

# 邦 訳 ガラスのリサイクル骨材 (RCG)<sup>※)</sup>

## (その効果とコスト削減についての調査)

著者： Australian Food and Grocery Council<sup>※※)</sup>

鷲見明彦<sup>※※※)</sup> (翻訳)

砕石業界やリサイクル業界だけがリサイクル材を活用し、資源の無駄を防ぐ努力をしている訳ではありません。飲料品業界でも天然骨材の資源保護のためガラスの破砕品により、骨材の補助資源としての供給を行っています。

オーストラリアの食品雑貨評議会 (AFGC) の中にある、容器・用度フォーラム (PSF) は政府とオーストラリアの業界団体と共同作業により、オーストラリアの主要飲料業者やその容器供給業者に容器の再利用・リサイクル・減少についての教育プログラムを実施しました。この動きは2006年にPSFによって組織化され地方企業や地方自治体に持ち込まれ地域社会での結果をもたらしました。その中で特出されるケースを2つ紹介します。

### ケーススタディー1：ウェーバリー地区議会

ウェーバリー地区自治体の大きな目標は、安定的な環境保全・省力化・浪費と水資源の効率化でした。オーストラリアの最も有名なビーチの1つであるボンディービーチは市庁舎のある地域で、シドニー市民やオーストラリアの各地のみならず世界中から観光客が訪れる魅力的なビーチです。

2010年にウェーバリー地区議会は、ボンディービーチからの砂の浚渫から砂資源の保護の為、道路建設の縁石にリサイクルガラスを使用出来ないかの研究に乗り出しました。

ウェーバリー地区議会とPSF、さらにニューサウスウェールズ州 (NSW) 環境局気候変化/水資源部・道路交通局 (現運輸局) 及びオーストラリア公共工事研究所



写真1 2本のボンディー道路では、83トン (460,000本のガラス瓶に相当) の破砕したリサイクルガラス (RCG) を使用して舗装施工されました。

理事会の共同作業により、2本のボンディー道路で83トン (460,000本のガラス瓶に相当) の破砕したリサイクルガラス (RCG) で試験道路を建設する試みを行いました。

施工場所は、通行量が道路交通局 (RTA) の基準を満たすかどうか確認できる場所が選定されました。

- ・重荷重舗装道路、つまり高い通行頻度・トラックの通行量の多い場所。
- ・100mの試験道路は100mの長さで水平直進道。
- ・試験道100mには、3種類の施工パターンを行い、管理可能な事。

砂の代替としてリサイクルガラス (RCG) を使用するプロジェクトは、オーストラリアのニューサウスウェールズ州 (NSW) の道路用としての実用試験する事が

※) Quarry. 2014. 7月号. p.p.16~p.p.19

※※) オーストラリア食料雑貨評議会

※※※) 特別正会員 宇部興産機械株式会社大宮サービスセンター 編集委員

許可されました。結果として舗装性能に違いは見られず(RCG)を44%混合させたコンクリート舗装では、逆に4%の性能向上が見られました。

舗装施工後も延長して性能評価の確認の為、観察は続けられました。

### 施工後のテスト

(RCG)コンクリート混合材と通常混合材の違いは以下説明いたします。

ブレイア通りとオブライエン通りの舗道は視覚検査により施工後6ヶ月調査されました。その結果、視覚的变化は全く観測されませんでした。舗道の性能は、(RCG)や管理セクションも含め全ての施工セクションで良好でした。このプロジェクトの一環として、施工後6ヶ月以下の調査が行われました。

- ・アスファルトコンクリート舗装=視覚検査、轍ぼれ、剥がれ、磨耗(スキッドレジスタンステスト)
- ・コンクリート舗装=視覚検査、亀裂、磨耗(スキッドレジスタンステスト)、強度
- ・アスファルト道路=定期的な走行後の目視検査で、(RCG)舗装により悪い悪化は観測されませんでした。又、施工3年後3つの施工パターンの間に目視による認識できる差異は見られませんでした。又、低速・上限速度運転での乗り心地もセクション間で差異はありませんでした。さらに、轍ぼれ・剥がれ・磨耗(スキッドレジスタンス)の差異も認められませんでした。

### コンクリート道路

オブライエン道路は施工後6ヶ月目視による観察を行いました。その結果は特別な変化は観測されませんでした。舗道は磨耗も悪化(変質)も有りませんでした。その後施工後2年間の間、6ヶ月の周期で観察を続けた結果においても目視による変化は観察されませんでした。数本の亀裂が確認されましたが、その理由は付近の舗装の強度のない部分からの影響やユーティリティー保護スラブのめり込み等によるものであった。最も悪化の少なかったのは(RCG)44%混合舗装の施工パターンであった。これは、より早い固化速度の結果によるものと考えられる。それぞれの舗道の強度は、初期段階で測定記録されていました。最も高い強度は(RCG)44%の施工

56日後の強度で最も低かったのは(RCG)56%の施工パターンでした。施工後の低速及び上限速度運転での乗り心地試験で舗道のセクションによる違いはありませんでした。舗装路面の沈下や変化(悪化)も観測されませんでした(一部クラックを除き)。

### コスト比較と利点

結論として、今回始めて(RCG)の舗装施工され舗装道路としての性能試験が行われ、更なる試験の必要のない事が保証されました。現実的には、舗装品質は、コンクリートバッチや施工時期やその天候など様々な要素が関係してきますが、ガラス材料が含まれた舗装道路の品質が通常材料より上回っているという結果になりました。

全体的に見れば、アスファルト舗装にせよコンクリート舗装にせよ舗装性能を損なうことなく砂の代替になる事が確認されました。

コンクリート舗装においては、むしろ性能は向上し砂からガラス材の代替量自体はそれほど多く必要ない事が

表1 ブレイア道路舗装のプロジェクトによるコスト削減

	天然水洗砂	(RCG)ガラス砂
使用料	6トン	6トン
トン当たりの単価-中間価格で計算	1,955円/トン (\$23/トン)	1,105円/トン (\$13/トン)
生産場所からの輸送距離	>100km 2,550円/トン (\$30)の輸送費	現地調達
市が負担するガラスの廃棄処理費用		17,750円/トン (\$150/トン)
骨材購入額	11,730円 (\$138)	6,630円 (\$78)
埋め立て廃棄コスト	76,500円 (\$900)	
輸送費	15,300円 (\$180)	
コスト削減額		96,900円 (\$1,140)
トン当たりの削減額		16,150円/トン (\$190/トン)

(38)

わかりました。今回の2箇所の試験舗装の混合材料費用はスタートアップ費用を含めても140万円で、トライアル要素を除けばおよそ125万円ほどですみました。

今回の小規模なトライアルテストの結果からだけで判断する事は難しいですが、これが本工事でに適応されたとするならば、高額な天然の洗い砂や長距離からの輸送費さらにはガラスの廃棄コストなど考えればコンクリート・アスファルト舗装のコスト低減は極めて大きな物になると考えられます。ブレイア道路でのアスファルト舗装での(RCG)を使用した場合のコスト削減は、トン当たり19,000円のコスト削減に繋がるという結果になりました(表1参照)。

### ウェーバリー地区自治体のデモ施工現場

ウェーバリー地区のデモ施工現場はボンディービーチから約0.5kmの位置で(RCG)材をアスファルトやコンクリート表層用骨材として天然砂の補助材として使用しました。最初の100mブレイア道路は2010年6月に(RCG)2.5%・5%のアスファルト道路で施工されました。初年に約2.5百万台の交通量が42km/hの平均速度で3つの施工道路を通行しました。2本目の舗装はオブライエン道路で2011年3月に砂の44%(RCG)材への置換えと56%(RCG)材の置換えで施工されました。

シドニーにおいて、天然砂の価格やガラスの廃棄処理費用は上昇しており、ガラスの有効利用の経済的価値は極めて大きな意味を持っていくでしょう。又、廃棄ガラスの利用は環境面でも大きな意味を持ち成長してゆくと考えられます。ガラスの廃棄物処理費用の削減と天然砂の保護の2つの効果が期待できます。

### ケーススタディー2：マーガレットリバー州

オーグスタ・マーガレットリバー州はワインの産地として世界的に有名で休日の観光地として人気の場所です。年間百万人の観光客が訪れそのためごみの問題が深刻になってきています。5年ほど前この州では回収ボックスで回収されるガラス瓶を道路用骨材のバージン材に代わる材料として道路用への利用を始めました。

州は最初にガラス瓶の廃棄状況を調査しその結果その廃棄量がこの州だけで年間1,000トンこの地域では2,600トンに上る事が判りました。この廃棄ガラス(RCG)の

土木工事への利用で極めて大きな経済効果(削減効果)の上がる事が判りました(ガラス瓶は廃棄処理の為にパース市へ輸送され処理、もしくは廃棄物処理されていました)。さらにそのガラス瓶の発生量は増加していました。

結果として、オーストラリアの環境省に属するオーストラリア容器協会がこの州に7百万円の基金を出しGM-2と呼ばれるガラスの破碎処理機をガラス回収ボックスに設置し(RCG)材を土木工事に使用することとしました。この破碎処理機は2009年から稼働をはじめ、デビス道路の処理場では、その他の廃棄物との総合処理場として運転され始めました。2011年には、オーストラリアの食品雑貨評議会(AFGC)の中にある、容器・用度フォーラム(PSF)資金援助を受け2箇所の舗装工事で天然骨材に代わる原料として(RCG)材料を使用施工する事になりました。(RCG)ガラス細骨材は通常



写真2 コワラマップで行われた(RCG)ガラス骨材入りアスファルト舗装で施工した施工業者マラテスタ社は“(RCG)入りの方がワーカビリティや施工性能は通常アスファルトより良い”との意見であった。



のアスファルト天然骨材での物と比較して舗装の性能に全く差異のない事がわかりました。

### 性能とテスト

2箇所の施工場所で、2011年4月に1200mの長さの舗装が施工され、そのうち1ヶ所はマーガレットリバー州のメイン鉄道駅前の通常の郊外道路に施工され、もう1ヶ所は交通量が多く大型ダンプの往来の多いコワラマップ市のデイビス道路とロサグレン道路に施工されました。アスファルト舗装の仕様は、オーストラリアアスファルト協会のAusRoad規格に適合する(RCG)5%の物を施工しました。マーガレットリバー市の舗装は長さ214m幅6.2mの上下線1400m<sup>2</sup>に施工しました。

一方、コワラマップ市の施工場所は2階建てバスが運行している交差点で約1200m<sup>2</sup>の舗装施工を行いました。州はマラテスタ社というアスファルト供給業者と契約し、施工前に品質確認の試験サンプリングと材料試験を行いました。(RCG)アスファルトは、マーガレットリバー市のガラス処理プラントで製造された天然細砂に代わる5%のガラス細骨材入りの混合骨材で作られました。アスファルトの仕様は両方の施工場所ともオーストラリア規格AS2050に合致するヘビーデューティ仕様の-10mmサイズの物が使用されました。(RCG)アスファルトの施工を行ったマラテスタ社の見解によると施工性と性能は、通常のアスファルトより優れているという見解でした。又、施工の現場所長によればローラーによる施工時のコンパクション作業では流動が少なく施工性が良いとの意見でした。(RCG)アスファルトの量現場での性能結果は、現時点で住宅付近などの通常道路仕様と高過重道路仕様道路の両方の使用に適している事が判りました。施工後3ヶ月は月間検査が継続されました。仕上げ面の変質は観測されず、両方とも表面状況はよく、通常アスファルトと(RCG)アスファルトの差異は認められませんでした。

### 経済性収支評価

(RCG)アスファルトミックスは通常のアスファルトより今回のプロジェクトはスポット生産であり、空気の混入を防ぐ為アスファルト材自体の使用量も若干増え、ガラス骨材の混合工程も増えた為、単価の高い物になり

表2 (RCG)ガラス砂入りアスファルトと標準砂仕様の場合のコスト削減

	天然水洗砂	(RCG)ガラス砂
使用料	100トン	100トン
トン当たりの単価- 中間価格で計算	1,275円/トン (\$15/トン)	1,958円/トン (\$23.04/トン)
生産場所からの輸送 距離	現地調達 (10km)	現地調達
市が負担するガラス の廃棄処理費用		3,995円/トン (\$47/トン)
骨材購入額	127,500円 (\$1,500)	195,840円 (\$2,304)
埋め立て廃棄コスト	(\$4,700)	
市が削減できるコスト		331,160円 (\$3,896)

ました。但し、それ以外で通常のアスファルト材製造より高くなる要素は発生しませんでした。

経済比較を分析する上で、ガラスの破碎単価は2007年の破碎量から2010年の破碎量に換算し単価を補正しました。一方、年々上昇する廃棄処分料は2007年の単価4,700円/トンをそのままに据え置いて計算しました。(RCG)材入りアスファルト舗装をする事によって、標準アスファルト材に比べ約39万円のコスト削減に繋がりました。

(RCG)材を使用することによって、廃棄物処理費用が大幅に削減される為、今回のテストケースで上述のコスト削減がされましたが、大掛かりの舗装工事で適応されれば、非常に大きなコスト削減が可能です。さらに、天然資源の保護にも大きく貢献できます。年間平均1,500トンのガラスの廃棄物処理費と(RCG)生産の差額で州が削減できる費用は年間約4百万円となります(表2参照)。年々値上がりする、天然の水洗砂と上昇し続ける廃棄物処理費用の事を考えると、削減の可能性は益々大きな物になります。

### (RCG)の市場性

上述で説明した、2つの州で紹介した様に、(RCG)材はオーストラリアでは入手可能な材料で、天然砂にブ

(40)

ブレンドして使用することが可能です。(RCG)はコンクリートにもアスファルトにも細骨材として事前に天然骨材とブレンドする事によって使用できます。推奨するブレンド割合は密閉型道路・開放型道路用高強度用路盤材で5-10%、舗道用・低強度用路盤材で15-30%です。

又、パイプラインや土木用埋め戻し材用として、天然砂や細砂とブレンドして使用することも可能です。

参考文献Web :

1. [http://www.wavery.nsw.gov.au/environment/targets\\_and\\_reports](http://www.wavery.nsw.gov.au/environment/targets_and_reports)
2. [http://www.sydneyconstructionmaterials.com.au/const\\_sand.html](http://www.sydneyconstructionmaterials.com.au/const_sand.html)

