

初期高温履歴と乾燥が石灰石骨材を用いた RC はりのせん断強度に及ぼす影響

広島大学 学生会員 ○西川 博貴

広島大学 正会員 半井 健一郎

1. はじめに

石灰石骨材は、収縮低減効果があり国内で豊富に産出されることから利用が増加している。しかし、石灰石コンクリートは骨材で割れやすいため、脆性的な破壊を示す。このため、コンクリートの破壊エネルギーや RC はりのせん断強度は、一般的な骨材を用いた場合と比較して低下する¹⁾が、認知が十分には進んでいない。

また、石灰石は熱膨張係数、収縮量が小さいことから、モルタルとの体積変化量の相違により自己応力が生じ、骨材周りにマイクロクラックが発生する可能性がある²⁾³⁾。たとえば、石灰石コンクリートを蒸気養生製品やマスコンクリートに適用した場合には、材齢初期の高温履歴、長期材齢では乾燥の影響を受けるため、内部にマイクロクラックが発生する可能性がある。これによってひび割れが進展しやすくなり、破壊エネルギーの低下やせん断強度の低下に繋がる可能性があると考えられるが、これまでに研究は行われていない。

そこで本研究では、高温履歴と乾燥が石灰石コンクリートの破壊エネルギーおよび RC はりのせん断強度に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

2. 試験概要

本研究で用いたコンクリートの配合を表-1に示す。コンクリートの骨材として、石灰石を細骨材および粗骨材に用いた。セメントには、粗骨材とモルタルの熱膨張係数差を大きくして高温履歴時にマイクロクラックを誘発させるために、熱膨張係数の大きい高炉 B 種セメントを用いた。養生の温度条件は屋内常温と高温履歴の 2 条件とした。高温履歴は、プレキャスト工場における蒸気養生の温度履歴を参考に、図-1に示すような設定温度を用い、材齢 1 日以降は屋内常温とした。さらに乾燥の影響を検討するため、打込み直後から封緘養生を継続した供試体とともに、

材齢 35 日から約 2 カ月間の乾燥を行った供試体を作製した。

材料試験として、中央に 50mm の切欠きを設けた角柱供試体(100×100×400mm)を用い、JCI-S-001-2003を参考にした破壊エネルギー試験を行うとともに、円柱供試体(直径 100mm×高さ 200mm)から圧縮強度と静弾性係数を、円柱供試体(直径 150mm×高さ 200mm)から引張強度を測定した。また、構造試験として、せん断補強筋のない有効高さ $d=250\text{mm}$ の RC はりを作製し、静的載荷試験を行った。RC はりの概要を図-2に示す。

表-1 コンクリートの配合表

目標値		単位量 (kg/m ³)					
スランプ (cm)	空気量 (%)	W/C (%)	s/a (%)	W	C	S	G
8±2	4.5±1.5	50	45	170	340	799	1007

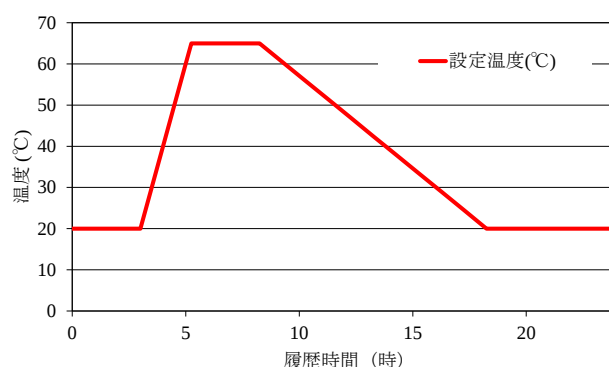


図-1 高温履歴設定温度

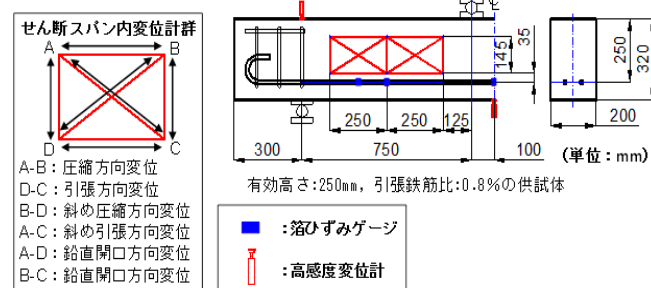


図-2 RC はりの供試体概要

キーワード 石灰石 破壊力学 せん断耐力

連絡先 〒730-0011 広島県東広島市鏡山 1-4-1 広島大学大学院工学研究科 社会基盤環境工学専攻

TEL : 082-424-7819・7828

3. 試験と考察

表-2 に RC はり載荷時の圧縮強度試験および割裂引張強度試験，図-3，4 に，破壊エネルギー試験および RC はり載荷試験の結果をそれぞれ示す。

図-3 より，常温封緘と比較した破壊エネルギーは，高温履歴封緘では 14%，常温乾燥，高温履歴乾燥ではそれぞれ 22%，29%増加した。一方，図-4 が示すように，せん断強度では養生条件による変化が小さかった。

図-5 において，封緘常温を基準としたときの各養生条件におけるせん断強度の変化を， $(d/l_{ch})^{1/3}$ ， $f_c^{1/3}$ ，破壊エネルギーと比較した。

特性長さ l_{ch} は破壊エネルギー，静弾性係数，引張強度から算出され，コンクリートの破壊の脆性度を表す指標⁴⁾であり，脆性な破壊を生じる材料ほど特性長さは小さくなる。特性長さとせん断強度の関係は，既往の研究により報告されている¹⁴⁾。川井ら¹⁾は，石灰石コンクリートを用いた実験において， $\tau_c \propto l_{ch}^{1/3}$ の関係が得られたことを報告している。

一方， $f_c^{1/3}$ は，二羽式や土木学会示方書のせん断耐力算定式において，コンクリート強度の影響を表現するものとして採用されている。

図-5 より， $f_c^{1/3}$ の変化がせん断強度の変化と類似した傾向を示しており，せん断強度の変化に強く影響したことが分かる。一方， $(d/l_{ch})^{1/3}$ の変化をみると，せん断強度と類似した傾向を示しているが，常温乾燥においてはかけ離れている。つまり，本研究では，破壊エネルギーよりも圧縮強度がせん断強度に支配的であったことが考えられる。

5. おわりに

高温履歴と乾燥を同時に石灰石コンクリートに与えても，破壊エネルギーは，変化するがせん断強度の変化は小さい。

参考文献

- 1) 川井菜緒ら：RC はりのせん断強度に及ぼす収縮および破壊エネルギーの影響，コンクリート工学年次論文集，Vol. 36, No. 2, pp. 451-456, 2014.
- 2) 南和孝ら：高温条件下のコンクリートの力学特性性質に及ぼす微視的温度応力の影響，土木学会論文集，第420号/V-13, pp. 173~180, 1990.

- 3) 篠野宏ら：コンクリートの乾燥により生じるひずみ分布と微細ひび割れ性状の評価，コンクリート工学年次論文集，Vol. 34, No. 1, pp. 454-459, 2012.
- 4) Gustafsson, P.J. and Hillerborg, A.: Sensitivity in Shear Strength of Longitudinally Reinforced Concrete Beams to Fracture Energy of Concrete, ACI Structural Journal, Vol. 85, Issue 3, pp. 286-294, 1988.

表-2 材料強度試験結果

配合名	材齢	圧縮強度 f_c (N/mm ²)	静弾性係数 E_c (kN/mm ²)	引張強度 f_t (N/mm ²)
封緘常温	43日	34.7	35.6	3.0
封緘高温履歴		35.2	35.5	3.0
乾燥常温	98日	41.9	36.8	2.7
乾燥高温履歴		41.4	36.2	3.1

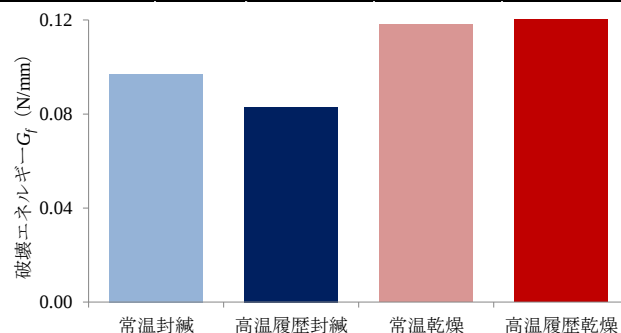


図-3 破壊エネルギー試験結果

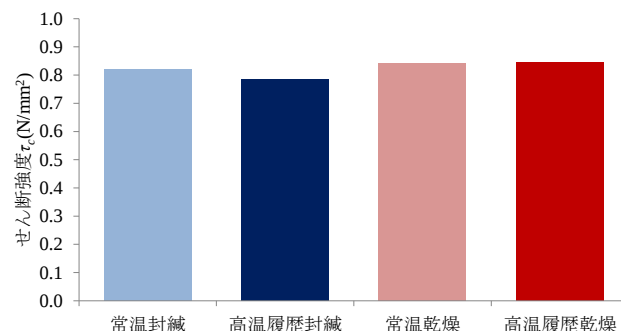


図-4 RC はり載荷試験結果

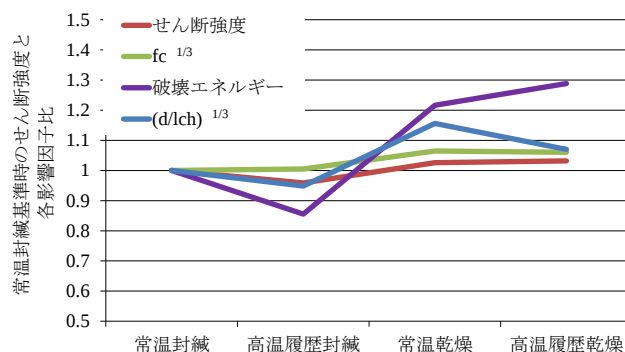


図-5 せん断強度と影響因子