

繰返し再生骨材を用いたコンクリートの静弾性係数に関する研究

東京理科大学 学生会員 ○花澤耕平 東京理科大学 正会員 辻 正哲
 東京理科大学 笹倉伸晃 東京理科大学 学生会員 澤本武博
 東京理科大学 学生会員 小倉浩則

1. はじめに

近年、再生骨材コンクリートが実用化されつつある。さらに、時が経つと再生骨材コンクリートを用いた構造物も廃材となり、リサイクルして使用していく必要がある。しかし、繰返し再生された骨材を使用すると、モルタル分の増加に伴い弾性係数は大きく低下する可能性がある。

一方、再生粗骨材を用いたコンクリートの強度改善方法として、再生粗骨材中にポズラン反応を期待できる液体を吸収させてから練混ぜに使用する方法が提案されている¹⁾。

本研究では、今後再生骨材コンクリートのさらなる利用が進むと仮定し、再々生、再々々生といった具合に繰返し回数が増した場合の挙動についても把握すべく、コンクリート廃材をジョークラッシャーで一次破碎し粒度調整するという方法で繰返し再生した骨材を用いたコンクリートについて、再生繰返し回数およびコロイダルシリカの吸収処理が再生骨材コンクリートの静弾性係数に及ぼす影響について検討した。

2. 実験概要

1 回目の再生粗骨材 (R1) の製造方法は、骨材に鬼怒川産川砂および山梨産碎石を使用した水セメント比が 70% の原コンクリート (材齢 28 日) をジョークラッシャーで破碎しただけのものから、ふるい分けによって 5mm 以上 20mm 未満のものを取り出す方法とした。2 回目の再生粗骨材 (R2) は、R1 と川砂を組み合わせた水セメント比が 70% のコンクリートをジョークラッシャーで破碎し、同じくふるい分けによって製造した。同様の手順で 3 回目の再生粗骨材 (R3) および 4 回目の再生粗骨材 (R4) を製造した。再生粗骨材の密度および吸水率は、表.1 に示す通りである。

実験では、ポズラン反応の期待できる液体として、

表.1 再生粗骨材の物理的性質

再生回数	碎石 (VG)	1 回 (R1)	2 回 (R2)	3 回 (R3)	4 回 (R4)
表乾密度 (g/cm ³)	2.69	2.35	2.18	2.16	2.14
吸水率 (%)	0.85	6.42	10.52	10.41	12.18

N 社製コロイダルシリカ (SiO₂: 30~31%、Na₂O: 0.6%以下、粒子径 10~20nm、密度 1.20~1.22 g/cm³)²⁾ を使用した。その吸収処理方法は、再生粗骨材をシリカ質濃度が 15% のコロイダルシリカ溶液中に 30 分間浸漬し、コンクリートの練混ぜ直前にざるの上に引き上げて余分な水分を切った後ミキサーに投入し、川砂、セメント、練混ぜ水を順次投入して練り混ぜる方法とした。再生骨材コンクリートの配合は、水セメント比および細骨材率をそれぞれ 45% および 42% と一定にして求めた。また、静弾性係数は土木学会規準に従い測定した。

3. 実験結果及び考察

図.1 は、コンクリートの圧縮強度と静弾性係数の関係を供試体個々について示したものである。コンクリート廃材をジョークラッシャーで一次破碎し粒度調整するという方法で繰返し再生した骨材を用いたコンクリートの静弾性係数は、普通骨材を用いたコンクリートとは異なり、土木学会コンクリート標準示方書の設計値や建築学会 RC 構造計算規準の推定式を適用できないほど小さい値となった。これは、粗骨材の繰返し再生回数が増加するに伴い、粗骨材に含まれるモルタル分が増加して、弾性係数の大きい岩石分が減少したためと考えられる。また、コロイダルシリカ吸収処理を行った場合には、圧縮強度は増加するものの、弾性係数にはほとんど変化は見られなかった。

本研究では、静弾性係数を推定するためにモルタルと粗骨材の二相系並列モデルについて検討した。

まず、1 回再生骨材の弾性係数 (R1) は原コンクリートの弾性係数と等しいと仮定し、原コンクリートの圧縮強度と密度を用いて、R1 の弾性係数を日本建築学会の推定式[1]によって推定した。

次に、R1 を用いた 1 回目の再生骨材コンクリートの静弾性係数を、[1]式で推定した R1 の弾性係数とモルタルの弾性係数を[2]式に代入して求めた。なお、モルタルの弾性係数は[3]式から求めた。この[3]式は、コンクリートから粗骨材のみを取り除いた配合のモルタルについて求めた弾性係数、密度および圧縮強度をそれぞれ[1]式の E_{R1} 、 γ_c および f_c に代入して、実験定数を逆算し 1.7×10^5 と求めたものである。

キーワード ; コンクリート、再生骨材、静弾性係数、圧縮強度

連絡先 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL0471-24-1501(内線 4054) FAX0471-23-9766

1回再生骨材コンクリートの弾性係数を2回再生骨材(R2)の弾性係数と仮定し、さらにモルタルの弾性係数は1回再生骨材コンクリートの弾性係数の算定に用いた値と同じであると仮定して、配合上の計算から求まる容積比を用いて、[2]式より求めた。そして、同様に順次再生回数が増した場合の弾性係数を推定した。しかし、再生粗骨材中に含まれる岩石質の割合は、配合上およそR1で40%、R2で16%、R3で6.4%、R4で2.6%と算出されるため、4回再生骨材コンクリートの弾性係数はモルタルと同じ値になるとして求めた。なお、この算出方法には、再生骨材コンクリートの圧縮強度が関係しないため、コロイダルシリカ吸収処理の有無に関わらず弾性係数は同じ値となる。

$$E_{R1} = 2.1 \times 10^5 \times (\gamma_c / 2.3)^{1.5} \times (f'_c / 200)^{0.5} \cdots [1]$$

E_{R1} : 1回再生粗骨材の弾性係数 (kg/cm²)

γ_c : 原コンクリートの密度 (tf/m³)

f'_c : 原コンクリートの圧縮強度 (kg/cm²)

$$E_C = E_m \times V_m + E_R \times V_R \cdots [2]$$

E_C : 再生骨材コンクリートの静弾性係数(kg/cm²)

E_m : モルタルマトリックスの静弾性係数(kg/cm²)

V_m : モルタルマトリックスの容積比

E_R : 再生粗骨材の静弾性係数

V_R : 再生粗骨材の容積比

$$E_{R1} = 1.7 \times 10^5 \times (\gamma_m / 2.3)^{1.5} \times (f'_m / 200)^{0.5} \cdots [3]$$

E_m : モルタルの弾性係数 (kg/cm²)

γ_m : モルタルの密度 (tf/m³)

f'_m : モルタルの圧縮強度 (kg/cm²)

同一バッチから採取した3個の供試体について測定した静弾性係数の平均値と推定値の関係は図.2に示す通りである。1回再生骨材コンクリートおよび4回再生骨材コンクリートのいずれの場合でも、静弾性係数の推定値と実測値はほぼ同じ値となった。このことから、今回提案した推定式を用いることによって、コロイダルシリカ吸収処理の有無にかかわらず、繰返し再生骨材コンクリートの静弾性係数を推定できると考えられる。

4. まとめ

コンクリート廃材をジョークラッシャで破碎し、ふるい分けを行う方法で繰返し再生した低品質な粗骨材を用いたコンクリートの静弾性係数には、土木学会コンクリート標準示方書の設計値および日本建築学会RC構造計算標準の推定式を適用することはできないと考えられる。しかし、繰返し再生骨材コンクリートに、モルタルマトリックスと再生粗骨材の二相並列モデルを適用することによって、コロイダルシリカ吸収処理の有無に関わらず、繰返し再生した粗骨材を用

- : 土木学会コンクリート標準示方書の設計値
- : 日本建築学会RC構造計算標準
- : 普通コンクリート
- : 1回再生骨材コンクリート (無処理)
- △ : 4回再生骨材コンクリート (無処理)
- : 1回再生骨材コンクリート (コロイダルシリカ吸収処理有り)
- ▲ : 4回再生骨材コンクリート (コロイダルシリカ吸収処理有り)

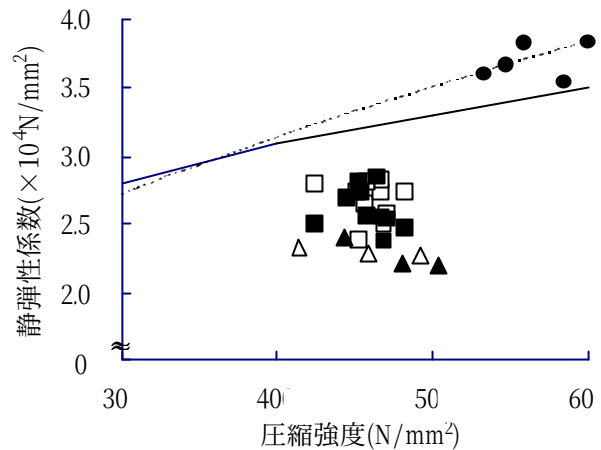


図.1 再生骨材コンクリートの圧縮強度と静弾性係数の関係

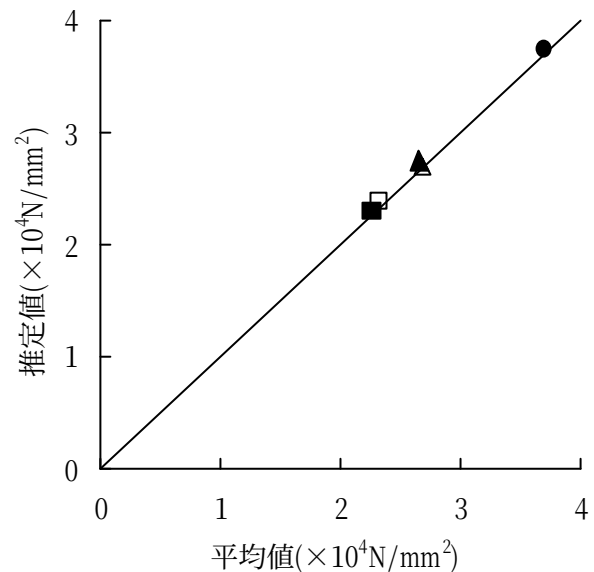


図.2 静弾性係数の平均値と推定値の関係

いたコンクリートの静弾性係数を推定できる可能性がある。

本研究は、日本学術振興会未来開拓学術研究（代表：新潟大学 長瀧重義教授）の一環として行なわれたものである。

参考文献

- 1) 辻正哲, 澤本武博: 低品質再生骨材の有効利用方法について, コンクリート工学 Vol.37 No.11, pp.27-32(1999)
- 2) 技術資料スノーテックス, 日産化学工業株式会社