

# コンクリート塊を全量リサイクルする リ・バースコンクリートの現状について

森本 克秀

構造物解体時に発生するコンクリート塊から、できるだけ簡単な工程で再生コンクリートを製造するというコンセプトで開発された「リ・バースコンクリート」は、これまで多くの現場で適用されてきた。しかし、周辺環境、コスト、あるいは適用規模などの条件によって適用が制限されることも多く、幅広く適用できる一般化された技術には至っていない。

ここでは、リ・バースコンクリートの製造過程などの概要を述べるとともに、当技術が抱える課題と今後の展望、並びに代表的な施工事例を紹介する。

キーワード：リサイクル、再生コンクリート、解体、環境負荷低減、現場再生、廃掃法

## 1. コンクリート材料を取り巻く環境

現在、国内で発生するコンクリート解体材の発生量は2000年度で約1億トンであり、2011年度には2億トンに倍増すると予想されている<sup>1)</sup>。廃棄物として現場外へ搬出されるコンクリート解体材の排出量は2002年度では3,500万トンで、そのうちの99%は再資源化されている<sup>2)</sup>。大半は道路用路盤材として使用されているが、道路建設需要の低迷とともに路盤材の需要も漸減すると予想されている。

一方、天然骨材の供給においては、環境保全の観点から広島県、岡山県、香川県では瀬戸内海の家砂採取が全面禁止され、滋賀県でも琵琶湖の砂利採取が段階的縮小・廃止の方向にある。碎石場を新規に求めることも環境問題や森林法などの規制がある。このため、今後、解体コンクリートを骨材として再利用する再生コンクリートの需要は増加すると予想される。

## 2. 工法概要

前章で述べた背景を基にリ・バースコンクリートは、コンクリートの自己循環型技術としてリサイクル率の向上および環境負荷の低減を目的に開発された「解体コンクリートを現場内でコンクリート用骨材に全量利用した現場再生コンクリート」である。すなわち、コンクリート構造物解体現場の近くに打設現場がある場合、現地に専用製造装置を持ち込み、コンクリート塊の全量を使用して現地で再生コンクリートを製造する

工法である。

### (1) 製造方法

「できるだけシンプルな製造方法」をコンセプトとして、リ・バースコンクリートの製造方法は図-1に示すフローを採用しており、この過程では天然骨材を新たに使用していない。

- ①油圧ブレイカー等で20～30cmに1次破碎した解体コンクリートをバックホウにより専用製造装置へ投入する
- ②専用装置内のクラッシャーで40mm以下に破碎する
- ③破碎物内の鉄筋を磁選機で取り除きながら、ベルトコンベアで運搬する
- ④計量ホッパーで1バッチ毎に破碎物を計量する
- ⑤同時にセメント、水、混和剤も計量し、ミキサーに投入する
- ⑥ミキサーで練混ぜた後、運搬車両に排出する

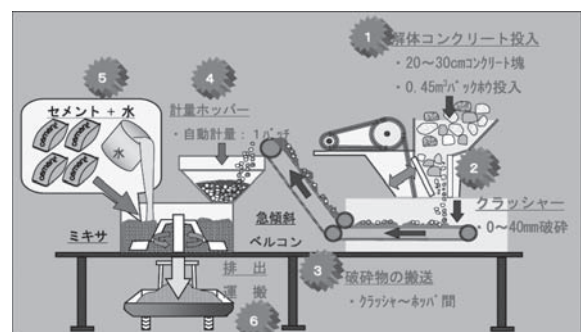
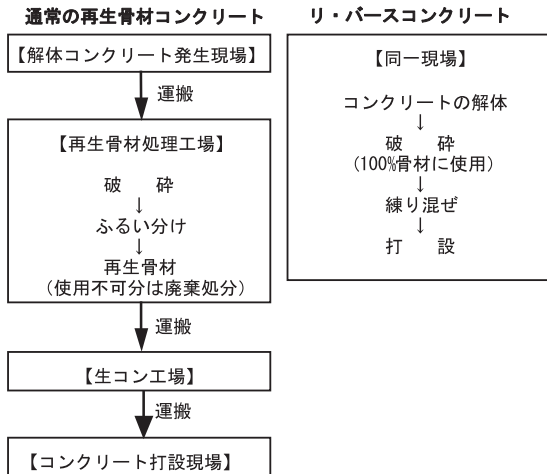


図-1 製造フロー

(2) 特長

図—2に通常の再生骨材コンクリートとリ・バースコンクリートの製造プロセスを示す。通常の再生骨材コンクリートは、解体コンクリートが発生した現場から再生骨材処理場に運搬して破碎、ふるい分けにより再生骨材を製造する。この再生骨材を生コンプラントに運搬して再生コンクリートを製造し、打設現場に運搬する必要がある。なお、再生骨材のリサイクル率は、粗骨材だけを製造する場合で30～40%、細骨材と粗骨材の場合で70%程度であり、残りは廃棄処分されている。

これに対して、リ・バースコンクリートは、解体コンクリートを製造サイトで破碎後、その破碎物を無調整で全量を骨材とし、セメント・水・化学混和剤を練混ぜて製造する現場再生コンクリートであり、全量リサイクルを原則としている<sup>3)</sup>。



図—2 製造プロセスの比較

(3) 工法成立の主要因

工法成立の主要因である解体コンクリート破碎物の粒度分布特性を図—3に示す。図—3は8t/hの能力を持つジョークラッシャーを使用し、様々な強度のコンクリートを破碎したときの粒度分布を示している。同一破碎機で同一調整幅にすると破碎物粒度は安定するため、これを全量使用した再生コンクリートのワーカビリティも安定する。

2本の実線はJISにおける骨材粒度分布の細粒側と粗粒側を示している。破碎物は粗粒側粒度分布と比べても5mm以下の細粒分が少なく、この不足を補うためセメント量を増やした配合で対処している。

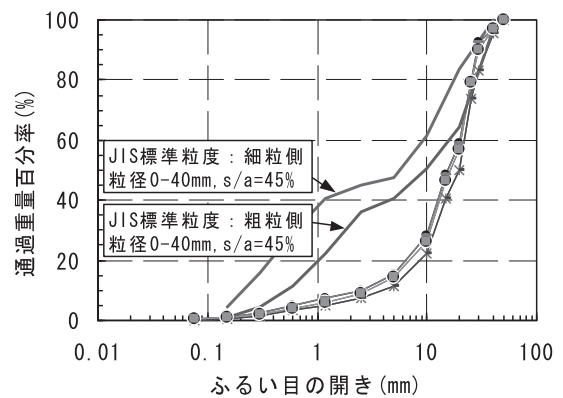
(4) コンクリートの特性

図—4に原料コンクリートと再生コンクリート強

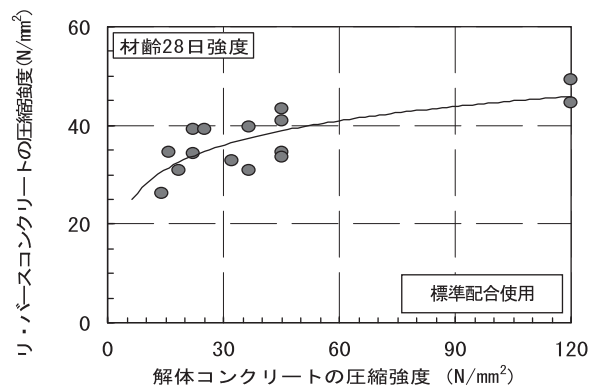
度の関係、および図—5に過去の工事における圧縮強度を示す。

図—4に示すように圧縮強度15～120 N/mm<sup>2</sup>の原料コンクリートに対し、リ・バースコンクリート強度は緩やかに増加傾向を示す。最低の15 N/mm<sup>2</sup>に対して25 N/mm<sup>2</sup>程度の強度を発現し、通常の強度であれば30～40 N/mm<sup>2</sup>の強度を発現する。以上より、原料コンクリートの強度にあまり関係なく、24 N/mm<sup>2</sup>以上を確保できる。

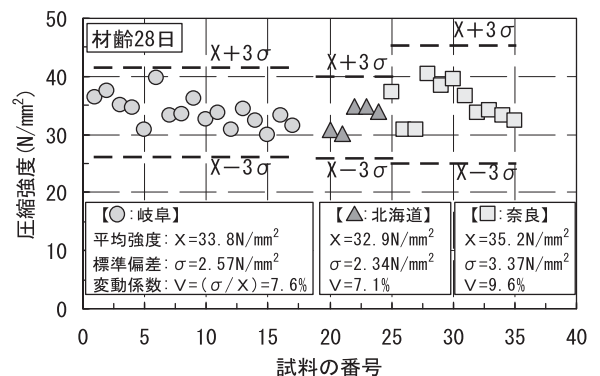
図—5では圧縮強度のばらつきは3σ以内、変動係数は10%以下の安定した強度発現であることを確認している。



図—3 破碎物の粒度分布



図—4 原料と再生コンクリートの関係

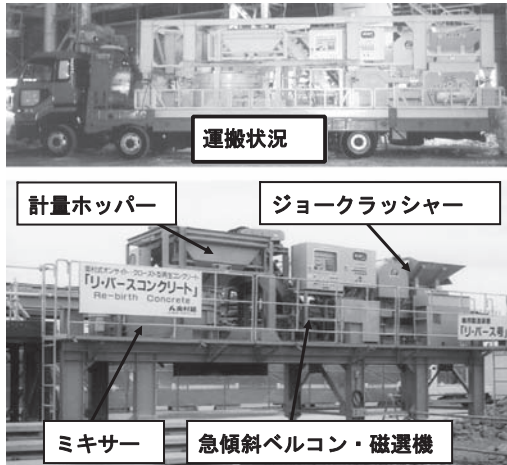


図—5 圧縮強度

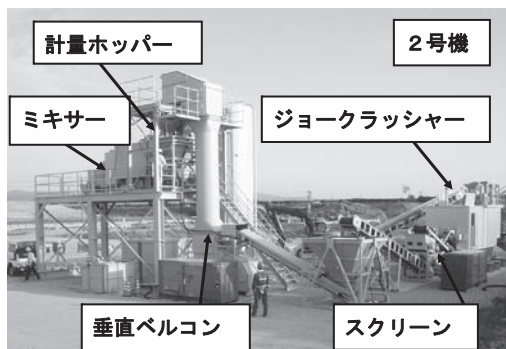
### 3. 製造装置

これまで説明した製造法を実現する専用製造装置として移動および設置・撤去作業が簡便なり・バース号(1号機)、および大量製造に適した同(2号機)を保有しており、それぞれ写真—1,2に示す。製造装置は、いずれも主にクラッシャー、ベルトコンベア、計量ホッパーおよびミキサーから構成されており、2号機では破砕物のオーバーサイズをスクリーンで分別し、クラッシャーに還流する構造となっている。製造能力は1号機が4 m<sup>3</sup>/h、2号機が20 m<sup>3</sup>/hとなっており、工事毎に全体の製造数量や製造装置の運搬状況等を考慮して製造装置を選択している<sup>4)</sup>。

この専用製造装置を用い、破砕物をストックせず連続的に1バッチ毎に計量する方法で粒度分布を安定させている。また、解体コンクリートを比表面積の大きい塊でストックし、練混ぜ前に破砕することで水分量を安定させることができる。専用製造装置では、これらのコンクリート塊の破砕からミキサー投入までを連続運転している。



写真—1 専用製造装置「リ・バース号」(1号機)



写真—2 専用製造装置「リ・バース号」(2号機)

### 4. 用途

解体コンクリートを破砕しただけの破砕物はJIS規格外であり、これを全量使用したり・バースコンクリートも規格外であるため、本体構造物へ使用するには発注者の承認が必要である。現在までのところJISコンクリートよりも若干乾燥収縮が大きいこともあり、鉄筋コンクリートには使用せず、無筋構造物である写真—3のようなブロックや土間コンクリートに使用している。2009年1月時点での実績は国土交通省を中心に18件、約7,700 m<sup>3</sup>である。



写真—3 ブロックの打設状況

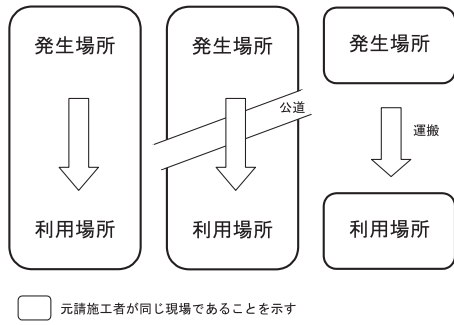
### 5. コンクリート塊の扱い

解体現場で発生するコンクリート塊は、通常、廃掃法上の産業廃棄物である「がれき類」に分類される一方、建設リサイクル法によってリサイクルを義務づけられている。廃棄物に該当する場合には、 manifests の発行・保管による運用、収集運搬業者への運搬の委託が必要であり、製造装置も中間処理施設としての許可を得る必要がある。工事毎に専用製造装置を製造サイトに持ち込み再生コンクリートを製造する当工法の場合、工事毎に処理施設としての許可が必要となり、準備期間の長期化、事務処理やコストの増大から、実質的には当工法の採用は難しくなる。

一方、「占有者の自ら利用」という位置付けでコンクリート塊を原材料として扱うことが可能であり、工事毎に廃棄物行政部局へ説明する個別対応によりリ・バースコンクリートとして利用できる。ただし、この条件として図—6に示す3パターンの運搬形態において、特に発生場所と利用場所が離れるときには、発生と利用は同じ元請け業者であるとしている場合が多い<sup>5)</sup>。

### 6. コストの算出

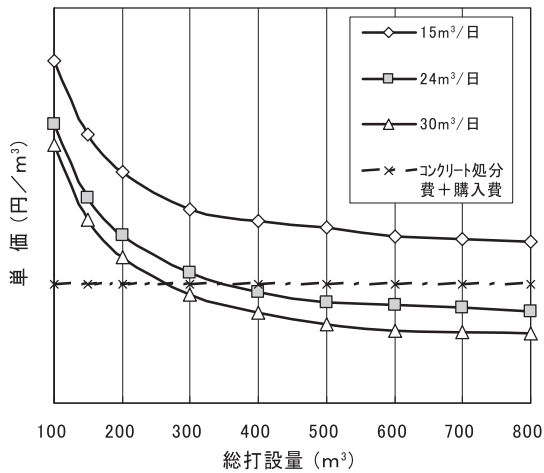
リ・バースコンクリートの総コストは、製造装置運搬費、設置撤去費、製造費、材料費および周辺機器の



図一六 自ら利用における発生場所と利用場所

リース費の合計であり、運搬費と設置撤去費が固定費となる。このため、図一七のグラフに示すように総製造量および日製造量が多くなるほど、製造単価は低くなる。関東地区の試算では従来工法の「コンクリート廃棄費用+同等品質レディーミックストコンクリート購入費」と比較すると、条件が揃えば約30%のコストダウンが可能である。

このために効率のよいコンクリート製造が可能となるよう、工事全体を考慮した計画が必要であり、コンクリート打設工事を含めた形での発注が望ましい。



図一七 打設数量とコストの関係の関係

### 7. 施工例

リ・バースコンクリートの施工例として、北海道開発局発注のフィールド試験工事として実施された工事例を紹介する。対象は、表一に示すように忠別ダム建設工事で使用した仮設構造物撤去にあたり、廃棄処分となる解体コンクリートを原材料としてリ・バース号(1号機)により根固めブロックを製造する工事である<sup>6)</sup>。

ダム工事区域内の一面に集積された解体コンクリートは、図一八の施工手順に従い現場へ搬入されたり・

バース号に投入され、セメント・水・化学混和剤を加えてリ・バースコンクリートが製造される。

表一に設計配合を示す。リ・バースコンクリートは破砕物を骨材として用いているため、同じスランプで見ると少しがさついた感触がある。また、破砕物の吸水によりブリージングがほとんど起こらないため、夏場などでは天端を早く仕上げる必要がある。

コンクリート製造後には写真一四に示すようにホイールローダで小運搬し打設を行った。打設後のブロックは、セメント量が多く強度発現が早いので材齢

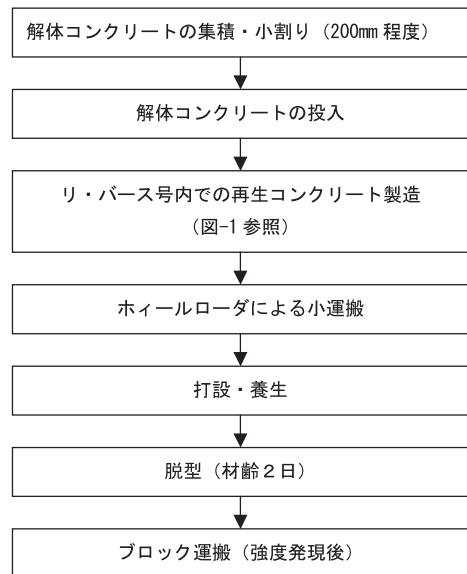
表一 工事概要

発注者名	北海道開発局 旭川開発建設部忠別ダム事業所
工事名	忠別ダム建設工事の内 ブロック製作工事
施工時期	H.17.8～H.18.1
対象とする解体 コンクリート	モータプール、濁水処理施設等の基礎、橋台・橋脚に使用されたコンクリート
対象工種	現場再生コンクリートによるブロック製作 ・ダム下流の河道整正用3t根固めブロック ・製造個数:1,650個(1ヶ当たり1.441m³) ・製造量:2,378m³

表二 設計配合

破砕物 最大寸法 (mm)	スランプ (cm)	水セメン ト比 (%)	空気量 (%)	破砕物 容積 (m³/m³)
40	8 ± 2.5	40	4.5 ± 1.5	0.643

単位量 (kg/m³)			高性能 AE 減水剤 Ad	AE 剤
水 W	セメント C	コン クリ ート 破 砕 物		
174	435	1511	C × 0.3%	C × 0.05%



図一八 施工フロー



写真一四 ブロックの打設状況

2日で脱型強度以上、材齢7～10日には転置強度に達する。

養生として脱型時まで養生シートおよび散水により湿潤状態に保ち、脱型後にはシートをかけて直射日光などによる急激な乾燥を防止した。11月以降には温水の使用により練混ぜ温度を10℃以上に確保するとともに、初期凍害を防止する目的で簡易な養生ハウスを設置し、ボイラーによる保温を行いながらブロックを養生した。

当工事では再生コンクリート製造量が多く、安定した日製造量を確保できるなど当技術に対して好条件が揃っていた。このため、発注者より現場でのブロック製作費はブロック購入の場合よりも安価にすることができ、さらに廃コンクリート処理費を大幅に削減できたとの評価を頂いた。

## 8. 今後の展望

2002年度にグリーン購入特定調達品目のコンクリート塊再生処理工法が制定され、リ・バースコンクリートはこれに適用される工法となった。一方、構造部材にも使用可能とした再生骨材H、Mは、2006年度までにJIS化された。ただし現段階では建築構造部材への使用については、建築基準法上それらを使用したコンクリートのJISは認められておらず、使用するためには国土交通大臣の認定が必要である。再生骨材Lも2005年度にJIS化され、これを用いた再生骨材

コンクリートは非構造体にものみ使用可能である。

現段階ではこのようにコンクリート塊を再生利用しようとする動きが活発化している状況を踏まえて、今後の展開を以下のように考えている。

- ①実績の上積み：実績を積み重ねることによって、同工法がコンクリート塊の再利用方法として一般化するようになる。
- ②多様化：地域ごとに発生するゴミ熔融スラグのような廃棄物を再生骨材代替材として利用するなど、使用材料の汎用性を高める。
- ③適用の拡大：再生骨材Lを使用したものと同様に非構造体へ使用できる再生コンクリートとして、積極的に他の民間企業へ製造機械も含めて技術を提供する。

今後、再生骨材を使用した固定施設で製造される再生コンクリートと併せて、当技術のような現地製造による再資源化技術が活発化すると思われる。リ・バースコンクリートはどこにでも使えるという技術ではないが、解体と利用場所が近くにあるなどの条件が一致すれば最も効率的なコンクリート塊再生技術ではないかと考える。このためにもコンクリート塊の有価物としての扱いも含めて自治体の柔軟な運用を期待したい。コンクリート解体物は有用な資源であり、その効率的な再資源化技術を通して環境保全に貢献したい。

JICMA

### 《参考文献》

- 1) 国土交通省：平成12年度建設副産物実態調査結果，2002
- 2) 日本政策投資銀行：都市再生と資源リサイクル，調査33号，2002
- 3) 廣中哲也，松田敦夫，森本克秀：解体コンクリートを全量使用した現場再生コンクリート「リ・バースコンクリート」の開発と適用，電力土木，2005，No.320 pp.95-99
- 4) 森本克秀：解体コンクリートを全量使用する現場再生コンクリート，土木学会誌2004，Vol.89 pp.70
- 5) 財団法人先端技術センター：よくわかる建設リサイクル，平成18年度版 pp.30-31
- 6) 加賀恒夫，森田茂雄，野村栄正：忠別ダムにおけるコスト削減（第2報），ダム技術2006，No.236 pp.49-57

### 【筆者紹介】

森本 克秀（もりもと かつひで）  
 ㈱奥村組 東日本支社  
 環境技術部  
 リニューアル課  
 課長

