

廃プラスチックのコンクリート用骨材への適用について

鳥取大学大学院 学生会員 ○山本 進 鳥取大学 正会員 井上正一
鳥取大学 正会員 吉野 公 鳥取大学 正会員 黒田 保
清田軌道工業(株) 森澤正成

1. はじめに

容器包装リサイクル法が契機となって、業界や関係団体においてはリサイクルシステムの構築とその実施、さらにはリサイクル技術の向上が図られ、プラスチックのリサイクル率は年々向上している。そのため、廃プラスチックの回収量は今後、ますます増加すると予想され、さらなる有効利用の拡大を探っておくことが重要となる。本研究では、回収後処理されたプラスチックペレットの、コンクリート用骨材への適用の可能性を検討した。

2. 実験概要

本研究では、回収されたプラスチック（ポリエチレン(PE)と、ポリプロピレン(PP)系）をペレット状に処理したものを粗骨材として用い、その絶対容積をできる限り大きくすることを目的として、プラスチック粗骨材の絶対容積を 0.5, 0.6 の一定、空気量は 0% を仮定し、モルタル部分の S/C と W/C を変化させたコンクリートについて配合設計をし、そのコンクリートの物理的性質を検討した。なお、比較用に碎石を用いた試験も行うが、碎石はプラスチックと同一粒度分布にしたものを用いた。試験は、骨材試験として、ふるい分け、吸水率、単位容積質量および実積率の各試験を行った。

実際のコンクリート試験においては予備試験を通して、練混ぜ可能なモルタルのフロー値の範囲、および材料が分離しない振動締固め時間を検討した。φ7.5×15cm の円柱供試体を用いて行った実験の結果、フロー値 180～270mm の範囲においては、締め固め時間 60 秒では過振動で、底から約 2cm 程度モルタル層と分離した（写真 1 (a)）。よって、以下の試験は締固め時間は全て 30 秒と一定として行った（写真 1 (b)）。

コンクリートとして設定した実験要因と水準、および配合記号を表 1 に示す。コンクリートの試験としては、フレッシュ状態においてスランプと空気量試験を、硬化後の試験として、材齢 28 日において圧縮強度と静弾性係数試験を行った。なお、PE の W/C=40% については材齢 3, 7 日にも圧縮強度試験を行った。さらに PE の S/C=0.5, 0.8 のものについては材齢 28 日に曲げ強度試験も行った。

3. 結果と考察

3.1 プラスチック骨材の物理的性質

表 2 にプラスチック骨材の物理的性質を、図 1 にふるい分け試験の結果を示す。骨材として用いた PP, PE はともに密度は 1.0 以下であり、吸水率は 0% で、粒度はコンクリート標準示方書における粗骨材の大きさが 10～5mm に対する標準を満たすものであるといえる。

表 1 実験要因と水準および配合記号

要因	水準
粗骨材	PE, PP, N
水セメント比(%)	40(PEは35,40,45)
粗骨材の絶対容積(m ³ /m ³)	0.5, 0.6
砂セメント比 S/C	0, 0.2, 0.5, 0.8, 1.2

名称の凡例	①骨材の種類
PE 35-0.5	②W/C
① ② ③	③粗骨材の絶対容積

表 2 骨材の物理的性質

骨材	名称	生産地	物性値				FM
			表乾密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	最大寸法 (mm)	実積率 (%)	
粗骨材	PE	—	0.92	0	10	64.04	5.95
	PP	—	0.97	0	10	61.68	5.96
粗骨材	碎石	智頭町	2.68	0.88	10	58.23	5.95
細骨材	陸砂	岩美町	2.61	1.37	0.3	57.90	1.00

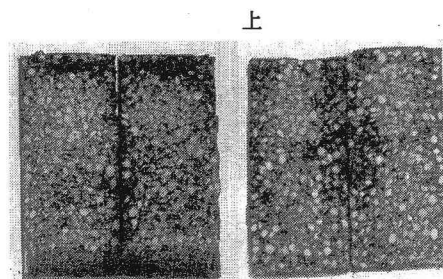


写真 1 (a) 下 写真 1 (b)

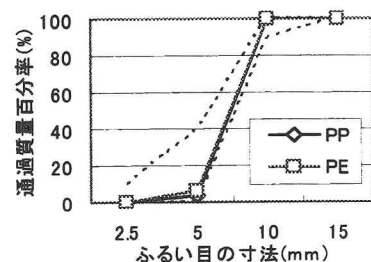


図 1 ふるい分け試験結果

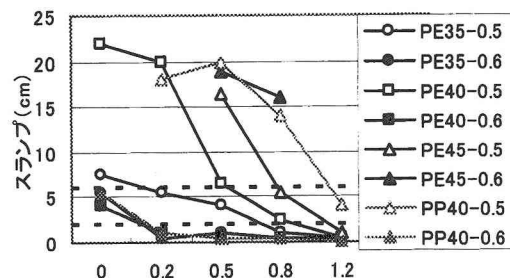


図 2 スランプ試験の結果

3.2 フレッシュコンクリートの物性

(1) スランプ試験

図2にスランプ試験の結果を示す。PP、PEともにスランプは、S/Cが大きくなるに伴って小さくなっている。特に、S/Cの増加に伴うスランプの減少割合が、プラスチック骨材が少ない場合において顕著に現れている。また、実験を通してスランプ2~6cm程度のものが材料分離せず、施工性が良い(締固めと仕上げが容易である)ことを体験した。

(2) 空気量試験

図3に、空気量試験の結果を示す。プラスチック絶対容積0.6のコンクリートはS/Cの増加と共に空気量が多くなっているが、これは、モルタルが十分に骨材間に行き渡らず、空隙が出来たものと考えられる。なお、絶対容積0.5のコンクリートの空気量は約2%であった。

3.3 硬化コンクリートの物性

(1) 圧縮強度と静弾性係数

圧縮強度試験の結果を図4に示す。プラスチックを用いたコンクリートの圧縮強度は砕石を用いた場合よりも大幅に低下する。これは、プラスチック骨材の強度が低く、また、モルタルとの付着が悪いためである。同一W/C、S/Cにおいては、PP骨材を用いたコンクリートの方がPE骨材を用いたものよりも圧縮強度が高くなる。これはPE骨材の方が強度が低いためである。なお、プラスチック骨材の絶対容積は、コンクリート強度に影響を及ぼす一方で、コンクリート中のモルタルのS/Cの大小が圧縮強度に及ぼす影響はきわめて小さかった。また、図5より、プラスチック骨材を用いたコンクリートにおいては材齢7日以降の強度増加はほとんど期待できないことが分かる。

また、静弾性係数試験の結果を図6に示す。砕石に比べてプラスチック骨材を使用したコンクリートの静弾性係数は大幅に低下している。プラスチックの種類の違いではPPを用いたコンクリートの弾性係数はPEのそれと比べて1.5倍程度大きくなっている。

(2) 曲げ強度

図7に曲げ強度試験の結果を示す。図は7.5×7.5×22.5cmの供試体3本の結果を示している。曲げ強度はS/Cの増加とともにわずかに大きくなるが、その値はいずれも3.0N/mm²以下で小さいといえる。

(3) 圧縮強度と単位体積質量

φ7.5×15cmの円柱供試体によって測定した単位体積質量と、圧縮強度の関係を図8に示す。最も軽量なものは1.28(kg/l)であり、気泡コンクリートに近い単位体積質量となっている。図より、単位体積質量が増加するに従って強度が増加することが分かる。

4. まとめ

本実験結果より、プラスチック骨材を用いたコンクリートは軽量のコンクリートになることが確認された。また、プラスチックをコンクリート用骨材として利用できる可能性が見いだせた。今後、軽量である利点を生かしながら、プラスチック骨材を用いたコンクリートの強度を高めていく必要があると考える。

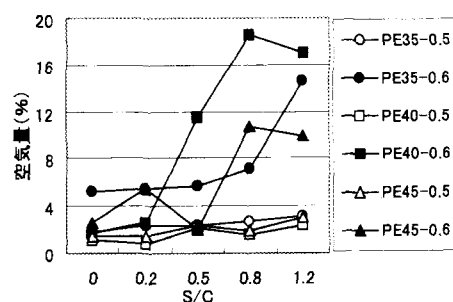


図3 空気量試験の結果

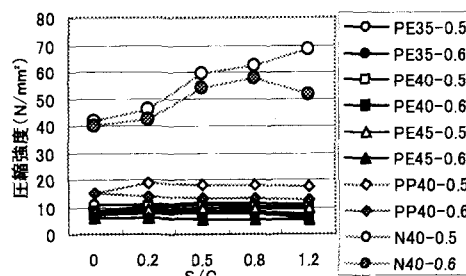


図4 圧縮強度試験結果

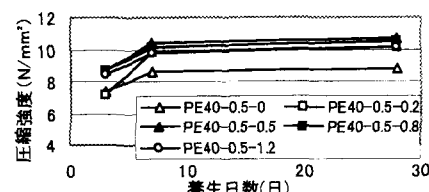


図5 材齢による圧縮強度の変化(絶対容積0.5)

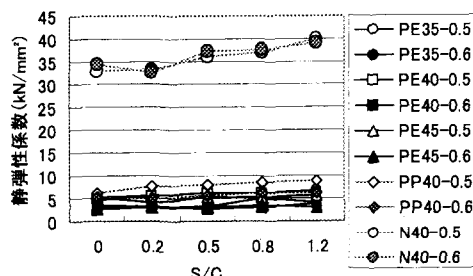


図6 静弾性係数試験

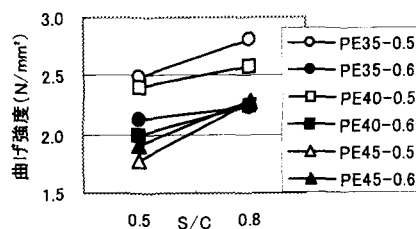


図7 曲げ強度試験結果

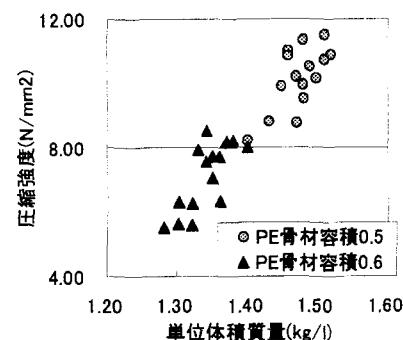


図8 圧縮強度と単位体積質量の関係