

廃コンクリートリサイクル技術の実用化研究

Study of Practical Technology for Recycling Waste Concrete

米澤敏男* 神山行男* 柳橋邦生* 佐藤 章**

Toshio Yonezawa, Yukio Kamiyama, Kunio Yanagibashi, Akira Sato

近年、わが国では、コンクリート構造物の老朽化により、解体時に発生する廃コンクリートの処分方法が大きな社会問題となっている。

この問題を解決するための一環として、大阪市立大学、株式会社竹中工務店と当社は廃コンクリートを原材料の石、砂、セメント、鉄筋に分離してリサイクルするための共同研究を行なった。

In recent years, the disposition of waste concrete generated by dismantling of obsolete concrete structures has become a serious social problem. As a link in studies to solve this problem, we are conducting joint research with Osaka City University and Takenaka Corporation on separating waste concrete into their elements of gravel, sand, cement and reinforcing steel bars for recycling.

1. はじめに

戦後の高度成長期に建てられた建築物（ビル、団地など）の改築、都市改造に伴って、各地で大量に排出される廃コンクリートの処分方法が社会問題となっている。

今までの処分方法は、盛り土、護岸の根固め、道路の路盤材などに使用され、発生量の約70%は埋立て処分されている。

しかし、環境保全の問題から、埋立て場所の確保も困難になっている。

一方、有限資源である天然骨材は乱開発によって資源の枯渇、および骨材単価の高騰が生じている。

大阪市立大学が中心となって活動中の「コンクリート廃材リサイクル研究会」は、1987年より採算のとれるプラント開発の研究に取り組んできた。

上記のような社会状況の背景のもと、大阪市立大学、株式会社竹中工務店と当社は、廃コンクリートの骨材再生方法およびその装置の実用機に関する共同研究開発を行ってきたのでここに紹介する。

2. 廃コンクリート再生設備概要

2.1 フローシート

図1に実験設備のフロー、図2に設備全景を示す。

廃コンクリートを破碎し、混合物を除去する「前処理」と、破碎したコンクリート塊を相互にこすり合わせて骨材の表面を処理する「すりもみ処理」の2段階で構成される。

その後、ふるいにかけて高品質粗骨材として再生、回収される。

2.2 廃コンクリート再生機

再生機の模式断面図を図3に示す。

円筒形のケーシング内に偏心した円筒形の回転体を置き、コンクリート塊を上部からケーシングと回転体との間に連続投入して充填させ、それらを回転体によって加速し、塊同士をぶつけ合ったり、もみ合ったりさせて骨材表面に付着しているセメントモルタルを除去する。

3. 実験

3.1 ロータ下部排出口あき寸法に関する実験

3.1.1 目的

試作機において、その性能が確認された運転条件を実用機にて確認することを目的とし、実験用に作った原コンクリートから再生粗骨材を製造して、その品質を確認した。

3.1.2 要因と条件

実験の要因と条件を表1に示す。

試作機において一次処理、二次処理を行なう毎に再生粗骨材品質は向上した。

実用機においても同様の効果が得られるかを確認するため、要因の1つを処理回数とした。

また、処理品品質は投入材料の装置内滞留時間が長い程効果が大きくなることを期待し、これを制御することを目的として、排出口のあき寸法を要因とした。

表1 要因と条件
Table 1 Factor and condition

要因	条件	
	1	2
処理回数	一次	二次
排出口あき寸法	34mm	39mm

* 株式会社竹中工務店 技術研究所

** 機械事業部 産業機械技術部

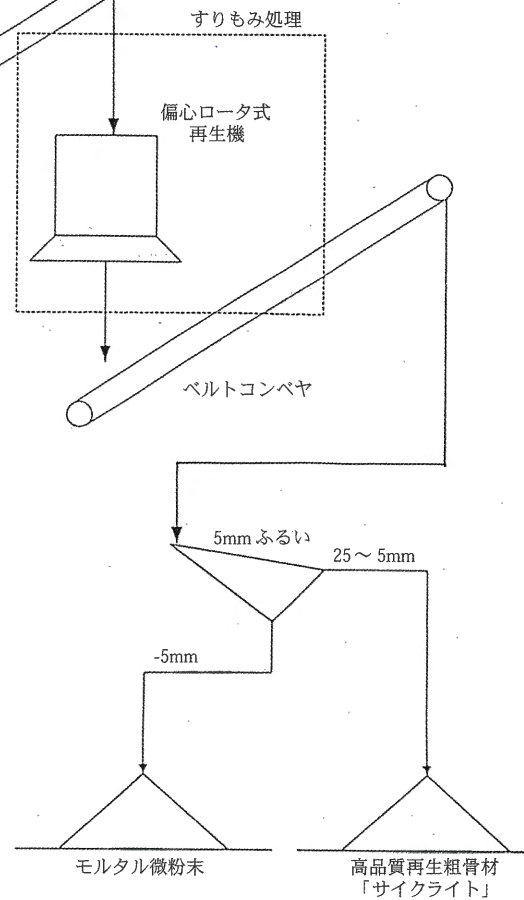
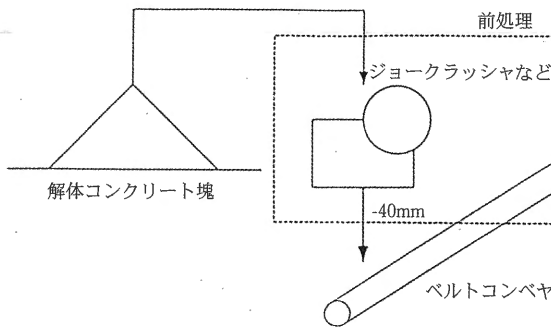


図2 設備全景

Fig. 2 Whole view of equipments

図1 実験設備のフロー

Fig. 1 Flow chart

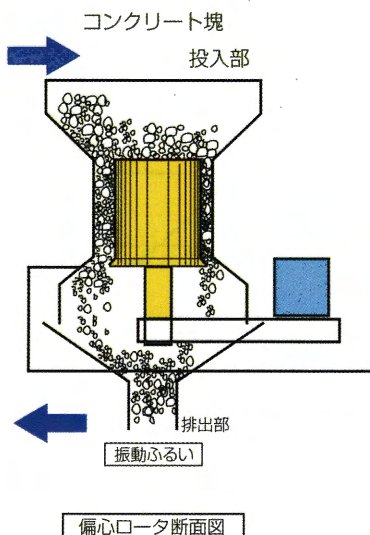


図3 再生機の断面図

Fig. 3 Section of reclaimer

3.1.3 使用材料

原コンクリートの性状を表2に示す。

実際の現場で得たコンクリートをジョークラッシャを用いて40mm以下程度の粒度にしたものを、10mmふるいにかけて得られた10~40mmのものを原コンクリートとして再生処理を行なった。

表2 原コンクリートの性状
Table 2 Properties of concrete

サンプル名	絶乾比重	吸水率 %	実績率 %	粗粒率	モルタル 付着率 %	コア強度 N/mm ²	不純物 %
実験用	2.27	5.00	57.7	7.89	27.8	29.0	0.0

3.1.4 実験結果

各条件で処理して得られた再生粗骨材の品質を表3に、各々の比較を図4～図6に示す。

表3 再生粗骨材品質一覧
Table 3 Qualities of recycled coarse aggregate

排出口あき寸法 mm	処理回数	絶乾比重	吸水率 %	モルタル付着率 %	FM値
原骨材		2.61	1.14	—	7.02
40-10原コンクリート		2.27	5.00	27.8	7.89
34	1	2.47	2.43	11.0	6.71
	2	2.53	1.80	5.8	6.74
39	1	2.34	4.53	18.4	6.73
	2	2.40	3.68	18.0	6.54

絶乾比重、吸水率、モルタル付着率のいずれの結果も排出口あき寸法を34mmとし、二次処理を行なう場合が最も良い結果が得られた。

今回の実験結果によれば、排出口あき寸法を34mmとすることで一次処理によりJASS5の絶乾比重、吸水率の品質基準値を満足し、粒度分布についてもおよそ標準粒度を満足していることから、実用機における運転条件は排出口あき寸法を34mmとし、一次処理とすることにした。

3.2 ロータ回転数に関する実験

3.2.1 目的

現状における最適処理条件の確認および改善点の抽出のため、処理時のロータ回転数が処理能力（すりもみ効果）に及ぼす影響を確認した。

3.2.2 要因と条件

実験における要因と条件を表4に示す。

表4 要因と条件
Table 4 Factor and condition

要 因	条 件		
	1	2	3
処理回転数 min^{-1} (設定周波数)	440 (22Hz)	500 (25Hz)	560 (28Hz)

3.2.3 使用材料

使用したサンプルの性状を下記に示す。

- ・ サンプルN (10mm以上サンプル)

絶乾比重：2.26

吸水率：6.01%

- ・ サンプルT (10mm以上サンプル)

絶乾比重：2.21

吸水率：7.11%

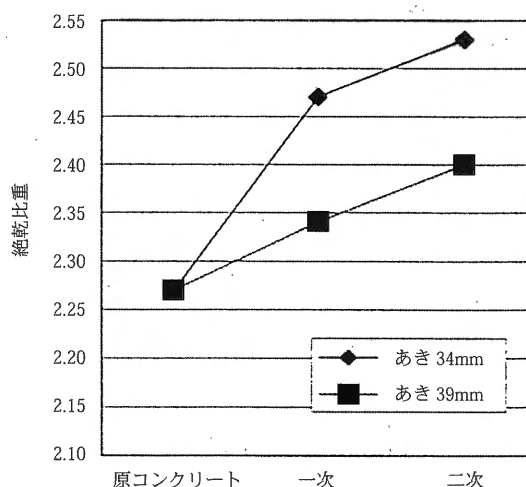


図4 絶乾比重

Fig. 4 Specific gravity in absolute dry condition

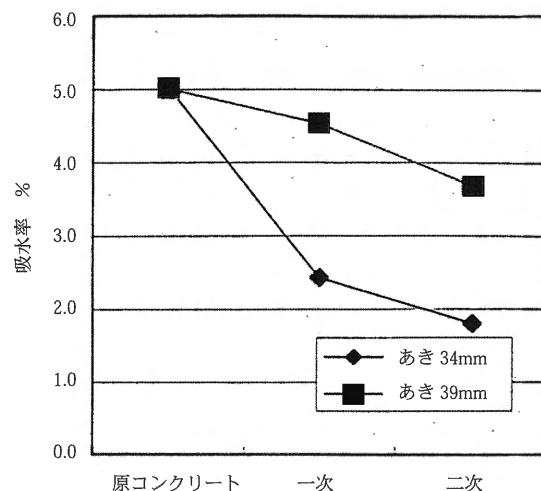


図5 吸水率

Fig. 5 Water absorption

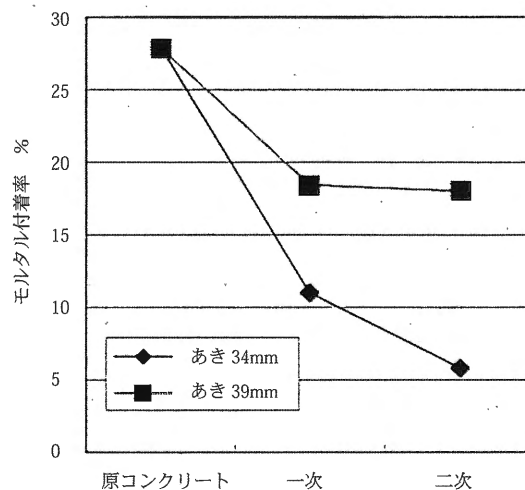


図6 モルタル付着率

Fig. 6 Adhesion rate of mortar

3.2.4 実験結果

各条件で処理して得られた再生粗骨材の品質を図7～図9に示す。

今回の実験結果によれば、再生粗骨材の品質に与える

回転数の影響はほとんどないものと考えられる。

また、下記の事が今回の実験によって判明した。

- ・ 設定回転数が高い程、バランスする投入量が多い。
- ・ 設定回転数が高い程、消費電力が大きい。

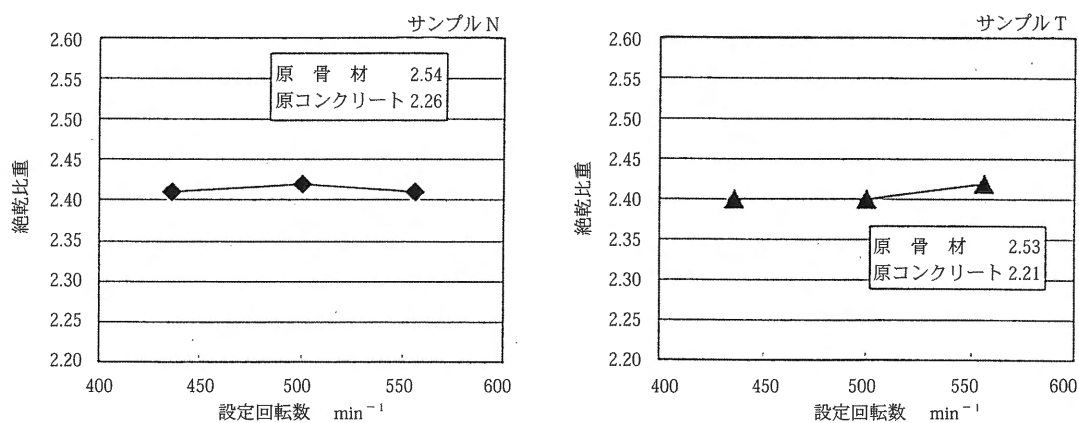


図7 絶対比重
Fig. 7 Specific gravity in absolute dry condition

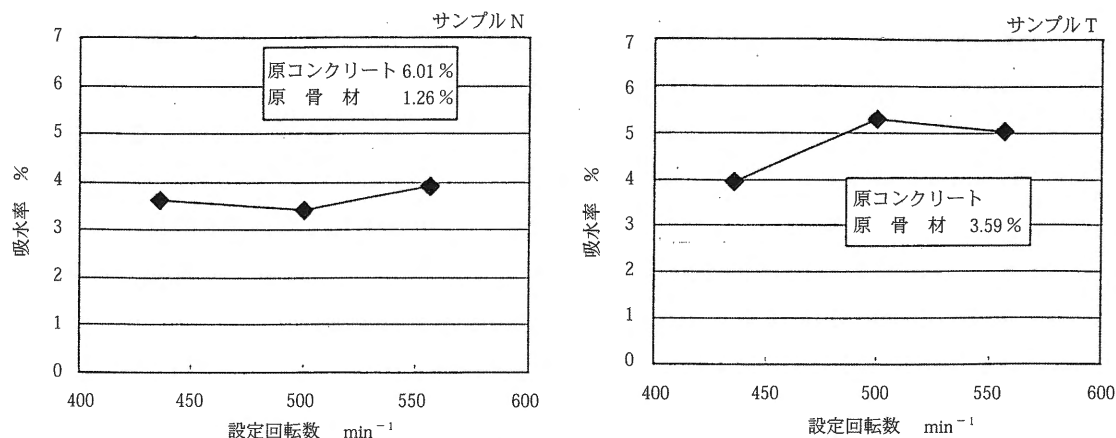


図8 吸水率
Fig. 8 Water absorption

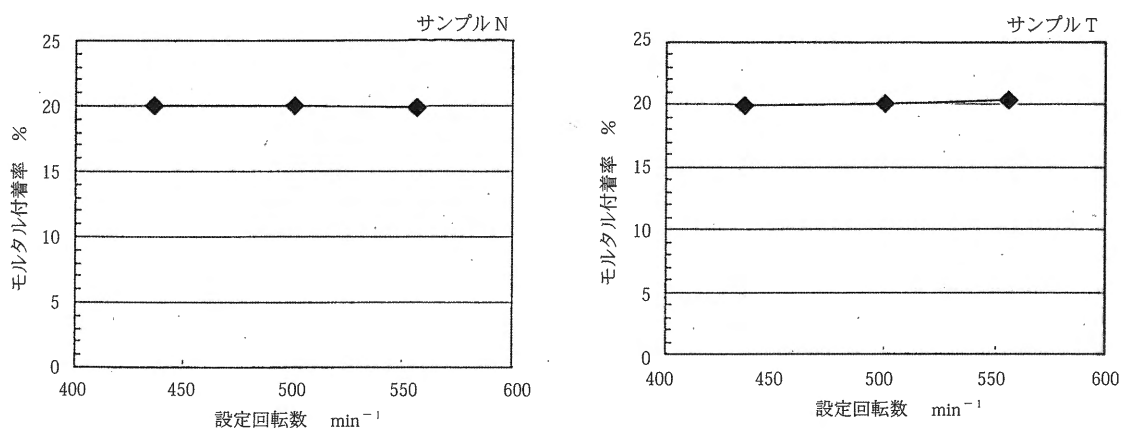


図9 モルタル付着率
Fig. 9 Adhesion rate of mortar

3.3 原コンクリートの強度による影響に関する実験

3.3.1 目的

原骨材の品質の違いや、コンクリート強度の違いによりどのような品質の再生粗骨材が得られるか、原コンクリートを処理することによって確認を行なった。

3.3.2 要因と条件

実験における要因と条件を表5に示す。

表5 要因と条件
Table 5 Factor and condition

要因	条件	
	1	2
処理回数	一次	二次
原骨材絶乾比重	大	小
コンクリート強度(コア)	30N/mm ²	50N/mm ²

3.3.3

使用したサンプルの性状を下記に示す。

- ・ サンプル F (10mm以上サンプル)
絶乾比重：2.25、吸水率：6.60%
原骨材絶乾比重：2.54、吸水率：1.26%
平均コア強度：31.5N/mm²
- ・ サンプル J (10mm以上サンプル)
絶乾比重：2.27、吸水率：5.00%
原骨材絶乾比重：2.61、吸水率：1.14%
平均コア強度：29.0N/mm²

3.3.4 実験結果

各条件で処理して得られた再生粗骨材の品質を図10～図12に示す。

原骨材の品質が良いものほど良い再生粗骨材が得られるが、原コンクリートからの絶乾比重の向上の程度はいずれも同程度である。

原コンクリートの強度が高い場合、装置に対する負荷が大きくなる。

今回の実験範囲では、コア強度が52.7N/mm²のコンクリートは処理できなかった。

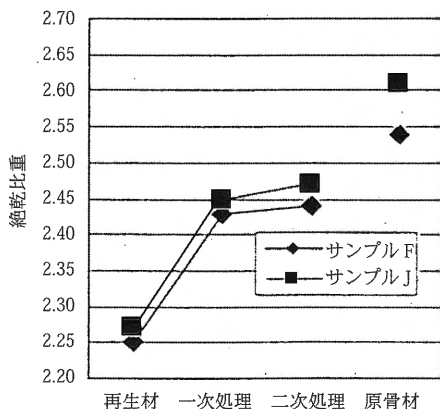


図10 絶乾比重

Fig. 10 Specific gravity in absolute dry condition

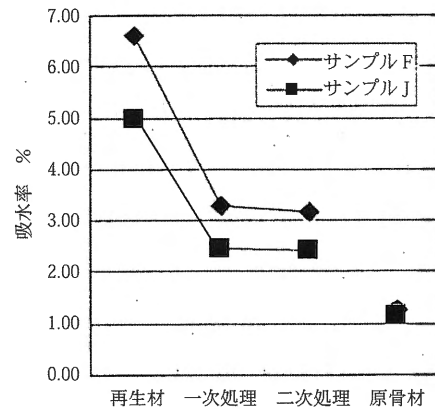


図11 吸水率

Fig. 11 Water absorption

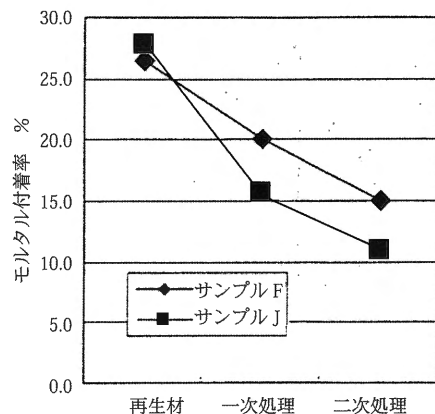


図12 モルタル付着率

Fig. 12 Adhesion rate of mortar

3.4 実験の考察

今回の実験によって、下記の事が明らかになった。

3.4.1 本試作機の性能

- 1) 処理する廃コンクリートの最適条件で処理すると、JASS 5 の品質規格を満足する再生粗骨材が製造可能であることを確認した。
- 2) 廃コンクリートから再生粗骨材の製品収率は60～70%で、十分なすりもみ効果が認められた。
- 3) ロータ回転数や排出口のあき寸法などの機械的要素と再生粗骨材の品質関係

(1) ロータ回転数は、再生粗骨材の品質にあまり影響しない事を確認した。

(2) 排出口あき寸法は、廃コンクリートの最大寸法、粒度分布により詰まらないバランス量があることが明らかになった。

3.4.2 課題

- 1) 最適運転条件の範囲が狭い

(1) 廃コンクリートの粒径、粒度が変化すると再生粗骨材の品質がばらつく。

(2) 廃コンクリートの粒径、粒度によって最適供給量が変化する。

- 2) 堅型処理機構のため処理能力のコントロールが難しい。

4. 研究の成果

4.1 実験設備にて製造された粗骨材が財団法人日本建築センターの新建築技術認定事業の認定第1号を取得した。

高品質再生粗骨材『サイクライト』と命名する。

表6にサイクライトの品質測定例を示す。また、図13に原コンクリート塊とサイクライトの比較を示す。

表6 サイクライトの品質測定例
Table 6 Qualities of cyclite

試験項目	絶乾比重	吸水率 %	実績率 %
サイクライト	2.52	2.51	61.3
JIS A530、JASS 5	2.5以上	3.0以下	55以上

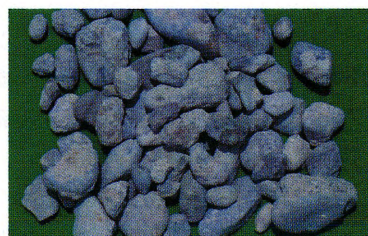
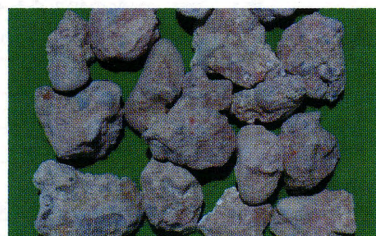


図13 原コンクリート塊（左側）とサイクライト（右側）
Fig. 13 Base concrete block (left) and Cyclite (right)

4.2 1998年12月に「アクロス新大阪新築工事」において日本で初めて建物の構造体に「サイクライト」が使用された。打設量は約30m³で、質量は約30tであった。

5. 今後の計画

千葉縣市川市の株式会社竹中工務店技術研究所に設置している設備を北九州市エコタウン実証研究センター内に移設し、「コンクリート塊をコンクリート用再生骨材としてリサイクルする技術」を確認するため、

- ・ 廃コンクリートの種類に応じて再生骨材の品質の変動把握
 - ・ 処理能力の評価実験
 - ・ 消費エネルギーに関する実験
 - ・ 連続運転による耐久性の把握
- などの実証研究が続けられる予定である。

執筆者

米澤敏男

Toshio Yonezawa

株式会社竹中工務店

技術研究所研究開発部

副部長 工学博士



柳橋邦生

Kunio Yanagibashi

株式会社竹中工務店

技術研究所生産研究開発部

コンクリート第2グループ 研究員



神山行男

Yukio Kamiyama

株式会社竹中工務店

技術研究所生産研究開発部

コンクリート第2グループ

主任研究員 工学博士



佐藤 章

Akira Sato

昭和42年入社

破砕機的设计に従事

