

再生粗骨材を混合使用した再生コンクリートの実用化に関する研究

寺 西 浩 司	江 口 清
中 込 昭	岸 本 均
篠 崎 公 彦	成 川 匡 文 ^{*1}

要 旨

コンクリート塊からコンクリート用骨材を製造して再利用する技術に関しては、古くから多数の調査・研究が報告されており、建設省からも1996年度に基・規準（案）が提示されている。しかし、実構造物への適用は、製造コストの高さなどが障壁となり、ほとんど進んでいないのが実状である。

そこで、筆者らは、上記の基・規準（案）とは異なる再生コンクリートの製造方法を開発した。その方法とは、簡略な機器構成により再生粗骨材を製造し、それを普通粗骨材と混合して使用することにより、構造体コンクリートとしての要求品質を確保しようとするものである。この研究の過程では、開発した方法によって製造した再生コンクリートの強度特性、耐久性、耐火性、構造性能、施工性などについて検討し、調合設計法および品質管理方法の設定に必要な資料を得た。また、市中プラントが対応できない場合の再生コンクリート製造方法を提案し、その実用化に関わる検討を行った。さらに、筆者らの開発した方法の経済性および環境負荷を評価し、その有効性を確認した。

キーワード リサイクル／再生コンクリート／再生骨材／コンクリート塊／コスト／環境負荷

目 次

- | | |
|------------------|------------------------------|
| 1. はじめに | 5. 再生粗骨材現場投入方式による再生コンクリートの製造 |
| 2. 再生粗骨材の製造とその品質 | 6. 経済性および環境負荷 |
| 3. 再生コンクリートの品質 | 7. まとめ |
| 4. 調合設計の考え方 | |

PRACTICAL APPLICATION OF RECYCLED AGGREGATE CONCRETE
USING RECYCLED COARSE AGGREGATE BY MIXTURE

Kohji TERANISHI	Kiyoshi EGUCHI
Akira NAKAGOME	Hitoshi KISHIMOTO
Kimihiko SHINOZAKI	Masafumi NARIKAWA

Synopsis:

We developed the original production method of recycled aggregate concrete: the manufacturing process of recycled aggregate is simple; no removal of original mortar is conducted, and natural aggregate is replaced with recycled aggregate according to the required quality of concrete.

This paper describes the various quality of that recycled aggregate concrete: strength characters, durability, fire resistance, structural behavior, performance for construction work, the original production method of recycled aggregate concrete when ready mixed concrete plant is not available, and the evaluation of cost effectiveness and environmental impact.

* 1 東京電力（株）電力技術研究所

1. はじめに

1.1 研究の背景

近年、わが国は、地球環境汚染、天然資源の枯渇あるいは最終処分場の逼迫により、従来の消費型社会から循環型社会への転換を迫られている。このような社会情勢の中にあつて、建設産業は、全体の19%に当たる産業廃棄物（7,500万t/年）を排出しており¹⁾、環境保全に対する社会的責務をより積極的に果たしていく必要がある。特に、建設廃棄物の37%を占める¹⁾コンクリート塊の再利用の促進は重要な課題である。

1.2 再生コンクリートの現状

コンクリート塊のコンクリート用骨材への再利用技術に関しては、古くから多数の調査・研究が報告されている。また、建設省・総合技術開発プロジェクトにより1996年度に「建築物への適用を考慮したコンクリート用再生骨材の暫定品質基準（案）」（以下、骨材基準案という）および「再生骨材コンクリートの使用規準（案）」（以下、コンクリート規準案という）が提示されている²⁾。表-1および表-2に、これらの基・規準（案）に規定された再生骨材およびコンクリートの品質区分を示す。

再生コンクリートの本格的な利用には、一般のRC構造物への適用が欠かせないが、表-2によれば、そのためには再生粗骨材1種（表-1の品質区分）を用いた区分Aのコンクリートとしなければならない。この粗骨材の品質は普通粗骨材に近いものであり、その製造に当たって、再生粗骨材に付着するモルタル分をほとんど除去しなければならない（以下、このような再生骨材・コンクリートの製造方針を総プロ方式という）。そのためには、例えば、図-1(a)に示すような多数の処理工程が必要となり、多くのコストがかかる。また、除去するモルタル分が多くなり、その処分が問題になる。これらのことが、再生コンクリートの建築構造物への適用が進まない理由のひとつとなっている。

1.3 研究の目的

筆者らは、総プロ方式とは異なる再生コンクリートの製造方法として、図-1(b)に示すような少ない処理工程によって製造した、モルタル分をある程度含む再生粗骨材を使用する方法を開発した。この方法では、再生粗骨材と普通粗骨材を混合してコンクリートに使用し、その混合比率を調整することで構造体コンクリートとしての要求品質を確保する（以下、本研究方式という。また、現時点では、再生細骨材の使用は考えていない）。この研究の過程では、本研究方式

に適した再生コンクリートの調合設計法、品質管理方法の設定を目的として、再生粗骨材の品質およびそれを用いたコンクリートの強度特性、耐久性、耐火性、構造性能、施工性などについて検討を重ねてきた。また、市中プラントが対応できない場合の再生コンクリート製造方法を提案した。さらに、本研究方式の経済性および環境負荷を評価した。本報では、これら一連の研究成果を取りまとめて紹介する。

2. 再生粗骨材の製造とその品質

本研究方式に基づき再生粗骨材を製造した場合の再生粗骨材の製造効率（以下、収率という）や品質を調べるために、実機プラントによる製造実験を行った³⁾。

2.1 再生粗骨材の製造

(1) 骨材製造プラント

本研究方式における再生粗骨材の製造では、付着するモルタル分の除去が目的ではなく、骨材粒度の調整のみを行う。そのため、機器構成は、図-1(b)に示すように、破砕機2種類と振動ふるいからなる簡略なものとな

表-1 骨材基準案における再生骨材の品質区分²⁾

骨材の種類	区分	吸水率 (%)	洗い損失量 (%)	有機系の混合物 (%)
再生粗骨材	1種	3.0以下	1.5以下	1以下
	2種	3.0を超え5.0以下		
	3種	5.0を超え7.0以下		
再生細骨材	1種	5.0以下	7.0以下	—
	2種	5.0を超え10.0以下		

表-2 コンクリート規準案における再生コンクリートの品質区分・用途²⁾

区分	粗骨材	細骨材	用途
A	再生1種	普通	一般のRC構造物
B	再生2種		土に接する基礎
C	再生1種	再生1種	土に接する床スラブ
D	再生2種	再生2種	無筋の非構造体

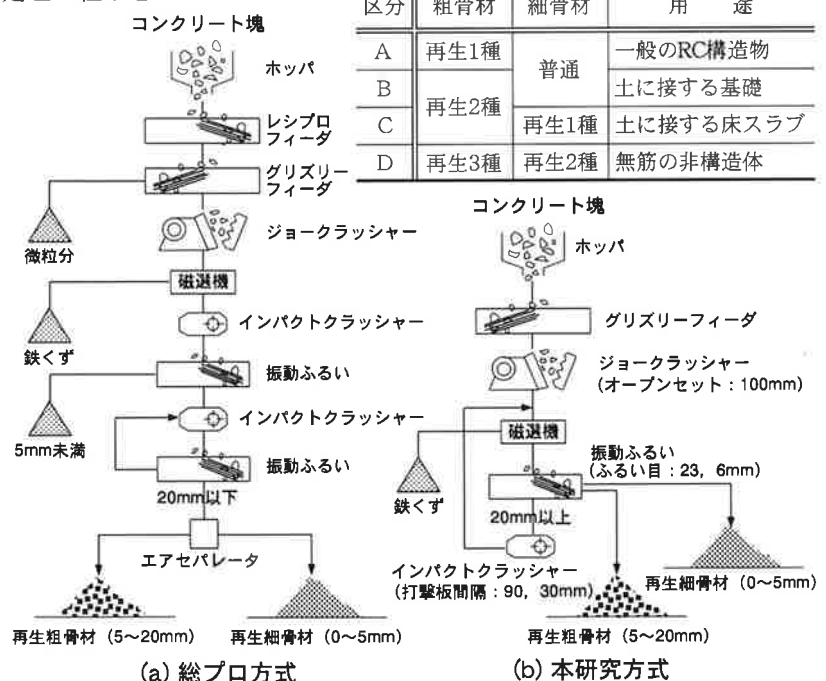


図-1 再生骨材製造フロー



写真-1 再生骨材製造プラント

表-4 解体建物の概要

場 所	都市近郊，海岸隣接地域
建物用途	火力発電所タービン建屋
敷地面積	約104,000m ²
延床面積	約18,000m ²
構 造	鉄骨造；地上10階
経 年	37年(1・2号機)，36年(3号機)

る。実験では、写真-1に示すような、仮設の再生クラッシャー製造プラントに対して、破砕機のオープンセット、ふるい目の大きさをコンクリート骨材用に変更するなど、若干の調整・改良を加えたものを使用した。

(2) 原コンクリート

再生粗骨材の原料となるコンクリート塊（以下、原コンクリートという）として次の2種類を用意した。一種類は、表-3に概要を示すような、圧縮強度および投入寸法（一辺の寸法）を要因として実験用に製作した立方体のコンクリートブロック（以下、E塊という）である。また、もう一種類は、表-4に概要を示す火力発電所タービン建屋の解体に伴い発生し、圧碎機により最大寸法300mm程度に砕かれた状態のコンクリート塊（以下、D塊という）である。表-5に、その概要を採取部位別（US、T/G、BS）に示す。

2.2 収率

総プロ方式に基づき再生粗骨材を製造した場合、収率は20～30%程度であると報告されている⁴⁾。それに対し、実験で得られた収率は55～77%の範囲にあった。現状技術では副次的に発生する再生細骨材および微粒子の使用は困難であり、これらは結局処分するしかない。したがって、本研究方式の方が、総プロ方式に比べてコンクリート塊の再利用率が高いといえる。

2.3 再生粗骨材の品質

表-6に、実験で得られた再生粗骨材の品質を示す。これらは、JIS A 5005「コンクリート用採石および砕砂」に規定される砕石の絶乾比重、吸水率、安定性、洗い損失量のいずれの品質にも適合しない。すなわち、普通砕石よりも品質が劣る。特に、骨材に残存するモルタ

表-3 E塊の概要

要因とその水準		使用材料・調合条件			強度試験結果*	
目標強度 (N/mm ²)	ブロックの寸法 (mm)	セメント	粗骨材	水セメント比 (%)	圧縮強度 (N/mm ²)	弾性係数 ($\times 10^4$ N/mm ²)
20	200	普通 ポルト ランド セメント	砕石 2005 (硬質砂岩)	67.0	24.7	2.34
30	100 200 400			47.5	38.6	2.61
40	200			40.0	51.8	2.86

* 再生骨材製造時に行った試験の平均値（現場封かん養生）

表-5 D塊の概要

記号	採取部位	使用材料		調合条件* ¹				コア試験結果* ²	
		セメント 種類	粗骨材 種類	設計 基準 強度 (N/mm ²)	水セメント比 (%)	単位 水量 (kg/m ³)	圧縮 強度 (N/mm ²)	弾性 係数 ($\times 10^4$ N/mm ²)	
US	上部躯体	普通 ポルト ランド セメント	川砂利	25	18	60	198	26.6	2.74
T/G	タービン架台			40	22	51	161	29.9	2.37
BS	地下躯体			40	(記録なし)		40.9	2.82	

* 1 建設記録の調査による、* 2 平均値

表-6 再生粗骨材の品質

試験項目		E塊	D塊		
			US	T/G	BS
最大寸法 (mm)		20	20	20	20
粗粒率		6.38～7.03	6.18	6.42	6.60
比重	絶乾	2.19～2.35	2.23	2.21	2.31
	表乾	2.36～2.46	2.40	2.38	2.46
吸水率* (%)		4.90～7.94	7.30	7.66	6.22
単位容積質量 (kg/l)		1.25～1.32	1.31	1.28	1.37
実積率 (%)		56.2～58.2	58.7	58.2	59.3
安定性 (%)		7.60～64.9	39.7	32.5	36.5
洗い損失量* (%)		0.07～1.52	1.15	2.09	1.03
骨材強度	400kN破砕値(%)	22.4～25.7	25.7	28.4	22.2
	10%破砕力 (kN)	12.9～16.8	11.8	9.3	15.2
有機系の混入物* (%)		—	0.03	0.17	0.02

* 骨材基準案に規定されている品質

ル分の影響により吸水率が高くなっている。また、表-1との比較からわかるように、これらの品質は、骨材基準案の3種または規格外の再生粗骨材に相当するものである。

なお、E塊の実験結果によると、原コンクリートの圧縮強度や投入寸法は、骨材品質に大きな影響を与えないようである。

3. 再生コンクリートの品質

本研究方式では、粗骨材全体に占める再生粗骨材の容積比率（以下、置換率という）を調整することで、コンクリートとしての要求品質を確保する。この方法で製造した再生コンクリートの強度特性、耐久性、耐火性、構造性能（付着性能）および施工性（ポンプ圧送性）を調べるために、前章で製造した再生粗骨材を用いたコンクリートに対して、各種の実験を行った。

3.1 強度特性および耐久性

コンクリートの強度特性および耐久性に及ぼす再生粗骨材の品質あるいは置換率の影響を調べるため、置換率以外の調査条件、再生粗骨材以外の使用材料を同一としたコンクリート（水セメント比60%，空気量4.5%，単位水量 $180\text{kg}/\text{m}^3$ ）の試験練りを行った⁵⁾。

図-2は、コンクリートの諸品質と置換率あるいは原コンクリート種類の関係を示したものである。同図によると、置換率の増加に伴って、圧縮強度、弾性係数は低下し、乾燥収縮率は増大する。中性化深さ（促進中性化試験による）および耐久性指数は、普通コンクリートとほぼ同等であるが、D塊のケースで品質の低下するものがある。また、全般に、D塊のケースの方が、E塊のケースに比べて再生粗骨材の置換によりコンクリート品質が大きく低下する傾向が認められる。これは、E塊、D塊の原骨材（原コンクリートに使用されていた骨材）が、それぞれ硬質砂岩碎石、川砂利と異なることが原因であると考えられる。

3.2 耐火性

再生コンクリートの含水率は、再生粗骨材の吸水率が高いことに起因して、普通コンクリートよりも増大するものと予測される。一般に、コンクリートは含水率が高いほど火災時に爆裂する危険性が高くなるため、耐火性の評価を目的とした実験を行った³⁾。

実験では、JIS A 1304「建築構造部分の耐火試験方法」に規定された1時間加熱の条件で $15\phi \times 30\text{cm}$ の円柱供試体を加熱した。試料コンクリートは水セメント比を50および60%，置換率を0～100%とし、再生粗骨材には表-6中のBSを使用した。

実験結果によると、2ヶ月間気中養生後（加熱試験時）の含水率は、普通コンクリートが4.3～4.7%であったのに対し、再生コンクリートでは置換率が高いほど増加し、100%のときに6.9～7.1%であった。ただし、加熱実験では、いずれの場合も爆裂は生じず、このことから、再生コンクリートの耐火性は、普通コンクリートに比べて遜色ないものと考えられる。

3.3 付着性能

再生コンクリートのRC部材としての構造性能を確認することを目的として、材料性質に影響される付着性能に関する実験を行った⁶⁾。

試験体は、図-3に示すような単純梁形式とし、コンクリートの置換率を要因（水準：0～100%）として6体製作した。試験体の片側の横補強筋比を0.56%（間隔@40mm），もう片側の横補強筋比を0.19%（間隔@120mm）とし、これにコンクリート打設面に対する主筋位置を考慮して、1試験体につき4箇所の試験を行った。試験は一方向単調載荷とし、図中の試験区間における主筋の付着応力度と自由端変位を測定した。

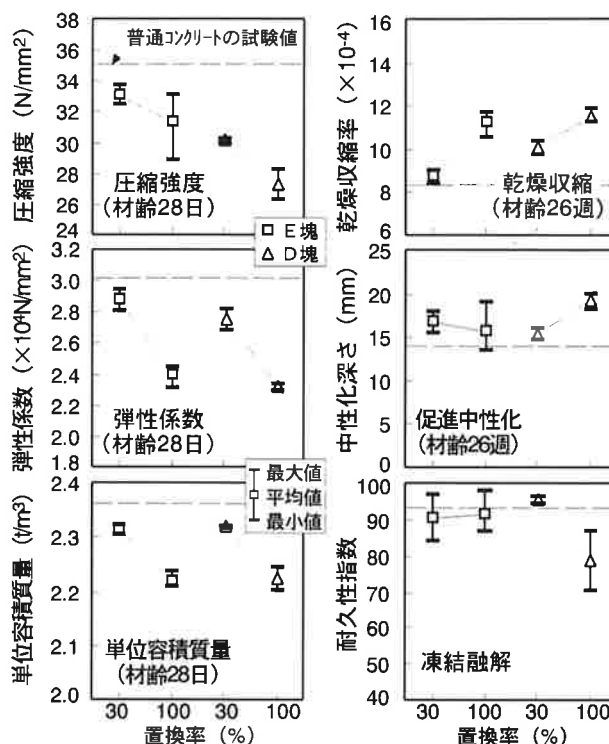


図-2 再生コンクリートの諸品質と置換率の関係

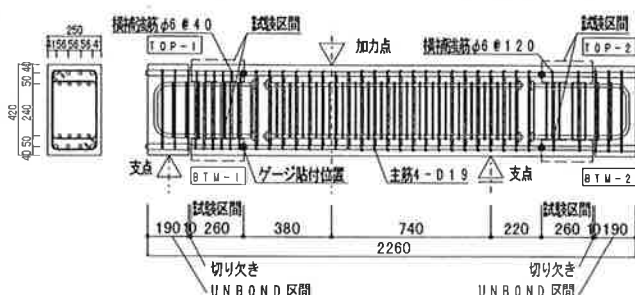


図-3 付着試験体の形状および加力方法

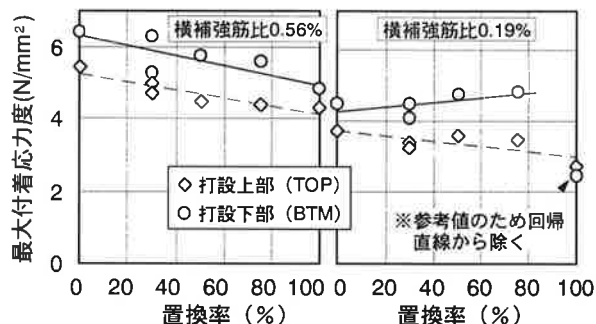
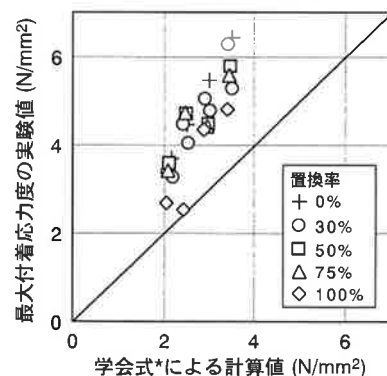


図-4 最大付着応力度と置換率の関係



*鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説

図-5 学会式による最大付着応力度の評価

図-4に、最大付着応力度と置換率の関係を示す。同図には、横補強筋比が高い場合に、置換率の増加に伴って最大付着応力度がやや低下する傾向が認められる。ただし、学会式⁷⁾に実験条件を当てはめて付着割裂強度を算定し、実験値と比較すると、図-5に示すように、全てのケースで実験値が計算値を上回っている。すなわち、学会式によって、置換率に関わらず、再生コンクリートの付着割裂強度を安全側に評価できる。

3.4 ポンパビリティー

コンクリート施工時の代表的な性質であるポンパビリティーを確認するために、水平部分58m、垂直部分3mの輸送管を配し（配管：125A）、置換率を0、15、30%に変化させたコンクリート（水セメント比50%、スランプ18cm）のポンプ圧送実験を行った³⁾。

図-6に、管内圧力損失とコンクリート吐出量の関係を示す。同図によると、水平圧送時、垂直圧送時のいずれの場合も、再生コンクリートの方が普通コンクリートに比べて管内圧力損失がやや大きくなっている。しかし、その増加量は、実用上差し支えないものであると考えられる。なお、圧送前後のコンクリート品質（スランプ、空気量、圧縮強度）の変化に、再生コンクリートと普通コンクリートの場合で差異は認められなかった。

4. 調合設計の考え方

4.1 相対品質値法

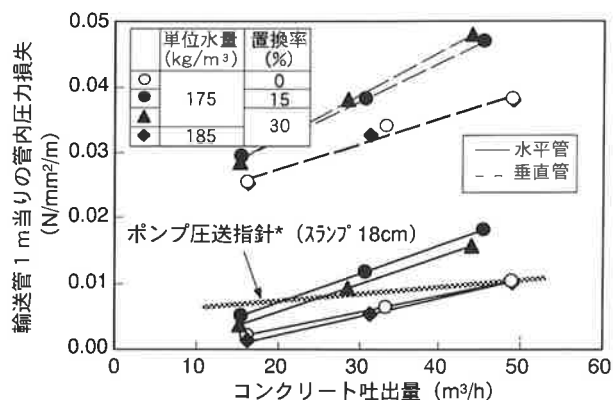
3.1節で示したように、再生コンクリートの品質のうち、圧縮強度、弾性係数および乾燥収縮率は、再生粗骨材の品質および置換率の影響を受ける。したがって、再生コンクリートの調合設計に当たっては、これらの品質に対する置換率および骨材品質の影響を事前に推測する必要がある。このことについては、菊池・道正らにより相対品質値法が提案されている¹⁰⁾。この方法は、次式により得られる相対品質値を評価指標として、再生コンクリートの品質を推定するものであり、基礎的な実験により、吸水率あるいは400kN破壊値をパラメータとしたときに、再生コンクリートの諸品質と相対品質値がほぼ比例関係にあることが確認されている¹⁰⁾。

$$Q_t = \frac{Q_v G \times a + Q_r G \times b + Q_v N \times c}{a + b + c}$$

ここに、 Q_t ：骨材の相対品質値
 $Q_v G$ ：普通粗骨材の物性値
 $Q_r G$ ：再生粗骨材の物性値
 $Q_v N$ ：普通細骨材の物性値
 a ：普通粗骨材の絶対容積 (l/m^3)
 b ：再生粗骨材の絶対容積 (l/m^3)
 c ：普通細骨材の絶対容積 (l/m^3)

4.2 コンクリート品質の推定

図-7は、再生コンクリートの諸品質と相対吸水率（吸水率をパラメータとした相対品質値）の関係を示し



*コンクリートポンプ工法施工指針・同解説（日本建築学会）による推定値

図-6 管内圧力損失とコンクリート吐出量の関係

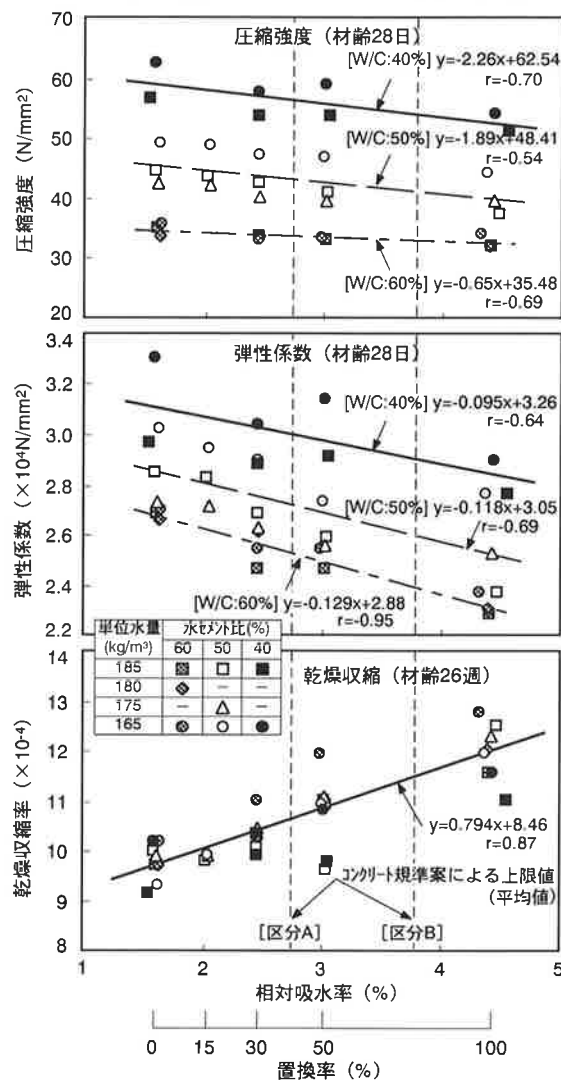


図-7 再生コンクリートの諸品質と相対吸水率の関係

たものである。ここで、試料コンクリートは、再生粗骨材に表-6中のBSを用い、コンクリートの主要な調合条件（水セメント比、単位水量および置換率）を変化させたものである。また、図中には、コンクリート規準案に規定される区分AおよびBの上限値に相当する相対吸水率の値を示してある。

同図によると、再生コンクリートの諸品質と相対吸水率の間に明確な相関性が認められる。このことから、調

合設計に当たって、相対品質値法によりコンクリート品質を推定し、要求品質に基づき適切な置換率を設定することが可能である。なお、実験に用いた材料の場合、相対吸水率2.7%（置換率35%程度に相当）以下であればコンクリート規準案の区分Aに、相対吸水率3.8%（置換率80%程度に相当）以下であれば区分Bのコンクリートに相当する品質が確保できることになる。

5. 再生粗骨材現場投入方式による再生コンクリートの製造

筆者らは、再生コンクリート製造への対応について、京浜地区の市中プラントに対してアンケート調査を行った。その結果を図-8に示す。「対応可能」との回答は全体の42%（26社中の11社）であり、過半数の市中プラントが、貯蔵ヤード・貯蔵ビンに再生骨材を受け入れる余裕がないなどの理由から、「条件により対応可能」あるいは「対応困難」と回答している。そこで、市中プラントが対応できない場合の再生コンクリート製造方法を提案し、その実用化に関わる検討を行った⁹⁾。

5.1 現場投入方式の概要

図-9に、本研究で提案する再生コンクリートの製造方法（以下、現場投入方式という）の概要を示す。この方法では、まず、再生粗骨材を除く材料（以下、ベースコンクリートという）を市中プラントで練り混ぜ、トラックアジテータに積載して工事現場に輸送する。次に、工事現場内に設置した仮設の計量・投入設備により再生粗骨材を計量し、トラックアジテータ内に投入する。その後、トラックアジテータを高速回転させて、再生粗骨材とベースコンクリートを練り合わせる、という手順により再生コンクリートを製造する。

この方法によれば、市中プラントに再生粗骨材を貯蔵する必要がないため、プラント設備に左右されずに再生コンクリートを製造できる。また、建替え工事において、再生粗骨材の輸送がないなどの利点がある。

5.2 現場投入方式の製造条件

現場投入方式による再生コンクリートの製造では、トラックアジテータ内において再生粗骨材を均一に分散させることが技術的な課題となる。そこで、実機トラックアジテータにより再生コンクリート（水セメント比50%，スランプ18cm，再生粗骨材に表-6中のBSを使用）を製造し、通常の製造方式と同程度に均質なコンクリート品質が得られる現場投入方式の製造条件について検討した。

図-10に、トラックアジテータ内の品質の変動（単位粗骨材量，再生粗骨材の混入率，スランプ，圧縮強度）と高速攪拌時間（ドラム回転速度：15rpm）の関係を示す。ここに、圧縮強度の変動は、トラックアジテータから排出されるコンクリート流を3等分した各部分間のば

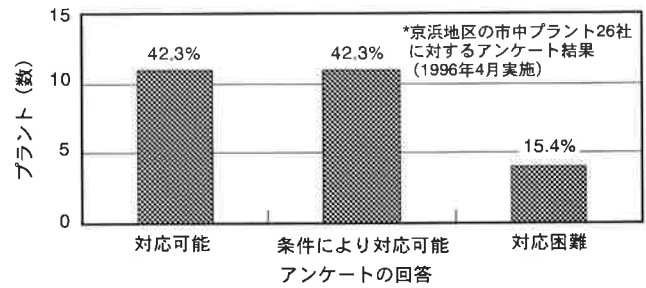


図-8 市中プラントの再生コンクリート製造への対応

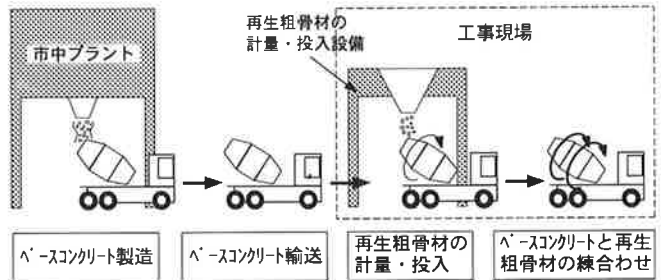


図-9 現場投入方式による再生コンクリートの製造手順

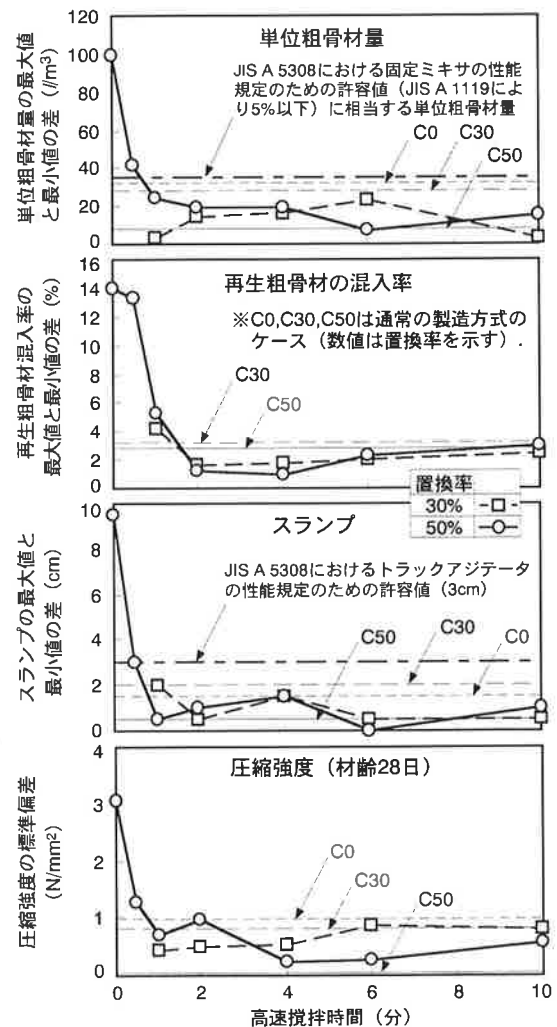


図-10 トラックアジテータ内の品質の変動と高速攪拌時間の関係

らつき（標準偏差）で表し、他の品質の変動は、3箇所

の測定値のうちの最大値と最小値の差で表している。

これらの図によると、置換率50%の場合、いずれのコン

クリート品質の差あるいは標準偏差も、高速攪拌時間

表-7 モデル建物の概要

対象物件の区分	敷地面積(m ²)	延床面積(m ²)	各資材の使用量(m ³)	
			コンクリート	クラッシュラン
解体	104,000	18,000	35,000* ¹	—
新設		34,000	79,000* ¹	33,800* ²

*1 絶対容積, *2 かさ容積

0分から2分程度にかけて急激に減少し、その後は通常の製造方式の場合と比べて同程度になっている。また、置換率30%の場合もほぼ同様な傾向を示している。

これらのことから、再生粗骨材とベースコンクリートを均等に混ぜ合わせ、トラックアジテータ内におけるコンクリートの諸品質を通常の製造方式と同程度に均質にするためには、本実験の条件下では、高速攪拌時間を2分以上とすればよいことになる。

6. 経済性および環境負荷

表-4に示した火力発電所タービン建屋の建替え工事をモデルとして、その解体に伴うコンクリート塊の再利用に関わるコストを試算した。また、環境負荷を評価するためにその代表特性であるCO₂排出量を試算した¹⁰⁾。

6.1 計算方法

表-7に、モデルとした解体および新設建物の概要を示す。また、表-8に、計算要因・水準および仮定条件を示す。コストの試算では、図-11に示す項目について、材料費¹⁰⁾、設備費¹²⁾、輸送費¹⁰⁾、重機リース費（メーカーヒアリングによる）などを計算して積算した。また、CO₂排出量については、ライフサイクルCO₂評価を目的として整理された原単位¹³⁾を用いて、再生粗骨材およびコンクリートの製造とその輸送、コンクリート塊の再資源化施設における処理までを一連の工程として計算した。

コストおよび環境負荷の試算は、①再利用を行わない場合、②既に一般的な再利用の用途であるクラッシュラン（路盤材など）のみに利用する場合、③クラッシュランに加えてコンクリート用粗骨材として利用する場合、について行った。また、③のケースについては、計算要因として、再生骨材・コンクリートの製造方針、コンクリート製造方法および置換率を取り上げた。

図-12に、再生コンクリートの製造に関わるコスト（ただし、再利用しない場合に対するコストの比率として表記）およびCO₂排出量の試算結果を示す。

6.2 コスト

現場内プラント設置方式によるコンクリートの製造は、ここでモデルとしたような大規模工事であっても、他の製造方法と比較してコストが高くなり、現実的な方法とはいえない。一方、市中プラント利用方式と現場投

表-8 計算要因・水準および仮定条件

計算要因・水準				仮定条件	
再生材の用途	再生骨材・コンクリート製造方針	コンクリート製造方法	置換率	製造フロー	収率
なし	—	—	—	—	—
クラッシュラン	—	—	—	—	100%
クラッシュラン + コンクリート用粗骨材	本研究方式	市中プラント利用方式	30%	図-1(b)	70%
		現場投入方式	50%		
	総プロ方式	現場内プラント設置方式*	100%	図-1(a)	30%

* プラント設備は購入するものとする。

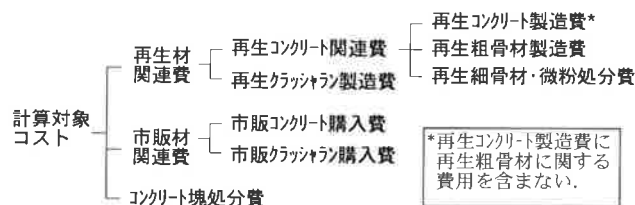
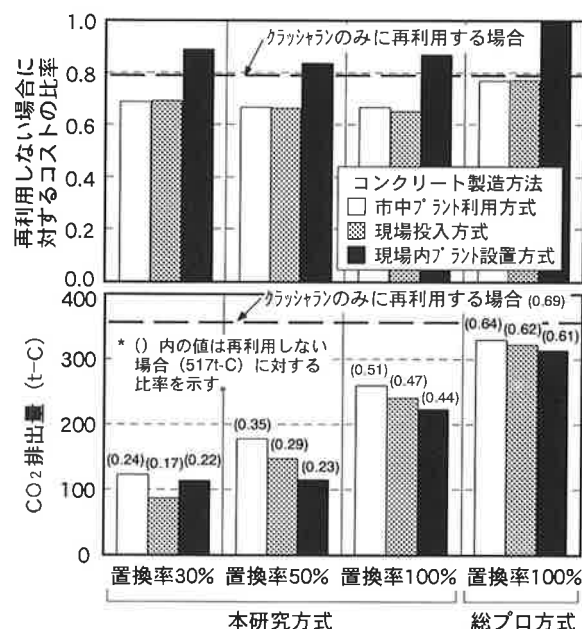


図-11 再利用に関わるコストの計算項目および構成

図-12 コストおよびCO₂排出量の試算結果

入方式では、コストはほぼ同等である。そこで、市中プラント利用方式および現場投入方式に着目して他の計算要因の影響を比較する。

コンクリート塊をコンクリート用粗骨材として再利用する場合、そのコストは、再生骨材・コンクリートの製造方針に関わらず再利用しない場合よりも小さくなる。しかし、総プロ方式の場合は、クラッシュランのみに再利用する場合と比較してほとんど差異がない。それに対し、本研究方式ではさらに15%程度のコスト縮減効果が認められる。なお、図-12によると、コストに対する置換率の影響は小さいが、これは、新設建物に使用するコンクリートに対して解体コンクリートから生産される再生粗骨材が少ないことによるものである。逆のケースでは、置換率が高いほどコストが縮減される。

6.3 CO₂排出量

コンクリート塊をコンクリート用粗骨材に利用した場合、クラッシャーランのみに利用する場合に比べてCO₂排出量が低減する。また、本研究方式の方が、総プロ方式に比べてCO₂排出量が少なくなる。コンクリート製造方法による比較では、市中プラント利用方式、現場投入方式、現場内プラント設置方式の順に、資材の輸送量が少ないことに起因してCO₂排出量が低減している。

7. まとめ

筆者らは、構造物利用を目的とした再生コンクリートの製造について、建設省が提示する方法（総プロ方式）とは異なる方法（本研究方式）を開発し、その実用化に関わる一連の検討を行った。本研究で得られた知見は、以下のとおりである。

- (1) 本研究方式によれば、簡略な機器構成により再生粗骨材を製造できる。また、総プロ方式に比べてコンクリート塊の再利用率を高めることができる。
- (2) 本研究方式に基づく再生コンクリートでは、置換率の増加に伴い、コンクリートの圧縮強度、弾性係数が低下し、乾燥収縮率が增大する。ただし、調合設計では、これらの品質の低下量を相対品質値法により推定し、置換率を調整することで、コンクリートとしての要求品質を確保できる。
- (3) 置換率の調整により、建設省の規準（案）に規定される「一般のRC構造物」用の再生コンクリートと同等の品質を確保できる。
- (4) 再生コンクリートの耐火性、構造性能および施工性は、実用上、普通コンクリートと同等と考えて差し支えない。
- (5) 市中プラントの対応が困難な場合、本研究で提案した現場投入方式は、再生コンクリートの製造方法のひとつとして有効である。
- (6) 本研究方式で再生コンクリートを製造した場合、少なくとも大規模工事であれば、再利用しない場合、あるいは、現状における一般的な再利用方法に比べてコストおよび環境負荷が低減する。

なお、本研究では、ここに紹介した事項の他に、再生コンクリートの熱特性・クリープ、コンクリート中の再生粗骨材混入率の検査方法、RC部材としての長期性状などについても確認している。そして、これら一連の研究結果を踏まえ、「再生コンクリート工事仕様書（案）」を作成した。今後は、この仕様書（案）を充実させていくとともに、再生コンクリートの実構造物への適用を図っていく予定である。

謝辞：本報は、東京電力（株）からの委託研究（平成8～11年度）の成果を取りまとめたものである。この研

究の実施に当たり、明治大学 菊池雅史助教授のご指導を賜りました。また、東京電力（株）の方々には技術研究所報への掲載を快く了承して頂きました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 建設副産物リサイクル広報推進会議：総合的建設副産物対策（平成11年度版），pp.4-7，1999.
- 2) 国土開発技術センター：再生コンクリートの利用技術の開発 平成8年度報告書，pp.197-205，1997.9
- 3) 道正泰弘，成川匡文，中込昭，寺西浩司，菊池雅史：建築構造物の解体に伴い発生するコンクリート塊のリサイクルシステム 実機プラントによる再生骨材の製造およびそれを用いたコンクリートの品質，日本建築学会技術報告集，No.7，pp.7-12，1999.2
- 4) 阿部道彦，南波篤志：再生骨材の生産比率と品質に及ぼす製造方法の影響，セメント・コンクリート論文集，Vol.49，pp.330-335，1995.12
- 5) 大島豊，道正泰弘，成川匡文，江口清，寺西浩司，菊池雅史：大規模電力建物における再生骨材および再生コンクリートの利用（その10），日本建築学会大会学術講演梗概集，A-1，pp.741-742，1998.9
- 6) 有馬久智，道正泰弘，成川匡文，大島豊，内川祐一郎，中込昭，寺西浩司，菊池雅史：大規模電力建物における再生骨材および再生コンクリートの利用（その20），日本建築学会大会学術講演梗概集，A-1，pp.133-134，1999.9
- 7) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の靱性保証型耐震設計指針・同解説，p.176，1999.8
- 8) 菊池雅史，道正泰弘，安永亮，江原恭二，増田彰：再生骨材の品質が再生コンクリートの品質に及ぼす影響，日本建築学会構造系論文集，No.474，pp.11-20，1995.8
- 9) 道正泰弘，成川匡文，菊池雅史，増田彰，大島豊，江口清，中込昭，寺西浩司：建築構造物の解体に伴い発生するコンクリート塊のリサイクルシステム 再生粗骨材現場投入方式による再生コンクリートの製造，日本建築学会技術報告集，No.9，pp.13-18，1999.12
- 10) 増田彰，道正泰弘，中込昭，寺西浩司，菊池雅史：建築構造物の解体に伴い発生するコンクリート廃材のリサイクルシステム 経済性および環境負荷性に関するシミュレーション，日本建築学会技術報告集，No.4，pp.1-6，1997.3
- 11) 建設物価調査会：建設物価，No.820，1995.1
- 12) 日本建設機械化協会：建設機械等損料算定表（平成6年度版），1995.4
- 13) 日本建築学会地球環境委員会 ライフサイクルCO₂小委員会：ライフサイクルCO₂で建物を図る ～建物の環境負荷評価の手引き～，1996.2