

## 廃プラスチック製粗骨材を用いた軽量コンクリートの諸特性

東北工業大学工学部 正会員 ○小出 英夫  
 ドーベル建設工業(株) 正会員 佐々木 徹  
 東北工業大学工学部 正会員 外門 正直

### 1. はじめに

コンクリート用天然骨材の枯渇と採取に伴う環境破壊等の問題の解決、及び廃プラスチック類(主にここでは廃ペットボトル)の活用方法の開拓の観点から、著者らは、プラスチック類の軽量性に着目し、廃プラスチック(以後、「廃プラ」と呼ぶ)製骨材を用いた軽量コンクリートの開発を行っている。これに関する既往の研究結果<sup>1), 2)</sup>より、目標とする当該軽量コンクリートの圧縮強度を $20\text{ N/mm}^2$ とした場合、粗骨材すべてに最大寸法 $10\text{ mm}$ の廃プラ製骨材(モルタルとの付着を良くするための処理を一切しない状態の骨材)を使用しても、細骨材には通常の細骨材を用い、水セメント比約 $35\%$ 、単位水量 $160\sim 180\text{ kg/m}^3$ とすることで、表乾密度が約 $1.8\text{ g/cm}^3$ の軽量コンクリートの製造が可能、また、凍結融解抵抗性も十分であることがわかっている。

本研究では、当該軽量コンクリートに関する更なる基礎資料を得るため、同一バッチから製造された当該軽量コンクリートの圧縮強度のばらつきに関する実験(実験1)及び $20\sim 80$ における300サイクル高温繰返し試験(実験2)を行った。

### 2. 実験に用いた廃プラ製粗骨材

製造に使用する廃プラ類の混合割合が管理(ポリエチレンテレフタレート<主に廃ペットボトル>が約 $80\sim 90\%$ 、残りがポリプロピレン・ポリエチレン等)されており、成型物の物性がほぼ一定である廃プラ塊(写真-1)を、中間材料(破碎により廃プラ製骨材を製造)として用いた。廃プラ塊の製造は、各廃プラ類をチップ状に粉碎、上記の割合で約 $270$  溶融・押出し成型し製造される。圧縮強度は約 $84\text{ N/mm}^2$ 、線膨張係数は約 $70$  以下で約 $8\times 10^{-5}(1/)$ 、約 $75$  以上で約 $1\times 10^{-3}(1/)$ 、溶出試験において鉛等有毒物質は不検出が報告されている。



写真-1 廃プラスチック塊(中間材料)

実験に用いた廃プラ製粗骨材は、この廃プラ塊をクラッシャーで破碎後、ふるい分けによって得た。各種測定の結果、吸水率は約 $0\%$ (常に絶乾状態と考えられる)であり、絶乾(表乾)密度は約 $1.20\text{ g/cm}^3$ であった。なお、実用化時の経済性を考慮し、クラッシャー破碎後の処理は、使用寸法の上限( $10\text{ mm}$ )及び下限( $5\text{ mm}$ )のふるい分けのみとし、その他洗浄等の廃プラ製粗骨材の表面処理は一切行わなかった。

### 3. 実験1

粗骨材すべてに廃プラ製骨材を用いた水セメント比 $35\%$ と $50\%$ の2種類の軽量コンクリート $\phi 10\text{ cm}$ 円柱供試体を、それぞれ同一バッチから多数本作成し、圧縮強度試験より、それぞれの強度のばらつきを調べる。

#### (1)実験方法

実験に用いた2種類の配合を、表-1に示す。円柱供試体は、配合1-50( $W/C = 50\%$ )で18本、配合1-35( $W/C = 35\%$ )で20本をそれぞれ作製した。これら供試体に対して材齢28日、20 水中養生で圧縮強度試験を行った。

また、廃プラ製粗骨材以外の使用材料は、普通ポルトランドセメント、細骨材は鶴巣大平産山砂(表乾密度

キーワード：リサイクル、廃プラスチック、軽量骨材、軽量コンクリート

連絡先：〒982-8577 宮城県仙台市太白区八木山香澄町 35-1 TEL:022-229-1151 FAX:022-229-8393

表 - 1 実験1で用いた軽量コンクリートの配合

| 配合名  | 水セメント比<br>W/C(%) | 細骨材率<br>s/a(%) | スランブ<br>(測定値)<br>(cm) | 空気量<br>(測定値)<br>(%) | 単 位 量 (kg/m <sup>3</sup> ) |           |          |          |                   |               |
|------|------------------|----------------|-----------------------|---------------------|----------------------------|-----------|----------|----------|-------------------|---------------|
|      |                  |                |                       |                     | 水<br>W                     | セメント<br>C | 細骨材<br>S | 粗骨材<br>G | 高性能 AE 減水剤 C× (%) | AE 減水剤 C× (%) |
| 1-50 | 50               | 50.6           | 4.0                   | 4.5                 | 186                        | 372       | 831      | 376      | —                 | 0.0002        |
| 1-35 | 35               | 43.0           | 8.5                   | 6.6                 | 160                        | 457       | 696      | 445      | 0.90              | 0.0030        |

2.54g/cm<sup>3</sup>) を使用した。

## (2)実験結果及び考察

それぞれの配合における当該軽量コンクリートの圧縮強度のばらつきの結果を表 - 2 に示す。実験結果より、当該軽量コンクリートの圧縮強度のばらつきはあまり大きくなく、強度のばらつきに関する設計時の取扱い方は、通常のコンクリートと同様で良いことがわかった。

表 - 2 実験1の結果（圧縮強度のばらつき）

| 配合名  | 供試体数<br>(本) | 平均値<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 標準偏差<br>(N/mm <sup>2</sup> ) | 変動係数<br>(%) | 測定値の範囲<br>(N/mm <sup>2</sup> ) |
|------|-------------|-----------------------------|------------------------------|-------------|--------------------------------|
| 1-50 | 18          | 17.8                        | 0.57                         | 3.2         | 16.0～18.5                      |
| 1-35 | 20          | 21.5                        | 0.48                         | 2.2         | 20.6～22.4                      |

表 - 3 実験2の結果

| 圧縮試験条件        | 供試体Aの圧縮強度              | 供試体Bの圧縮強度              |
|---------------|------------------------|------------------------|
| 300 サイクル試験終了後 | 20.4 N/mm <sup>2</sup> | 16.4 N/mm <sup>2</sup> |
| 自然乾燥状態のまま     | 22.6 N/mm <sup>2</sup> | 19.6 N/mm <sup>2</sup> |

## 4. 実験2

実験1と同様に、粗骨材すべてに廃プラ製骨材を用いた水セメント比35%と50%の2種類の軽量コンクリートφ10cm円柱供試体(各3本)に対して、20 → 80 → 20 (1サイクル180分、ただし、1サイクル内において20 と80 ではそれぞれ40分間当該温度で保持)を300サイクル繰り返す条件に設置し、300サイクル終了後に20 で圧縮強度試験を行い、当該軽量コンクリートへの影響を調べる。

### (1)実験方法

実験に使用した供試体は、本実験開始約1年前に打設のW/C = 35%の供試体(以後、供試体Aと呼ぶ)と、本実験開始約半年前に打設のW/C = 50%の供試体(以後、供試体Bと呼ぶ)を使用した。実験に用いたコンクリートの配合は、それぞれ、実験1の配合1-35、1-50とほぼ同じであるが、混和剤量が異なり、ともにスランブは10cm程度であった。各供試体とも、打設後28日間水中養生し、その後自然乾燥状態に放置されていた。なお、供試体A、Bの打設後の各材齢・条件における圧縮強度に関しては、以下の値がわかっている<sup>2)</sup>。

供試体A：19.2N/mm<sup>2</sup>(材齢28日)、22.8N/mm<sup>2</sup>(材齢56日)

供試体B：16.8N/mm<sup>2</sup>(材齢28日)、20.0N/mm<sup>2</sup>(材齢110日)

### (2)実験結果及び考察

表 - 3 に、300サイクル高温繰り返し試験終了後の圧縮強度と、同一材齢の高温試験を行わず自然乾燥状態に放置したままの供試体の圧縮強度の比較を示す。表 - 3 より、高温試験により、いずれの供試体も圧縮強度が約10%低下することがわかったが、著しい強度低下はみられなかった。

## 5. まとめ

以上の実験結果より、当該軽量コンクリートに関して以下のことがわかった。

実験1の結果より、同一バッチのコンクリートの圧縮強度のばらつきはあまり大きくない。

実験2の結果より、高温(80 )の経験を繰り返すことにより、圧縮強度は約10%低下する。

**謝辞：**本研究を遂行する上で、廃プラ製骨材の材料となる廃プラ塊製品を提供して頂いた(株)丹秀工務店、高性能AE減水剤を提供して頂いた太平洋セメント(株)小島丈治氏に感謝の意を表します。

**参考文献：**1) 小出英夫，外門正直，佐々木徹：廃プラスチック製骨材を用いた軽量骨材コンクリートに関する研究、コンクリート工学年次論文集、Vol.22、No.2、pp.295-300、(2000)、2) 小出英夫，外門正直，佐々木徹：廃プラスチック製骨材を使用した軽量コンクリートの諸特性、コンクリート工学年次論文集、Vol.23、No.1、pp.349-354、(2001)