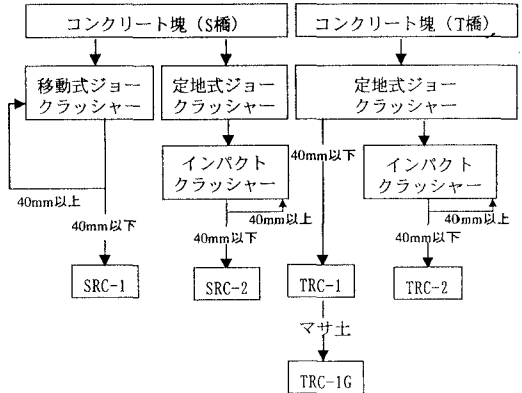


図-1 再生骨材製造過程

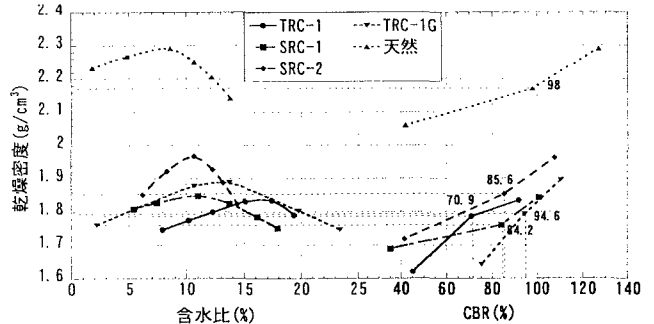


図-2 CBR 試験結果

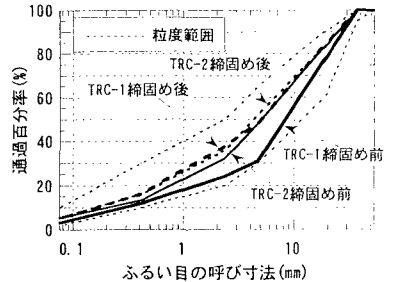


図-3 締固め前後の粒度変化

表-1 使用骨材の物性

骨材	比重	吸水率 (%)	実積率 (%)	すりへり減量 (%)
TRC-1	細骨材	2.27	10.69	69.8
	粗骨材	2.43	6.64	57.2
TRC-2	細骨材	2.30	9.65	71.6
	粗骨材	2.53	4.63	59.4
SRC-1	細骨材	2.30	8.97	64.6
	粗骨材	2.48	4.68	60.9
SRC-2	細骨材	2.33	8.31	65.3
	粗骨材	2.48	4.80	60.1
天然	細骨材	2.59	1.16	62.2
	粗骨材	2.72	0.64	57.0

骨材としての物性を示している表-1 のすりへり減量が二次処理材に比べて大きいことから判断できる。

3. 試験舗装における上層路盤材の有用性の評価

3.1 試験概要

本論文における試験舗装は、「九州地方建設リサイクル行動計画」の一環として行われているものである。

試験舗装の構成については、設計 CBR=3、設計交通区分=C 交通（目標 $T_A=35\text{cm}$ ）を条件として、アスファルト舗装要綱に準拠し設計した。舗装断面であるが、表層、基層の層厚はそれぞれ 5cm とした。上層路盤部の舗装構成は図-1 に示す。層厚は 1～5 工区までは 15cm、6～10 工区までは 20cm とした。再生セメント安定処理におけるセメント添加量は 4.7%、再生瀝青安定処理におけるアスファルト乳剤量は 5.1%、セメント量は 1.8% であった。また下層路盤については再生クラッシャーランを使用し、各工区において目標等値換算厚に近づけるよう層厚を決定した。また、施工前の路床土は CBR 値のばらつきが大きく路盤材の構造評価が困難なため置き換え工法により路床土を均一にすることとした。

3.2 構造評価

本研究において舗装の構造評価を行うために、FWD により路面のたわみを測定した。また多層構造理論を用いることにより、得られたたわみの実測値から舗装各層の弾性係数の推定および等値換算係数の算出を行った。

表-2 弾性係数と等値換算係数の算出結果

	再生セメント安定処理	再生セメント瀝青安定処理	一次破砕+補足材	二次破砕	粒調整砕石
弾性係数(kgf/cm ²)	27,349	55,172	26,067	15,761	3,687
等値換算係数	0.51	0.62	0.52	0.37	0.28
規定の等値換算係数	0.55	0.65	0.35	0.35	0.35

その結果を表-2 に示す。これを見ると粒度調整砕石よりも再生骨材の方が弾性係数が大きくなっていることが分かる。また、セメントおよび瀝青材料によって安定処理したものの方がさらに弾性係数が大きくなった。また等値換算係数を見るとアスファルト舗装要綱で規定されている等値換算係数は再生粒度調整砕石および粒度調整砕石は同じ値であるが今回の解析結果では相対的に再生粒度調整砕石の方が大きい値となった。

3.3 CO₂ 排出量

近年、地球環境が問題となっており、道路舗装工事においても CO₂ 排出量を抑制することが大きな課題となっている。本試験路盤における CO₂ 排出量を原単位より算出すると図-5 に示す通りとなる。これより、リサイクル材は新規骨材と比較して CO₂ 排出量が小さいことが分かる。

3.4 経済性

経済性としては図-6 に示す通りであり、全体的に通常工法と比較して、再生セメント安定処理は約 10% 節減できる。一方、2 工区と 7 工区の再生セメント瀝青安定処理は、瀝青材料の単価が高いために、経済性は若干劣る結果となった。なお、ここでは一般的な再生骨材を使用した場合であり、本研究のように特定された再生骨材を使用した場合は、破砕装置の仮設や運搬距離の関係で高くなると考えられる。

4. 結論

- 再生骨材を上層路盤材に適用する場合、粒度を調整することにより再生骨材のみ用いても規定値を満たすことが可能である。
- マサ土による粒度調整は、上層路盤材の規定値を十分満たしており、施工性にも優れている。
- 再生骨材を上層路盤材に適用した場合、弾性係数は天然骨材と比べて値が大きくなった。また等値換算係数も天然骨材と比較すると相対的に大きい値をとる結果となった。
- CO₂ 排出量、経済性ともに再生骨材は天然骨材よりも優れていることが分かった。

【参考文献】建設省土木研究所：資源・エネルギー消費、環境負荷の算定手法の開発と実態調査報告書（その 1）、土木研究所資料、1993.2

工区	1, 6	2, 7	3, 8	4, 9	5, 10
上層路盤上部	アスファルト安定処理 t=10cm				
上層路盤下部	再生セメント安定処理	再生セメント瀝青安定処理	一次破砕+補足材	二次破砕	粒調整砕石

図-4 上層路盤部の舗装構成

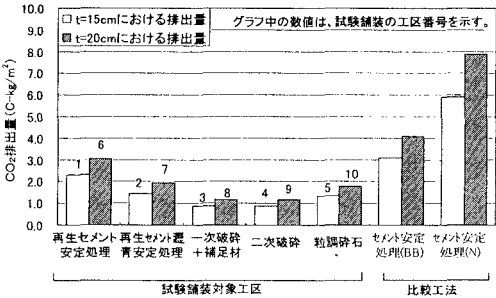


図-5 各工区における CO₂ 排出量の比較

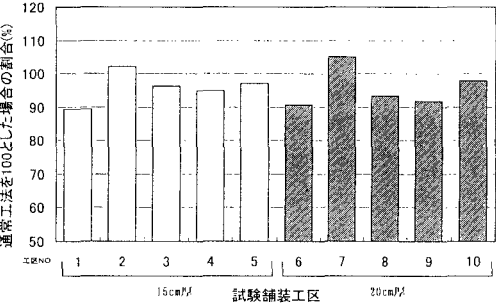


図-6 各工区におけるコストの比較