

高強度及びリサイクルコンクリートの破壊エネルギーに関する実験的検討

広島大学大学院 学生会員 ○淵脇秀晃

広島大学工学部 正会員 河合研至

広島大学工学部 正会員 佐藤良一

1. はじめに

コンクリートやコンクリート構造物において断面寸法の増加に伴って強度が低下するという寸法効果が知られている。この寸法効果は設計に取り入れられ、また破壊エネルギーによる引張軟化曲線を用いて理論的に説明されている。そのため、破壊エネルギーの評価は重要であるが、高強度コンクリートおよびリサイクルコンクリートに関しては研究例が少なく、その特性は明確でない。

そこで本研究では、高強度およびリサイクルコンクリートの破壊エネルギーに関して、載荷時材齢、再生骨材および混和材料の影響を実験的に検討した。

2. 実験概要

2.1 供試体

各種コンクリートの配合について概要を表 1 に示す。

高強度コンクリートの水結合材比は 30% と 23% とし、使用する混和材料の組合せを変化させている。普通強度コンクリートは水セメント比 60% で骨材の種類を再生骨材と天然骨材(砕石)とした。

供試体は寸法を 100×100×400(mm)とし、

試験前日にはり中央にはり高さの半分までダイヤモンドカッターにて切欠きを入れた。切欠き寸法は、幅を 3(mm)、切欠き面を 100×50(mm)とした。養生方法は打設後 1 日から試験前日まで水中養生とし、材齢は高強度コンクリートが 1 日と 28 日、普通強度およびリサイクルコンクリートが 3 日と 28 日とした。

2.2 載荷方法

載荷方法は RILEM の試験方法に基づいて切欠きはりの 3 点曲げ試験とし、図 1 に示すように供試体の入替えのしやすさを考慮して変位計ホルダーフレームを用いた[1]。計測項目は、ロードセルによる荷重、変位計による載荷点直下のたわみ、クリップゲージによる切欠き開口変位である。

2.3 破壊エネルギーの算出

破壊エネルギー G_f については RILEM から推奨されている以下の式から算出した。

$$G_f = \frac{W_0 + mg\delta_0}{A_{lig}} \quad (\text{N/m}) \dots\dots\dots (1)$$

ここに、

W_0 : 荷重-変位曲線下の面積(N・m)、 m : $m=m_1+2m_2$ (kg)、 m_1 : 支点間のはりの重さ(kg)、 m_2 : 試験機に取付けられ
ておらず、破断まで供試体に載っている治具の重さ(kg)、 g : 重力加速度(m/s²)、 δ_0 : 破断時の変位(m)、 A_{lig} : 破断面
投影面積(m²)

表1 各コンクリートの配合の概要

供試体記号	水結合材比 (%)	セメントの種類	膨張材	収縮低減剤	シリカフューム
HC	30	OP	—	—	—
HC-EX	30	OP	○	—	—
HC-SRA	30	OP	—	○	—
HC-SRA-EX	30	OP	○	○	—
SHCP	23	OP	—	—	○
SHCB	23	BC	○	○	○
RC	60	OP	—	—	—
NC	60	OP	—	—	—

* OP:普通ポルトランドセメント BC:低熱セメント

* ○:添加 —:不添加

* RCには再生骨材を使用

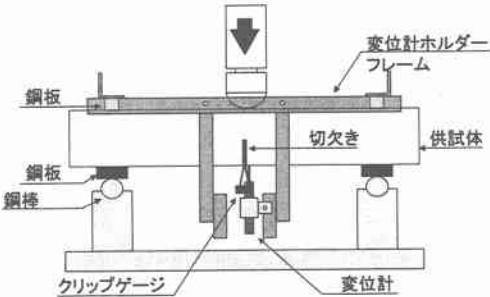


図1 載荷装置概要

である。

W_0 は、各試験で得られたデータから荷重-変位曲線の概形を崩さない程度に約20個のデータをとってそのデータの間隔で曲線下の面積を台形に分割して算出した。

3. 実験結果と考察

図2に材齢28日における普通強度コンクリートに対する各コンクリートの破壊エネルギーの比を示す。この図より高強度コンクリートの破壊エネルギーは普通強度コンクリートのそれより約15~50%大きく、リサイクルコンクリートは約15%小さいことが分かる。これは、高強度コンクリートは破壊エネルギーにばらつきがあったが強度が著しく増加したこと、リサイクルコンクリートは骨材が割れ易かったことによる。

水セメント比が破壊エネルギーに及ぼす影響を考察するため、普通強度コンクリート(NC)、高強度コンクリート(HC)、超高強度コンクリート(SHCP)の破壊エネルギーと圧縮強度の関係を図3に示す。この図より、水セメント比を減少させるにつれて破壊エネルギーは上昇しつづけるのではなく圧縮強度が 80N/mm^2 あたりで減少している。これは、水セメント比の減少によりモルタルの強度が骨材強度を上回り、より多くの骨材が破断しやすくなったため小さいうちに破断したことによる。

材齢の経過に伴う圧縮強度の変化と破壊エネルギーの変化の関係を図4に示す。この図より、圧縮強度が増加するにつれて、つまり材齢が進むにつれてほとんどのコンクリートでは破壊エネルギーは増加の傾向にあるがHC-SRAとSHCBでは破壊エネルギーが減少した。これは、材齢の変化においてひび割れが骨材を迂回して進展する傾向から骨材を破断しながら進展する傾向が大きくなったことによる。

4. 結論

以下に本研究の結論をまとめる。

- (1) 高強度コンクリートの破壊エネルギーは普通強度コンクリートのそれと比較して大きくなるが、強度に依存して上昇しつづけるとは限らない。
- (2) リサイクルコンクリートは普通強度コンクリートより骨材強度が落ちるため破壊エネルギーが小さくなる。
- (3) 収縮低減剤、低熱セメントを用いたコンクリートは材齢1日より材齢28日に骨材破断が多く見られ破壊エネルギーが減少した。

【参考文献】

- [1] 中村成春・橘高義典・三橋博三・内田裕市：コンクリートの引張軟化特性の標準試験法に関する基礎的検討，コンクリート工学論文集，Vol.10，No.1，pp.151~164，1999.1

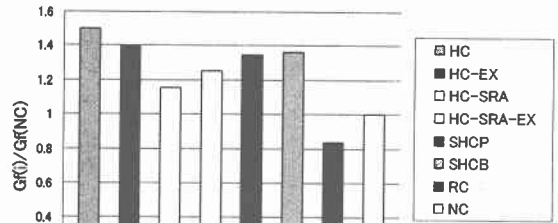


図2 NCを基準とした破壊エネルギーの比較（材齢28日）

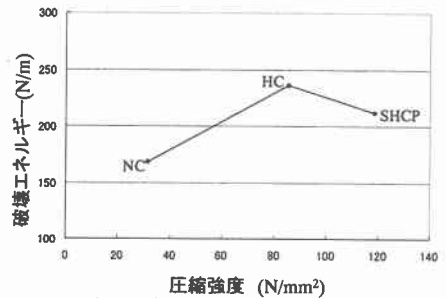


図3 破壊エネルギーと圧縮強度の関係 (NC, HC, SHCP, 材齢28日)

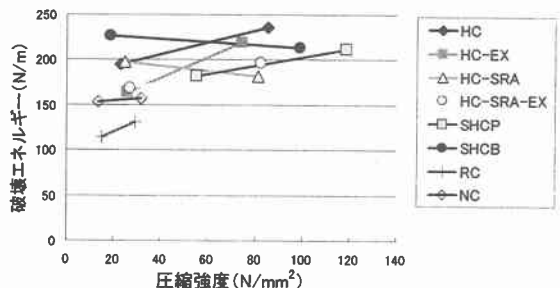


図4 破壊エネルギーと圧縮強度の関係