

骨材品質とマトリックス強度に着目した軽量コンクリートの力学性状の検討

西松建設（株） 正会員 荒井 孝文
 太平洋セメント（株） 正会員 森 大介
 太平洋セメント（株） 正会員 石川 雄康
 東京都立大学大学院 フェロー 國府 勝郎

1. まえがき

近年、低吸水で強度特性に優れた各種の高品質軽量骨材が開発され、幅広く利用されつつあるが、骨材品質に着目して比較検討を行った体系的研究はほとんど行われていない。そこで本研究では、これらの軽量骨材を用いたコンクリートの破壊エネルギーを含む力学的特性を骨材品質とマトリックス強度に着目して比較検討した。

2. 実験概要

実験に用いた骨材の種類とマトリックスの種類を表1、表2に、使用材料を表3に示す。マトリックス強度はワーカビリティを変化させずに強度を変化させるために、セメントの一部を同程度の比表面積の石粉微粉末で容積置換して調整した。コンクリートのスランブは $8 \pm 2.5\text{cm}$ 、空気量は $5.5 \pm 1.5\%$ とし、単位粗骨材量を 350 L/m^3 、最大寸法 15mm 一定とし、含水状態は全て24時間吸水状態とした。試験項目は、圧縮、割裂引張り、曲げ、2面せん断の各種強度試験および破壊エネルギーとした。試験材齢は28日とし、養生は20水中養生とした。なお、マトリックス強度はコンクリートを練り混ぜた後、ウェットスクリーニングしたモルタルの4週圧縮強度を用いた。

3. 破壊エネルギーの測定方法

破壊靱性試験¹⁾は、 $100 \times 100 \times 400\text{mm}$ の角柱をスパン 300mm とした3点曲げ載荷で行った。角柱供試体のスパン中央には、梁の高さ $1/2$ (50mm)の切り欠きを設けた。載荷は、変位速度 0.1mm/min の変位制御によって載荷し、スパン中央における変位を、レーザー変位計により毎秒10点の割合で計測し、荷重-変位曲線を求めた。試験方法の概要を図1に示す。式1により破壊エネルギーを計算した。また、破断時変位は、荷重-変位曲線の一次微分 α が0になった時点とした。

表1 骨材種類

記号	粗骨材名称	絶乾密度	粒子形状
AL1.2	在来型軽量骨材	1.20 g/cm^3	不定形
ASL0.85	高性能軽量骨材	0.85 g/cm^3	球形
ASL1.2	高性能軽量骨材	1.20 g/cm^3	球形
TL1.8	高性能軽骨骨材	1.80 g/cm^3	球形

表2 マトリックスの種類

記号	混和材置換率 (Cv内割vol.%)	W/C (%)	S/a (%)	単位量(kg/m^3)				
				W	C	B	S	A
MC10	70	116.7	44.4	165	141	282	739	308
MC20	55	77.8	44.4	165	212	222	739	308
MC30	40	58.3	44.4	165	283	161	739	308
MC50	20	43.8	44.4	165	377	81	739	308
MC70	0	35.0	44.4	165	471	0	739	308

表3 使用材料

材料の種類	性状
セメント(C)	普通ポルトランドセメント：密度 3.16g/cm^3
混和材(B)	石灰石微粉末：密度 2.70g/cm^3 、ブレン値 $4,000\text{cm}^2/\text{g}$
細骨材(S)	小笠産陸砂：表乾密度 2.61g/cm^3 、吸水率 1.19%

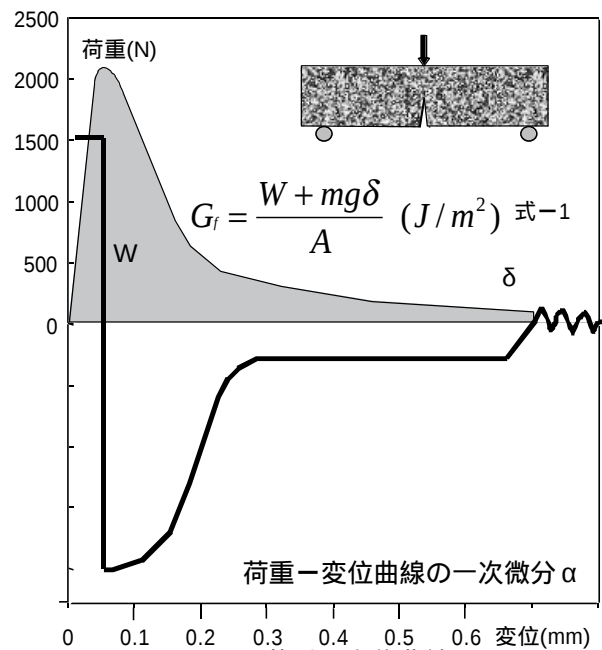


図1 荷重-変位曲線

キーワード：人工軽量粗骨材、マトリックス、破壊力学、破壊エネルギー

〒192-0397 東京都八王子市南大沢1-1、電話 0426-77-1111、fax0426-77-2772

4. 実験結果および考察

4.1 強度性状

各種強度におけるマトリックス強度とコンクリート強度の関係を図2に示す。コンクリート強度は、一般にマトリックス強度より小さく、マトリックス圧縮強度が $60 \sim 70 \text{ N/mm}^2$ の高強度の範囲では、TL1.8, ASL1.2, AL1.2, ASL0.85 の順に強度が小さくなった。この様な高強度領域では、マトリックス強度が骨材強度よりも卓越していると考えられるので、骨材強度がコンクリート強度の支配要因となっている。また、マトリックス圧縮強度が 15 N/mm^2 の低強度の範囲では、粗骨材の種類に関係なく、コンクリート強度がほぼ同じとなっている。この様な低強度領域では、骨材強度がマトリックス強度より卓越していると考えられるので、マトリックス強度がコンクリート強度を支配していると考えられる。

4.2 破壊エネルギー

破壊エネルギーとマトリックス強度の関係を図3に、荷重-変位曲線の例を図4、図5に示す。これらの図よりマトリックス強度が増加するほど、破壊エネルギーは増加する傾向が認められる。一方骨材品質については、 40 N/mm^2 以上の高強度域では、骨材強度が破壊エネルギーに影響を与えていることは推察できるが、AL1.2の低強度領域では、他のコンクリートに比べて破壊エネルギーが大きいことがわかる。AL1.2は、粗骨材の形状が角ばって不定形であるため、ひび割れの迂回が多くなり、ひび割れ面が増加するとともに、ひび割れ面の粗骨材によるかみ合いにより、ひび割れ進展の抵抗が大きいと考えられる。

5. まとめ

- (1) 軽量コンクリートの各種強度は、マトリックス強度が小さい場合には骨材強度の影響が現れないが、マトリックス強度が大きくなると、骨材強度の影響が顕著となる。
- (2) 軽量コンクリートの破壊エネルギーは、マトリックス強度および骨材強度が大きいほど大きい。低強度域において粗骨材の形状によって影響を受ける傾向が認められた。

参考文献 1) RILEM Draft Recommendation, Determination of the Fracture Energy of Mortar and Concrete by Means of Three-point Bend Tests on Notched Beams Materials and Structures. No.106.1985.

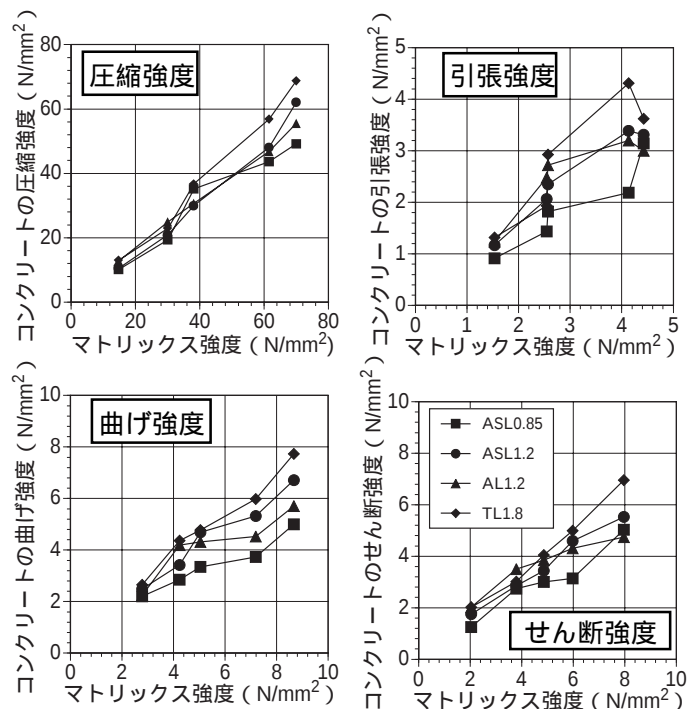


図2 マトリックス強度とコンクリート強度の関係

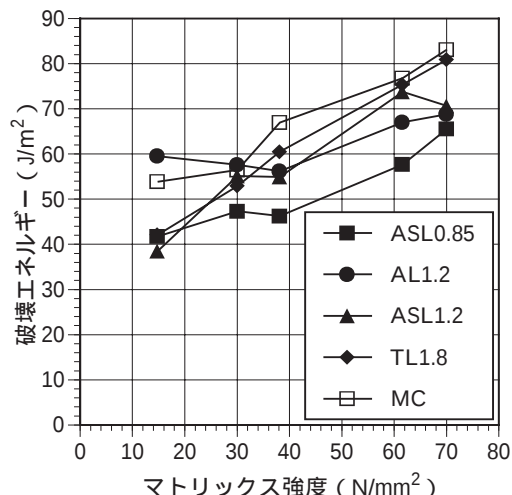


図3 マトリックス強度と破壊エネルギー

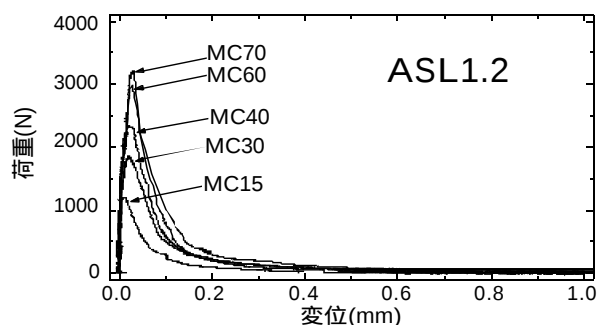


図4 荷重-変位曲線 (ASL1.2)

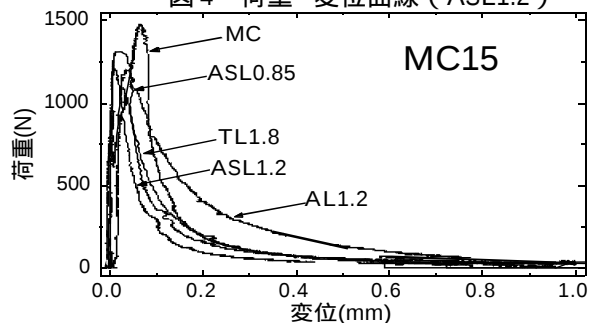


図5 荷重-変位曲線 (MC15)