

セメントの種類とコンクリートの破壊力学特性に関する実験的研究

名古屋大学 工学部 学生会員 江崎 篤
名古屋大学 工学部 正会員 二羽 淳一郎

1. はじめに

本研究は、コンクリートの破壊力学特性値に及ぼすセメントの種類の影響を実験的に検討したものである。ビーライト系セメントを用いたコンクリートは、材齢初期の低強度時においても破壊エネルギーが大きく、また早強セメントでは、材齢初期の破壊エネルギーが小さくなる傾向がある。そこで、これらのセメントを混ぜ合わせ、セメントの C_2S 含有率を変化させることで、コンクリートの破壊力学特性にどのような影響を及ぼすのかを破壊エネルギーの観点から検討する。

2. 実験の概要

硬化コンクリートの破壊エネルギーを計測し、セメントの種類がこれに及ぼす影響を明らかにすることにした。試験は、切欠きはりの3点曲げ試験により行った(図-1)。供試体寸法は、 $10 \times 10 \times 40\text{cm}$ (载荷スパン 30cm)、切欠き深さ 5cm である。切欠きは、厚さ 5.5mm の切欠き板をコンクリート打設時に供試体中央部に設置し、硬化前にそれを引き抜くことで設けた。

この試験に使用した材料は、早強セメント (比重 3.14 、 $C_2S=10.4\%$ 、 $C_3S=64.7\%$)、ビーライト系セメント (比重 3.22 、 $C_2S=55\%$ 、 $C_3S=25.7\%$)、細骨材 (比重 2.51 、 $FM=2.80$ 、吸水率 1.47%)、粗骨材 (比重 2.62 、 $FM=6.62$ 、吸水率 0.86%) である。なお、粗骨材の最大寸法は、 13mm ですべて一定である。コンクリートの配合は、表-1 に示すように、水セメント比を 50% と一定にし、セメントの種類 (早強、ビーライト系、 C_2S 含有率 20% 、 30% 、 40%) を変化したコンクリート供試体を作成し、材齢 7 日、 28 日で曲げ試験を行い、荷重-変位関係に加えて、ひび割れ幅の開口変位も計測した。

表-1 コンクリートの配合

C_2S %	W/C %	s/a %	単位量 (kg/m^3)				
			W	C	S	G	AE 剤 C×%
10.4 (早強)	50	48	170	340	845	955	0.2
20.0	50	48	170	340	845	956	0.2
30.0	50	48	170	340	845	956	0.2
40.0	50	48	170	340	846	957	0.2
55.0 (ビ-ライト)	50	48	170	340	848	959	0.2

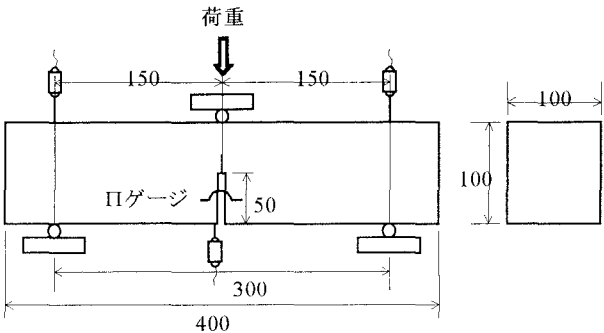


図-1 切欠きはりの3点曲げ試験 (mm)

3. 実験結果

得られた実験結果を表-2、ならびに図-2に示す。
一般に引張強度、あるいは圧縮強度が大きくなるほど破壊エネルギーは大きくなる。従って、引張強度や圧縮強度が相当に違うレベルで、破壊エネルギーの絶対値そのものを比較することは適当でないと考えられる。例えば、CEB-FIP Model Code90¹⁾では、コンクリートの破壊エネルギーはコンクリートの圧縮強度と粗骨材最大寸法の関数として式(1)で与えられている。

$$G_F = G_{F0} (f'_c / f'_{c0})^{0.7} \tag{1}$$

ただし、 G_F ：破壊エネルギー、 G_{F0} ：粗骨材最大寸法に依存する破壊エネルギーの基本値、 f'_c ：コンクリートの圧縮強度、 f'_{c0} ：定数 (10N/mm²) である。そこで、式(1)を参考にして実測されたコンクリートの破壊エネルギーを圧縮強度の 0.7 乗で補正した定数 A_0 (式(2))についても検討してみることにした²⁾。

$$A_0 = \frac{G_F}{f_c^{0.7}} \tag{2}$$

表-2 によれば材齢 7 日における破壊エネルギー- G_F と C_2S 含有率の間には明確な関係は認められなかった。そこで、ビーライト系セメントを用いたコンクリートの強度発現の程度を考慮し、式(2)により補正を行い、定数 A_0 と C_2S 含有率の関係を図-2 のように示すと、 C_2S の含有率が増加するにつれて A_0 も緩やかに増加する傾向にあることが分かった。これは、骨材界面に存在する遷移帯の減少によるものであると考えられる。

表-2 材齢 7 日のコンクリートの破壊エネルギーと A_0

C_2S %	圧縮強度 kgf/cm ²	引張強度 kgf/cm ²	G_F kgf/cm	A_0 ×10 ⁻³
10.4 (早強)	403	36.2	0.0799	1.120
20.0	362	29.1	0.0842	1.362
30.0	186	21.1	0.0560	1.444
40.0	188	19.3	0.0713	1.827
55.0 (ビ [*] -ライト)	120	18.3	0.0551	1.931

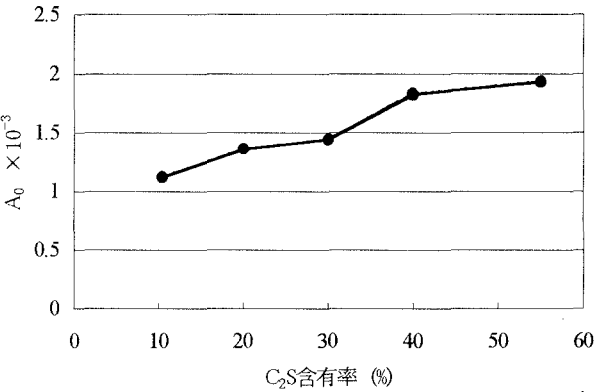


図-2 A_0 - C_2S 含有率関係 (材齢 7 日)

4. 結論

本研究で得られた結論は以下の通りである。
ビーライト系セメントを用いたコンクリートの強度発現の程度を考慮し、圧縮強度による補正を行えば、コンクリートの破壊エネルギーは、 C_2S 含有率が増加するにしたがって緩やかに増加していく傾向にある。

参考文献

1) CEB : CEB-FIP Model Code 1990, Bulletin d'Information, No.213/214, 437 pp.,1993.
2) 二羽、松尾、岡本、田邊：セメントの種類とコンクリートの破壊力学特性値に関する実験的研究, 土木学会論文集, No.550, V-33, pp.43-51, 1996.11.