

V-35 コンクリートのリサイクルにおける環境負荷の一評価

基礎建設コンサルタント（株） 正会員 ○若木 信也
徳島大学工学部 フェロー会員 水口 裕之
徳島大学工学部 正会員 上田 隆雄

1. はじめに

コンクリート構造物の解体により発生するコンクリート塊の量は平成7年度で3,700万トンであり、その内の約65%がリサイクルされているがその大部分が路盤材として利用されている。今後、高度経済成長期に建設されたコンクリート構造物が解体の時期を迎え、コンクリート塊の発生量は急増することが予想される。廃棄されるコンクリート塊から再生骨材を回収し、再度コンクリート構造物へ利用すると多くの利点があると考えられる。

一方、地球温暖化の主な原因として二酸化炭素がある。特に、建設事業が関与する二酸化炭素排出量は相当量あり、地球環境の保全のために二酸化炭素の低減は必要不可欠であると考えられる。

本研究は、今後必要とされる再生骨材を用いたコンクリート構造物についての二酸化炭素排出量を、コンクリート構造物の解体からコンクリート製造までで算出し、これと新材料を使用した同じ構造物における二酸化炭素排出量とを比較することで、コンクリートのリサイクルにおける地球環境への負荷について定量的に考察する基礎資料を得ることを目的とする。

2. 対象構造物

対象構造物としては次に示すものとし、上部構造のみを対象とし、下部構造は対象外とした。また、この構造物に用いるコンクリートはすべての部位において同じのものとし、部分的な強度などの品質の差異はないものとした。

構造： 複線箱型断面 PC 橋

全長： 740.00m

支間： 82.500m（2径間連続桁）×4連， 34.714m（単純桁）×2連

3. コンクリートの配合

新材料を用いたコンクリートの配合を文献¹⁾から、再生材料を用いたコンクリートの配合を文献²⁾を参考に決定した。それらの配合を表-1および表-2に示す。

表-1 新材料使用

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランプの 範囲 (cm)	空気量の 範囲 (%)	W/C (%)	単位量(kg・m ³)			
				W	C	S	G
25	6±1.5	3±1	40.5	141	348	720	1184

表-2 再生材料使用

粗骨材の 最大寸法 (mm)	スランプの 範囲 (cm)	空気量の 範囲 (%)	W/C (%)	単位量(kg・m ³)			
				W	C	S	G
20	8±2.5	4	41.5	165	398	865	931

表-1より、新材料使用の場合は、コンクリート総量12,693tで、粗骨材量15,029t、細骨材量9,139t、セメント量4,417tとなる。また、セメント原料として石灰石5,075t、粘土1,285t、鉄原料128t採取する必要がある。表-2より、再生材料使用の場合はコンクリート総量12,693tで、再生粗骨材量11,817t、再生細骨材量10,979t、セメント量5,052t、コンクリート塊量：36,597tとなる。また、セメント原料として石灰石5,805t、粘土1,470t、鉄原料147t採取する必要がある。

4. 評価範囲

新材料使用の場合は、コンクリート塊およびセメント原料の採取、運搬からセメント製造、再生骨材製造、コンクリート製造までとした。再生材料使用の場合は、コンクリート塊から再生骨材を製造するために、コンクリート構造物の解体、コンクリート塊およびセメント原料の採取、運搬からセメント製造、再生骨材製

造，コンクリート製造までとした。

5. 二酸化炭素排出量の算定方法

各段階において二酸化炭素排出の可能性があると考えられる項目，例えば建設機械では与えられた作業条件に最も適合するとされる機種，容量のものを選択し，機械の合計投入量，燃料消費量，使用時間等から燃料コスト，人件費を算出した。二酸化炭素排出量は求めたコストに各種排出強度を乗じて算出した。

また，コストが明確でない場合は消費電力量を用いて二酸化炭素排出量を算定した。

6. 考察

以上に述べた条件で算出した結果を表－3に示す。

6. 1 採取・運搬

新材料と再生材料を比較すると，約2倍再生材料使用の方が多く二酸化炭素を排出している。この差は骨材の回収率の差が原因と考えられる。再生骨材の原料となるコンクリート塊から取れる細・粗骨材量はコンクリート塊量の約30%・35%³⁾である。このため必要な再生骨材量を得るために大量のコンクリート塊を採取しなければならない。従って，運搬量や解体量が多くなり消費される燃料量が増加し，排出される二酸化炭素量も増加する。また，建設機械よりも作業員、運転手等が排出する二酸化炭素量が上回る結果となったことから，作業能率の向上，建設機械のよりよい組合せを考える必要がある。

表－3 新材料使用と再生材料使用における二酸化炭素排出量の比較

	新材料使用 (kg・C)	再生材料使用 (kg・C)
コンクリート構造物の解体および採取、運搬	3,632 (100)	7,371 (203)
セメント製造	852,513 (100)	975,000 (114)
骨材製造	11,059 (100)	369,483 (334)
コンクリート製造	165 (100)	165 (100)
合計	867,369 (100)	1,351,965 (156)

※カッコ内は新材料に対しての再生材料の二酸化炭素排出量の割合

6. 2 各種製造

セメント製造からコンクリート製造までの段階では，再生材料使用が多量に二酸化炭素を排出する結果となった。特に差があるものとして，骨材製造が挙げられる。この理由として，今回は再生骨材の製造に高品質骨材回収法である加熱すりもみ法を適用したためであると考えられる。加熱すりもみ法³⁾は回収したコンクリート塊を加熱することによりセメントペースト部分を脱水，脆弱化した後，骨材を破碎しない程度の摩擦作用で骨材の周りに付着しているモルタルやセメントペーストを選択的に除去する方法であり，このコンクリート塊の加熱段階での燃料に二酸化炭素排出量が多い重油を使用したことが原因である。

また，再生骨材製造の過程で大量の微粉が排出される。この微粉をセメントの原料もしくは混合材として利用することでセメント原料である石灰石の脱炭酸による二酸化炭素の排出が抑えられるのと同時に，脱炭酸に必要な熱量が不要になることから燃料の必要量も減少し，燃料の燃焼による二酸化炭素の排出を抑えることができると考えられ，今後の検討課題である。

7. まとめ

今回の研究では，再生材料を使用するコンクリート構造物の二酸化炭素排出量は新材料使用に比べて大幅に上回る結果となった。今後，再生材料の使用には再生骨材回収技術，作業能率の向上や前述した微粉の使用や使用機械の適切な組合せなどを検討することにより，二酸化炭素排出量を低減させることが必要と考えられる。

参考文献

1) 津雲孝世 他：土木施工法講座 24 巻 建設機械の運用管理，山海堂，1978，p.138.
2) 黒田泰弘・橋田光一・山崎庸行・立屋敷久志：高品質再生骨材を使用したコンクリートの基本性状，コンクリート工学年次論文集，Vol.22，No.2，2000，pp.1105～1110.
3) 島裕和・立屋敷久志・橋本光一・西村祐介：加熱すりもみ法によるコンクリート塊からの高品質再生骨材回収のLCA 評価，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.2，2001，pp.67～72.

第Ⅵ部門

Ⅵ－ 1 ～Ⅵ－18