

コンクリート廃材の有効利用に関する一検討

九州大学大学院

学生員 久保野敦

フェロー 松下博通

正会員 鶴田浩章

学生員 橋本 学

1. はじめに

建設事業の拡大に伴い、毎年膨大な量のコンクリート廃材が発生している。その再利用率は、表-1 に示すように平成7年度の65%から平成12年度は96%と大幅に増加しており一見再利用が進んでいるかに見えるが、そのほとんどが路盤材としての利用に留まっているのが現状である。

表-1 コンクリート塊の搬出量および再利用率
(国土交通省、建設副産物実態調査)

	H2年度	H7年度	H12年度
排出量 (万 t)	2500	3600	3500
再利用率 (%) ※1	48	65	96

※1 再利用率 = $\frac{\text{工事間利用量} + \text{再資源化施設への搬出量}}{\text{総搬出量}}$

大量生産・大量消費・大量廃棄型である現代の経済社会システムは、自然の物質循環に対して多大な負荷を与え続け、その結果、公害や自然破壊を始めとする様々な環境問題が生じている。このような環境問題の解決のためには、自然の物質循環を健全な状態に回復させ、その状態を維持することが必要であり、経済社会システムの循環により環境への負荷をできる限り少なくしていくことが不可欠である。このような観点から、本研究では、コンクリート廃材をコンクリート用材料として繰返し再利用することを基本的な理念とし、それに近づけるための問題点および方策の検討を行った。

2. コンクリートのリサイクルに関する取組みの現状

コンクリート廃材がコンクリート用骨材として利用が進んでいない原因として、制度上の問題、コストや材料としての品質の問題が考えられるが、これらの問題に対する取組みの現状について以下に示す。

2.1 制度上の改善

再生骨材は、JIS 規格品ではないため利用されにくいのが現状である。これに対し、「再生骨材を用いたコンクリートの TR」¹⁾では、再生骨材コンクリートの用途を高い品質が要求されない構造物あるいは部位に限定した上で、再生骨材コンクリートを JIS 規格品と認める方向となっている。また、建設副産物情報交換システムが設置されるなど、制度上の改善は、徐々に図られ始めているといえる。

2.2 コストや材料としての品質の問題

現在、コンクリートのリサイクルに関する様々な研究が行われており、簡単に分類すると表-2 の様になる。高い品質が要求されない構造物あるいは部位に限定すれば、技術的には利用可能であると思われる。

しかし、本来 Recycle とは繰返し再利用（再生品をも再利用）できることであることを考えると、コンクリート廃材から再生コンクリートを製造することのみ

表-2 コンクリートのリサイクルに関する研究の分類および内容

分類	内容
再生骨材の製造方法	コンクリートを加熱することでセメントペーストを脆弱化させる方法や、破砕方法の工夫
再生コンクリートの物性およびその改善方法	配合の工夫や混和剤および混和材の添加など
再生骨材製造時に発生する微粒分の利用方法	セメント原料や地盤改良材としての利用など
特殊な形のコンクリート	完全リサイクルコンクリート ²⁾

ならず、その再生コンクリートがコンクリート廃材になった場合のような先を見据えた検討も必要である。

3. コンクリート用材料としての再利用の方向性に関する検討

平成12年に制定された循環型社会形成推進基本法では、廃棄物の発生抑制 (Reduce)、再使用 (Reuse)、再利用 (Recycle)、熱回収、適正処分という優先順位を明示し、その取組みを促進することとしている。現在社会資本として大量に蓄積されているコンクリート構造物の場合、その補修などにより耐用年数を伸ばすことで一時的に発生を抑制することはできるであろうが、いずれは寿命を迎え解体されるため、その発生を抑制することは基本的に難しいと考えられる。以上の点を踏まえ、コンクリートのリサイクルについて検討を行った。

3.1 再使用に関する検討

先に示したように、路盤材としての利用は、循環ではなく一方通行の流れであるだけでなく、コンクリートを粒状破砕する際にエネルギーも消費している。しかし、例えば廃材となるコンクリート部材をそのまま生か

し、取り出した部材同士を PC 鋼棒などで再び連結させて新規部材として利用することも可能である。このように、元のコンクリートの原形に近い利用方法や、切断ブロックのように比較的大きな材料として使うことは、工程が少なくなる分、必要とされるエネルギー消費量も抑えられる。

3. 2 コンクリート用材料としての再利用に関する検討

3. 2. 1 再生骨材の微粒分量と骨材品質に関する検討

表-3 に、同一のコンクリートにジョークラッシャで破砕する方法および加熱すりもみ法を用いた場合の、骨材物性および骨材重量の割合を示す。加熱すりもみ法とは、コンクリートを加熱することでセメントペーストを脆弱化させて再生骨材を製造する方法である³⁾。

表-3 を見ると、ジョークラッシャで破砕して再生骨材を製造した場合、骨材品質は比較的低いが、骨材の回収率は高く微粒分もそれ程発生しないことが分かる。一方、加熱すりもみ法

表-3 同一のコンクリートから製造した再生骨材の物性および骨材質量の割合

	絶対密度 (g/cm ³)		吸水率 (%)		骨材質量の割合 (%)		
	細骨材	粗骨材	細骨材	粗骨材	微粒分 (~0.15mm)	細骨材 (0.15-5mm)	粗骨材 (5-20mm)
原コンクリート ^{※1}	2.51	3.01	2.50	0.60	0.6	29.6	50.4
ジョークラッシャ ^{※2}	2.09	2.47	12.35	4.71	2.5	26.1	71.4
加熱すりもみ法 ^{※3}	2.63	2.78	2.40	0.93	39.0	26.8	34.2

※1：骨材重量の割合は、コアの密度および配合から算出
※2：原コンクリートを最大粒径 250mm 以下に粗砕後、ジョークラッシャで最大粒径 20mm 程度に破砕 ※3：絶対密度・吸水率は、微粒分を除いた値

の場合、原骨材と比較しても遜色ない品質の再生骨材が得られるが、骨材の回収率は低く微粒分が大量に発生する。環境負荷については、骨材品質が比較的低い場合、要求性能の高い部位に用いるための骨材資源の採取による自然破壊が問題となり、骨材品質が比較的高い場合、再利用・廃棄処分が困難である微粒分の発生量が多くなることで最終処分場の容量が厳しくなり、環境に負荷を与えることになる。

3. 2. 2 コンクリートを繰り返し再利用する方法の検討

上記のように、加熱すりもみ法の場合、高品質な再生骨材が得られる。一方、比較的低品質な再生骨材を用いて再生、再々生と繰返し再利用する場合、コンクリートの品質低下を招く恐れがあるが、2. 1 で述べたように制度面は整備されつつあり利用しやすくなるものと考えられる。

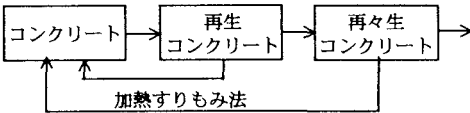


図-1 コンクリートのリサイクルモデル

そこで図-1 のように、コンクリートを破砕してコンクリート用骨材として利用する方法で 1 回もしくはそれ以上再利用した後、加熱すりもみ法により骨材分を取り出す、という方法が考えられる。ここで問題になるのは、加熱すりもみ法を再生コンクリートに適用するのか、再々生コンクリートに適用するのかということであろうが、これは再生・再々生コンクリートの品質や次の段階のコンクリート（再々生・再々々生）の要求性能により決定するものと考えられる。また、再生（再々生）コンクリートを製造する際には、二酸化炭素の排出・自然環境破壊などのような環境に対する負荷のみならず、塩化物イオンをはじめとするコンクリート中の物質の濃縮についても考慮する必要があるものと考えられる。

また、コンクリートをいかに再利用するにしろ、コンクリート廃材の利用方法を決定する指針とするため、コンクリート製造の際の記録（天然骨材・再生骨材のどちらを使用したか、など）を残しておく必要があると考えられる。さらに、コンクリート廃材を解体後収集する際に、再生・再々生コンクリートを分別するなどの措置をとることで、発生したコンクリート廃材の性質に応じたりサイクルが可能になると思われる。

4. まとめ

本研究では、コンクリートのリサイクルに関して一つ方法を検討したが、これから先も繰り返し再利用することを念頭に置いた検討が必要であると思われる。

[参考文献] 1) 友澤史紀など、完全リサイクルコンクリート、コンクリート工学, Vol.35, No.7, pp.57-60 (1997)
2) 再生骨材を用いたコンクリートの TR の概要、コンクリートへのリサイクル資源活用技術の標準化に関する調査研究委員会、コンクリート工学, Vol.39, No.11, pp.53-59 (2001)
3) 黒田泰弘など、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, pp.1105-1110 (2000)