

理論単位容積質量 1.5t/m³ の発泡ビーズ軽量コンクリートの物性および配合設計

太平洋セメント株式会社	正会員	○野崎 隆人
カネカケンテック株式会社		原口 望
太平洋セメント株式会社	正会員	杉山 彰徳
太平洋セメント株式会社	正会員	肥後 康秀

1. はじめに

軽量コンクリートの物性上の問題点として、強度が低いこと、軽量コンクリート 2 種を下回るような大幅な軽量化が困難なこと等が挙げられる。このうち大幅な軽量化について着目すると、フレッシュで単位容積質量 1.5t/m³ を下回り、加えて施工性に優れる現場打ちコンクリートは、材料の観点から国内では入手が困難である。そこで、構造用軽量コンクリート骨材以外で、広く入手が可能でかつ軽量化を実現できる材料として、混合盛土や住宅用のサイディングに用いられているポリスチレン製の発泡ビーズに着目した。現在広く流通している建設材料を組み合わせて大幅な軽量化を実現できるコンクリート配合の確立を見据え、配合設計に関する知見と基礎的な物性データを収集することを目的に検討を行った。

2. 試験概要

使用材料を表-1 に示す。本検討では発泡倍率の異なる 2 種類の発泡ビーズを使用した。発泡ビーズ以外の骨材は表乾状態に調整して用いた。事前の検討において、空気を導入した場合、型枠と接する面で発泡ビーズの凝集が認められ、加えて強度の低下が確認された。そのため全ての配合において AE 剤は使用せず、空気量が 0% となるよう消泡剤を添加した。

発泡ビーズは体積の大半が空気で作られているため強度への寄与は小さく、配合設計においては強度の推定が重要となる。第一の検討として、強度と相関の高いパラメータを把握するために、単位容積質量、水セメント比、発泡ビーズの種類、配合中の発泡ビーズが占める体積、砂の種類、細骨材率を変えて、強度への影響について確認した。続いて既存の軽量 2 種コンクリートでは得られない理論単位容積質量 1.5t/m³ のコンクリートについて、代表的な配合について基本的な物性の測定を実施した。

3. 結果

3. 1 発泡ビーズの強度への影響

検討の結果、最も明瞭な相関が認められた発泡ビーズの体積と圧縮強度の関係を図-1 に示す。水セメント比が一定の条件下においては、発泡ビーズの体積の増加に伴って、圧縮強度は線形的に低下するといえる。なお、本検討の圧縮強度の結果は、既往の発泡ビーズを用いた検討¹⁾と同程度の値であった。

表-1 コンクリートの使用材料

材料	記号	備考
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度 3.16g/cm ³
細骨材	S _N	山砂 表乾密度 2.59g/cm ³ , 吸水率 1.6%
	S _L	人工軽量骨材 表乾密度 1.96g/cm ³ , 吸水率 14.9%
	B ₁	発泡ビーズ 密度 0.07g/cm ³ , 平均粒径 1.0mm
	B ₂	発泡ビーズ 密度 0.037g/cm ³ , 平均粒径 1.2mm
粗骨材	G _L	人工軽量骨材 表乾密度 1.63g/cm ³ , 吸水率 28.3%
混和剤	SP	ポリカルボン酸エーテル系高性能 AE 減水剤
	AD	AE 減水剤
	DF	消泡剤

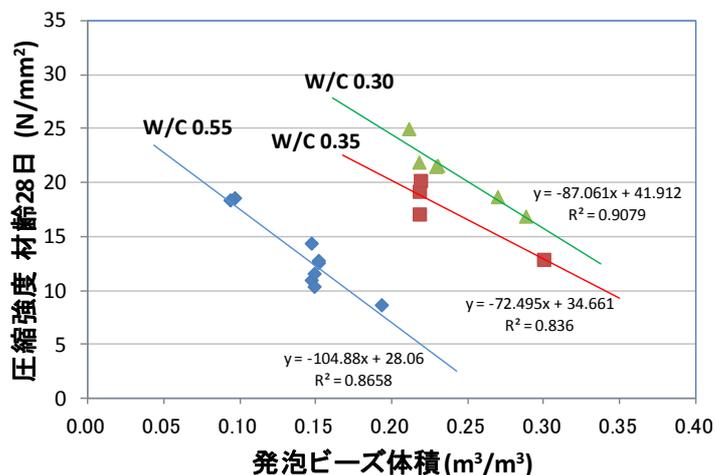


図-1 発泡ビーズの体積と圧縮強度の関係

キーワード：発泡ビーズ, 人工軽量骨材, 軽量コンクリート, 単位容積質量, 乾燥収縮ひずみ, 熱伝導率

連絡先：〒285-8655 千葉県佐倉市大作 2-4-2 太平洋セメント (株) 中央研究所 TEL043-498-3905 FAX043-498-3849

表-2 理論単位容積質量 1.5t/m³のコンクリートの配合と性状

配合 No.	W/C (%)	(s+b)/a (%)	単位量(kg/m ³)							実測 単位容積 質量 (t/m ³)	圧縮強度 (N/mm ²)	
			W	C	S _N	S _L	B ₁	B ₂	G _L		7 日	28 日
1	55	45	175	318	-	347	10.29	-	649	1.46	11.6	18.4
2	55	45	175	318	344	-	13.52	-	649	1.46	5.7	8.7
3	35	45	175	500	212	-	15.27	-	598	1.50	14.9	19.2
4	30	45	175	583	150	-	16.11	-	574	1.56	17.8	21.6
5	30	45	175	583	150	-	-	8.47	574	1.55	17.1	21.5
6	30	40	170	567	108	-	-	8.06	636	1.54	19.0	21.9
7	25	45	175	700	67	-	17.22	-	541	1.54	24.0	27.2

3. 2 単位容積質量 1.5t/m³配合の強度比較

検討した配合のうち、配合から算出される理論単位容積質量が 1.5t/m³となるコンクリートの配合とその性状を表-2 に示す。いずれの配合においても、フレッシュコンクリートで材料の分離は認められなかった。また、No.4 と No.5 の比較より、発泡ビーズの種類については、圧縮強度に顕著な影響を与えないことが明らかとなった。表-2 に示した配合のうち、細骨材率と発泡ビーズの種類が同じ配合におけるセメント水比と強度の関係を図-2 に示す。通常のコンクリートと同様に両者の間には高い相関が認められた。発泡ビーズ軽量コンクリートの設計にあたり、図-1 および図-2 で示した関係を基に、配合から強度を推定することが可能である。

3. 3 代表的な物性例

表-2 の配合のうち、材齢 28 日で 21N/mm²を満足し、練上りの性状が良好であった No.6 について、基礎的な物性を測定した。強度特性を表-3 に示す。圧縮強度に対する曲げ強度および引張強度の比は、従来の軽量コンクリートと同等の範囲内であった。静弾性係数が軽量コンクリートに比べ低いが、これはビーズの圧力の吸収作用によるものと考えられる。乾燥収縮ひずみを図-3 に、熱伝導率を表-4 に示す。特筆すべき性能として、従来の軽量骨材コンクリートと比較して、乾燥収縮ひずみが小さく、熱伝導率が低いことが挙げられる。

4. まとめ

細骨材の一部に発泡ビーズ、粗骨材に人工軽量骨材を用いたコンクリートについて、強度と相関を有するパラメータを把握し、単位容積質量 1.5t/m³における物性を確認した。今後、優れた軽量性や遮熱性を生かした用途への展開が期待される。

【参考文献】

- 1) 松尾栄治 他：発泡ポリスチレンビーズを用いた超軽量コンクリートの強度性状，土木学会論文集, No.571, V-36, pp.37-48, 1997.8

表-3 強度特性 (配合 No. 6, 標準養生)

材齢	単位容積 質量 (t/m ³)	圧縮 強度 (N/mm ²)	曲げ 強度 (N/mm ²)	割裂引張 強度 (N/mm ²)	静弾性 係数 (kN/mm ²)
7 日	1.50	19.0	3.03	1.85	9.84
28 日	1.49	21.9	3.09	1.91	11.1
91 日	1.50	24.2	3.38	1.93	11.0

表-4 熱伝導率 (水中)

骨材種類	熱伝導率 λ (W / m · K)
発泡ビーズ軽量	0.62
軽量 1 種*	1.55

* ALA 協会 技術情報・土木編より

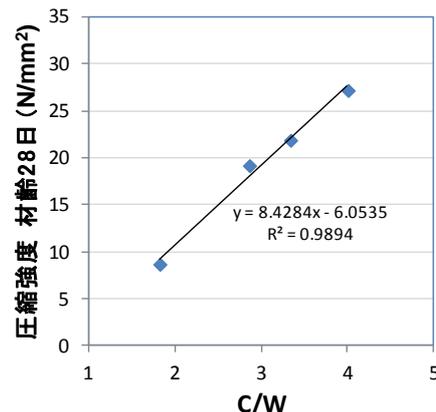


図-2 セメント水比と圧縮強度の関係

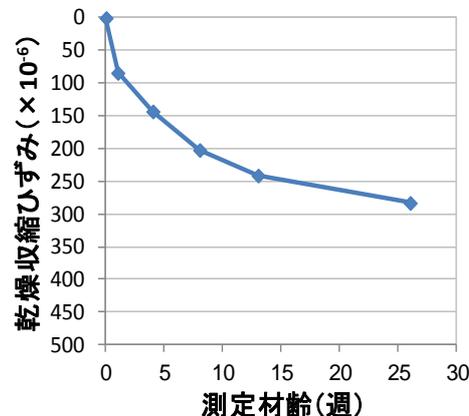


図-3 乾燥収縮ひずみ (配合 No. 6)