

廃プラ骨材（PVC）を使用したコンクリートの基礎的物性

極東工業（株）

○正会員

正願地 祐

同上

正会員

直野 和人

同上

正会員

戸川 邦彦

1. はじめに

プラスチック製品は、成型の容易さや経済性から広く普及したものの、当初のものは老朽化や陳腐化が生じている。そして、これらプラスチック製品の減量化やリサイクル技術の開発は、環境への負荷低減や循環型社会を構築するために、社会的な課題となっている。本研究は、これら廃プラスチックをコンクリート骨材として活用するための基礎的研究である。今回対象とした廃プラスチックはPVC（Polyvinyl Chloride）で、具体的には破碎した塩ビ管を骨材として使用した。そして、PVC 骨材を使用したコンクリートの基礎的な物性を明らかにするとともに、コンクリート構造物への適用性について考察した。

2. 実験概要

2.1 使用材料

実験で使用したセメントは、早強ポルトランドセメント（ $W=3.15t/m^3$ ）である。骨材は、天然骨材として砕砂、砕石を使用し、PVC は、この天然骨材を一部置換して使用した。骨材の性状を表-1 に示す。

表-1 骨材の性状

	砕砂	砕石	PVC
寸法 (mm)	~5	5~20	5~10
単位重量 (t/m ³)	2. 58	2. 69	1. 43

PVC 骨材は、塩ビ管を破碎したため、その製品寸法の制約から骨材寸法が5~10mm 程度となり、細骨材と粗骨材の中間的な骨材寸法といえる。そして、単位容積重量が $\gamma=1.43t/m^3$ と小さいことが特徴である。また、PVC 骨材表面には、セメントコーティングを施している。

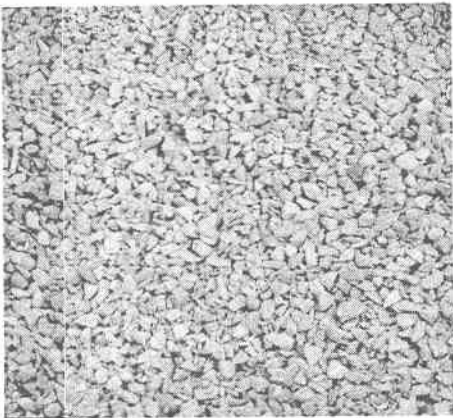


写真-1 PVC 骨材

（写真-1）

2.2 コンクリート配合

天然骨材と PVC の置換は、①細骨材との置換 ②粗骨材との置換 ③細骨材、粗骨材双方とも置換 の3種類の方法が考えられる、本稿では、粗骨材と PVC 骨材を置換したケースについて報告する。

検討ケースとして、PVC 置換率を 0%、25%、50%、75%、100% の5種類（Ⅰ～Ⅴ）とした。その配合を表-2 に示す。尚、 $W/C=45\%$ 及び $s/a=45\%$ は、すべてのケースにおいて一定とした。

2.3 試験内容

試験は、スランプ、空気量、ワーカビリティなどフレッシュコンクリートの性状確認と、圧縮強度や弾性係数、そして単位体積重量の試験及び測定について行った。

表-2 コンクリートの配合

case	置換率	単位量 (kg/m ³)						スランプ* (cm)	W/C	細骨材率 (s/a)	
		PVC/G	セメント	水	骨 材						混和剤
					細骨材 (S)	粗骨材 (G)	PVC				
I	0%	367	165	810	1033	0	4.4	8±2.5	45%	45%	
II	25%	367	165	810	774	137	4.4				
III	50%	367	165	810	516	274	4.4				
IV	75%	378	170	801	255	407	4.5				
V	100%	389	175	791	0	536	4.7				

3. 実験結果

3.1 フレッシュコンクリートの性状

コンクリートの練り混ぜ性状について、PVC 置換率増加に伴い、ワーカビリティやスランプの低下が見られた。このため単位水量をⅠ～Ⅲの $W=165\text{kg/m}^3$ から、Ⅳでは $W=170\text{kg/m}^3$ 、Ⅴでは $W=175\text{kg/m}^3$ に増やし、所定のスランプ値を確保した。ワーカビリティ低下の原因は、PVC が碎石に比べ骨材寸法が小さいためと考えられる。ただし PVC は、吸水性がきわめて小さく、天然骨材と同様の取り扱いが可能であるなどの特徴もある。

3.2 圧縮強度

圧縮強度は、Ⅰの $\sigma=46.1\text{N/mm}^2$ に比べ、Ⅴは $\sigma=31.2\text{N/mm}^2$ と、67%程度に低下する。ただし、Ⅲは $\sigma=32.1\text{N/mm}^2$ 、Ⅳは $\sigma=32.8\text{N/mm}^2$ と、ケースⅢ～Ⅴについては、ほとんど圧縮強度に差異はみられない。これは、単位セメント量がⅠ～Ⅲの $W=367\text{kg/m}^3$ から、Ⅳでは $W=378\text{kg/m}^3$ 、Ⅴでは $W=389\text{kg/m}^3$ に増加したことが一因であると考えられる。

3.3 弾性係数

弾性係数は、Ⅰの $E=34,000\text{N/mm}^2$ に比べ、Ⅴは $E=12,000\text{N/mm}^2$ と、35%程度に低下する。その低下率は PVC 置換率の増加と反比例の関係にある。

3.4 単位体積重量

単位体積重量は、Ⅰの $\gamma=2.36\text{t/m}^3$ に比べ、Ⅴは $\gamma=1.90\text{t/m}^3$ と、80%程度に減少する。その低下率も弾性係数と同様に、PVC 置換率の増加と反比例の関係にある。

4. 考察

この実験の結果から、PVC 骨材をコンクリート構造物に適用するにあたっての留意点を考察する。

- ① PVC の置換率増加に伴い、圧縮強度が低下（Ⅴ/Ⅰ：67%）することから、高強度コンクリートへの適用には課題が残る。
- ② PVC の置換率増加に伴い、弾性係数が低下（Ⅴ/Ⅰ：35%）することから、弾性変形やクリープ変形など、構造物のたわみ管理に対する配慮が必要である。
- ③ PVC 置換率の増加によりコンクリートの軽量化が可能なことや、天然骨材と同様の取り扱いが可能であるなど、土木業界においても受け入れやすい材料であると考えられる。

5. おわりに

PVC のコンクリート骨材への適用性の確認については、今回実施したコンクリートの基礎的物性試験の他に、劣化や疲労など長期的な耐久性についての検証が必要であると考えられる。そのため、現在、小型の RC 構造物（粗骨材の PVC 置換率 50% 及び 100%）を製作し屋外暴露を実施している。また、PVC 以外の廃プラスチックとして、FRP をコンクリート骨材として活用するための基礎的研究にも取り組んでいる。

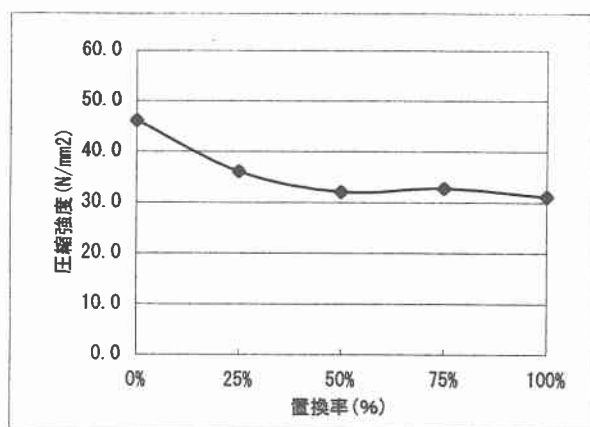


図-1 圧縮強度試験結果

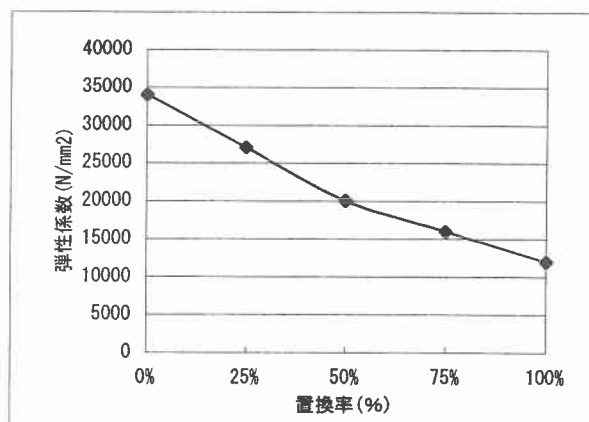


図-2 弾性係数計測結果

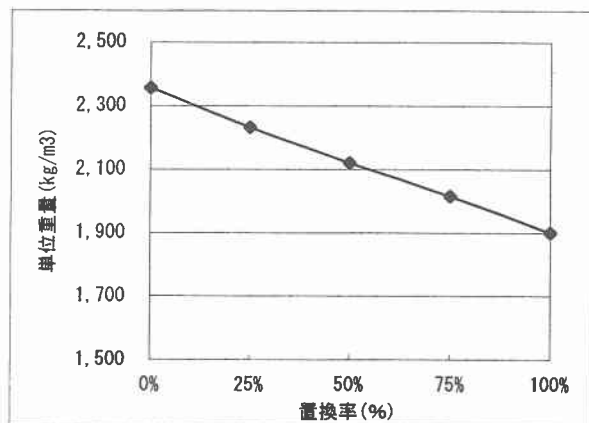


図-3 単位体積重量