

インゴット破碎材を粗骨材として用いた軽量コンクリートの基礎性状

東海大学工学部 正会員 笠井哲郎
東海大学工学部 正会員 佐久間雅孝
東海大学大学院 学生会員 鎗田宜克

1. まえがき

発泡スチロール（以下、EPS）の年間生産量は、1997 年実績で 22.5 万トンであり、その内 5.5 万トン（24.3%）が回収されリサイクル材として再資源化されている。EPS の再利用の実態は、インゴット塊（主に熱により EPS を減容化したもの）をペレット状に加工して再樹脂化したり、インゴット塊のまま中国に輸出している。特に 5.5 万トンの内、中国への輸出の依存度は 51.3%と非常に高く、今後の中国経済の状況によってはこの量が減少していく可能性もあり、早急に国内での新たな用途を開発していく必要がある。このような現状を踏まえ、碎石状に破碎したインゴットを盛土材や裏込め材として利用する検討がなされている^{1),2)}。しかし、インゴット破碎材は従来の礫材料に比べかなり高価であり、経済性の面でその使用が限定されるため、更に付加価値の高い分野への用途開発が望まれる。そこで、本研究ではより付加価値の高いコンクリート用軽量骨材への利用に着目し、インゴット破碎材を骨材として使用した軽量骨材コンクリートの基礎性状について実験的検討を行ない、インゴット破碎材のコンクリート用軽量骨材（以下、プラスチック骨材）としての可能性について検討したものである。

2. 実験概要

表-1 配合表

2.1 使用材料および配合条件

セメントは普通ポルトランドセメント（密度：3.16、比表面積：3280cm²/g）、細骨材は富士川産砕砂（比重：2.67、吸水率：

	W/C(%)	s/a(%)	単位量(kg/m ³)				AE 減水剤	単位容積質量(t/m ³)			結果	
			W	C	S	G		標準養生後	14日水中養生後	繰り返し後	スランプ(cm)	空気量(%)
プラスチック骨材コンクリート	35	47	177	506	769	338	0.3wt%	1.83	1.82	1.80	9.5	3.5
	50	50		354	882	344		1.81	1.77	1.76	6.5	4.4
	65	53		272	972	336		1.82	1.76	1.76	2.5	4.4
普通骨材コンクリート	35	47	177	506	769	877		2.43	2.41	2.41	2.0	2.8
	50	50		354	882	892		2.39	2.35	2.33	12.5	4.0
	65	53		272	972	872		2.37	2.32	2.31	9.5	2.9
人工軽量コンクリート	35	43	168	480	723	496		2.06	1.99	1.98	5.5	3.6
	50	46		336	830	504		1.99	1.89	1.86	11.5	6.0
	65	49		258	916	493		2.01	1.90	1.87	10.5	4.7

1.25%、粗粒率F.M.：3.02）、粗骨材は富士川産碎石（比重：2.70、吸水率：0.98%、G_{max}：20mm）、人工軽量骨材 AL1（比重：0.91、吸水率：8.41%）、AL2（比重：1.38、吸水率：9.80%）およびプラスチック骨材（比重：1.04、吸水率：3.17%、G_{max}：20mm）、AE 減水剤はヒドロキシ系複合体（ヴィンソル 80_s）をそれぞれ使用した。コンクリートの配合と単位容積質量を表-1に示す。

2.2 供試体の作成および試験方法

練混ぜは、容量 100 ㍑の強制練りミキサーを使用し、全材料を投入後、3 分間練り混ぜた。その後、各供試体（圧縮・曲げ・引張・収縮用）を作成した。養生条件は、打ち込み 24 時間後脱型し、27 日間水中養生としたもの、前述の養生終了後 14 日間気中（20℃）養生としたものおよびその後更に恒温恒湿器を用い 20～50℃の温度繰り返しを 12 回行う 3 つの場合とした。各強度試験は、上記の養生条件の供試体について JIS に準拠して行った。また、乾燥収縮の測定は 7 日間水中養生後、恒温室で長さ測定器（ダイヤルゲージ法）を用いて行った。

3. 実験結果および考察

3.1 力学性状

図-1 は各養生条件について、普通骨材コンクリートとプラスチック骨材コンクリートの C/W と圧縮強度の関係を示したものである。プラスチック骨材コンクリートと普通骨材コンクリートを比較すると、圧縮強度はどの C/W に

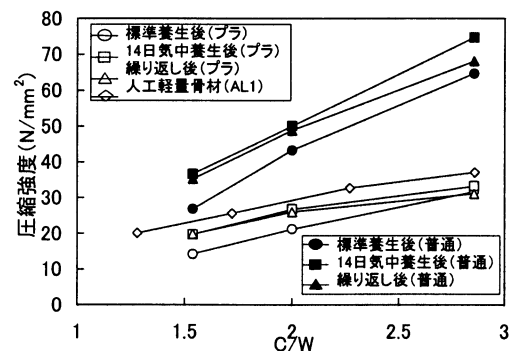


図-1 C/Wと圧縮強度の関係

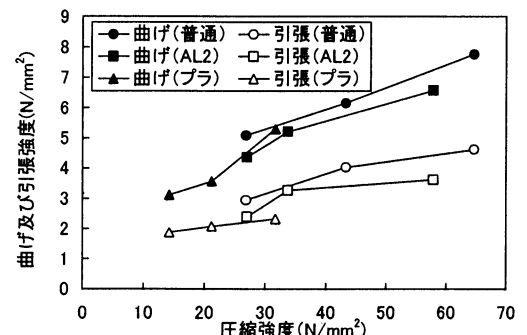


図-2 28日水中養生後の強度の関係

キーワード：発泡スチロール、インゴット破碎材、軽量骨材コンクリート、強度、乾燥収縮

においても前者の方が小さく、また C/W の増加に対する圧縮強度の増加割合も小さくなっている。これは、普通骨材に比べてプラスチック骨材の強度が大幅に小さいことに起因するものと考えられる。しかし、AL 骨材コンクリートの場合と比較すると、同一 C/W における圧縮強度はプラスチック骨材コンクリートの方が若干小さいものの、C/W の増加に対する圧縮強度の増加割合はほぼ同程度となっている。また、プラスチック骨材は、線膨張係数が硬化セメントペーストや一般の天然骨材に比べ 1 桁程度大きいこと、プラスチック骨材コンクリートの力学的性質が高～低の温度繰り返しによって、劣化することが懸念される。しかし、20℃～50℃、12 サイクルの条件で行った本実験の範囲では、圧縮強度の低下は見られなかった。図-2 は標準養生後の各コンクリートの圧縮強度と曲げおよび引張強度の関係を示したものである。圧縮強度と曲げ強度との比および圧縮強度と引張強度との比(脆度係数)は、普通骨材コンクリートの場合それぞれ 5～8、9～14、プラスチック骨材コンクリートの場合それぞれ 4.5～6、7.5～13.5 となった。図-3 は、各コンクリートのヤング係数と圧縮強度の関係を示したものである。また、ヤング係数を圧縮強度およびコンクリートの気乾単位容積質量(ρ)から求める RC 規準式および New RC 式を用いて、 $\rho=1.80\text{t/m}^3$ 、 $\rho=2.35\text{t/m}^3$ の場合について算出した値を同図に示した。普通骨材コンクリートのヤング係数と圧縮強度の関係は計算値とほぼ一致するが、プラスチック骨材コンクリートの場合は計算値より小さくなっていることから、一般的な軽量骨材コンクリートより圧縮強度に対しヤング係数が小さいことがわかる。

3.2 乾燥収縮性状

図-4、5 は乾燥材齢と質量変化率および収縮ひずみの関係を示したものである。図-4 より質量変化率は、各 W/C の場合ともプラスチック骨材コンクリートの方が大きくなった。また、図-5 より収縮ひずみもプラスチック骨材コンクリートの方が大きくなっているが、これは、同一乾燥材齢における質量変化率が大きいこと、およびプラスチック骨材の弾性係数が小さいことが原因であると思われる。図-6 は質量変化率と収縮ひずみの関係を示したものであるが、同一の W/C では両コンクリートともほぼ同様な傾向を示した。

4. まとめ

- (1) 本研究で示したプラスチック骨材を粗骨材として用いることにより、単位容積質量が $1.76\sim1.83\text{t/m}^3$ で、圧縮強度が $15\sim33\text{N/mm}^2$ 程度の軽量コンクリートが製造できる。
- (2) プラスチック骨材コンクリートは通常の軽量骨材コンクリートに比べ、同一圧縮強度におけるヤング係数が小さい。
- (3) プラスチック骨材コンクリートの乾燥収縮は普通骨材コンクリートより大きい。質量変化率と収縮ひずみの関係は普通骨材コンクリートの場合と同様な傾向となった。

謝辞：本研究の実施当たり、多大なご尽力を賜った発泡スチロール再資源化協会再資源化推進部・大滝恒雄部長に深謝いたします。

<参考文献> 1) 末次大輔・落合英俊他：廃棄 EPS インゴット破砕材の混入による地盤材料の軽量化と強度の改善、第 33 回地盤工学研究発表会、pp.2451-2452, 1998. 2) 白子博明・大滝恒雄他：発泡スチロール減容材の土木材量への適用生、土木学会第 54 回年次学術講演会講演概要集 3 部門、1999.

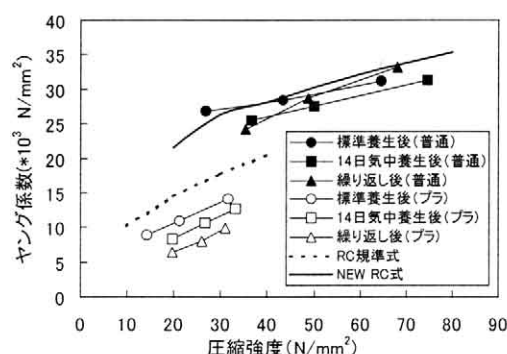


図-3 圧縮強度とヤング係数の関係

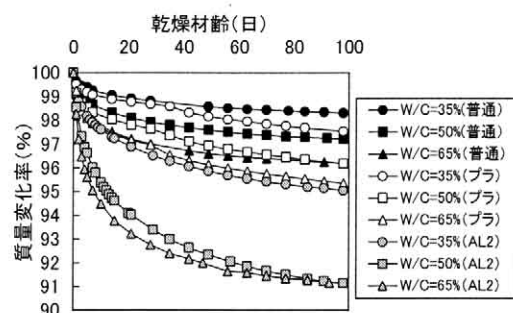


図-4 乾燥材齢と質量変化率の関係

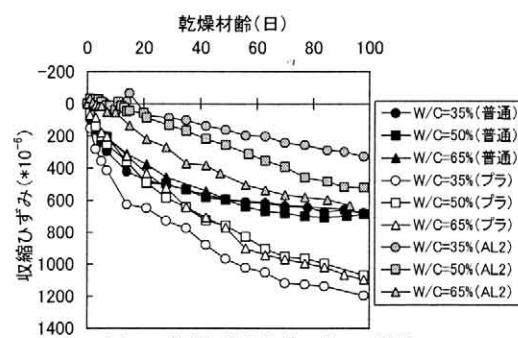


図-5 乾燥材齢と収縮ひずみの関係

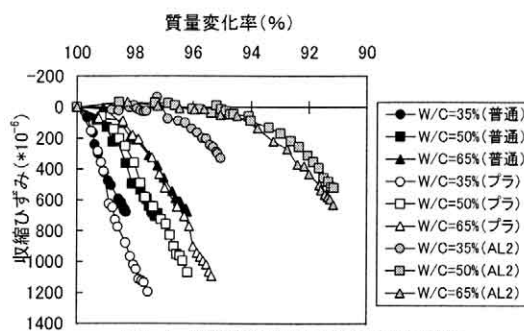


図-6 質量変化率と収縮ひずみの関係