

# 急速荷割試験によるコンクリートの動的引張強度と供試体の寸法効果

防衛大学校建設環境工学科 学生会員 江田 智 正会員 別府万寿博 大野友則 佐藤紘志

## 1.はじめに

コンクリートに関する衝撃問題を考えるとき、動的荷重の作用に対するコンクリートの引張特性および圧縮特性の把握は重要な問題である。一般に、動的圧縮特性に関する研究報告の数に比較して動的引張特性に関する研究例は極めて少ない。本研究は、動的な引張強度特性を把握することに主眼をおき、寸法が異なる供試体を用いた急速割裂試験を行って寸法効果を調べるとともに、過去に行った急速直接一軸引張試験から求めたひずみ速度と引張強度増加率の評価式<sup>1)</sup>と急速割裂試験の結果を比較した。

## 2.試験の概要

### 2.1 急速割裂試験

急速割裂試験には、最大荷力 980kN、最大荷速度 4 m/s のサーボ制御式急速荷装置に割裂試験用治具を取付けて試験を行った。試験のパラメータは、円柱供試体の直径寸法および荷速度とした。コンクリート円柱供試体の直径は、50mm, 75mm, 100mm, および 150mm である。また、供試体の長さは直径の 2 倍とした。荷速度は、静的、低速(0.1m/s)、中速(1.0m/s)、および、高速(4.0m/s)の 4 種類である。各荷ごとにそれぞれ 3 体ずつ計 48 体試験を行った。供試体に用いたコンクリートは水セメント比 55%、強度は 38.5MPa であった。

### 2.2 急速直接一軸引張試験

急速直接一軸引張試験は、最大荷 490kN、最大荷速度 4m/s の急速荷装置を用い、供試体の両端をエポキシ系の接着剤で鋼製治具と接着し試験を行った。供試体の寸法は、直径 71.4mm, 長さ 150mm である。供試体に用いたコンクリートは水セメント比 65%、強度は 32.1MPa であった。この試験の結果に基づいてひずみ速度と引張強度増加率の評価式を式-2 に示すように求めた。

$\dot{\epsilon} = 7.22 \times 10^{-2}$  (1/sec) に対して

$$\frac{f_{td}}{f_{ts}} = \left( \frac{\dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}_s} \right)^{0.0371}$$

$\dot{\epsilon} = 7.22 \times 10^{-2}$  (1/sec) に対して

$$\frac{f_{td}}{f_{ts}} = 0.0433 \left( \frac{\dot{\epsilon}}{\dot{\epsilon}_s} \right)^{0.3363} \quad (2)$$

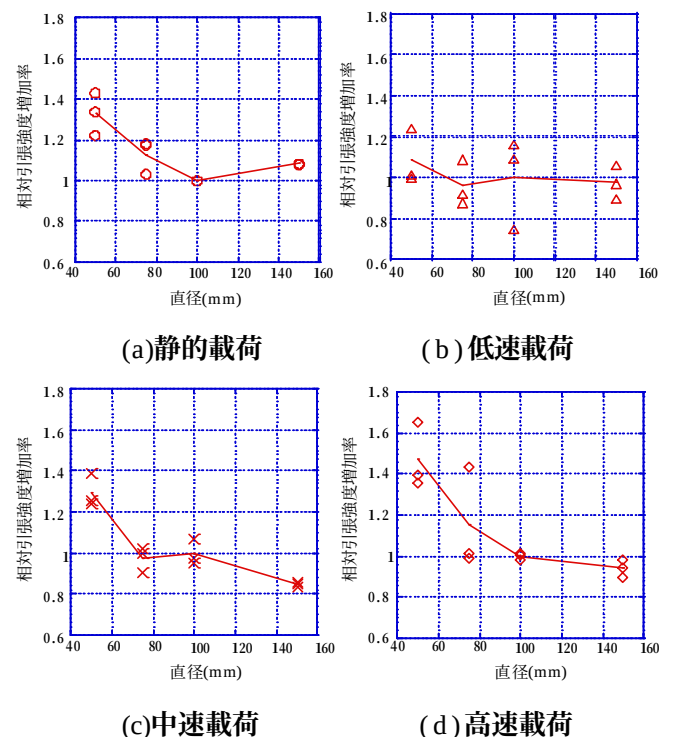


図-1 動的割裂試験における寸法効果

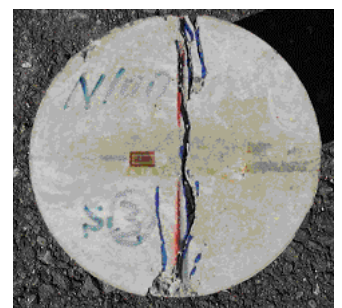
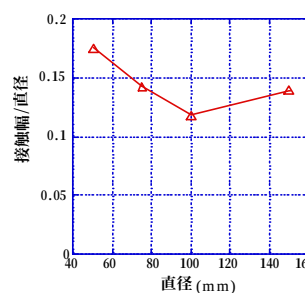


図-2 寸法による接触幅の変化 写真-1 静的荷(150mm)

キーワード：急速荷割試験 ひずみ速度効果 動的引張強度 寸法効果

連絡先；〒238-8686 神奈川県横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL0468-41-3810(3521)

$\dot{\epsilon}_s$  ; 静的载荷のひずみ速度  $2.0 \times 10^{-6} (1/sec)$   
 $\dot{\epsilon}$  ; 急速载荷のひずみ速度  
 $f_{ts}$  ; 静的引張強度 MPa  
 $f_{td}$  ; ひずみ速度  $\dot{\epsilon}$  で载荷した引張強度 MPa

### 3. 試験の結果

#### 3.1 動的割裂試験の寸法効果

各载荷速度および、各直径毎に、各供試体に対して得られた引張強度を直径 100mm 供試体における引張強度で除した値を図-1 に示す。これから、静的载荷の場合は、直径 100mm までは寸法の増大に伴い、強度が低下していることから寸法効果が確認できる。しかし、直径 150mm は、直径 100mm に比べて引張強度がやや大きくなっている。そこで、静的試験における供試体の接触幅/直径の関係を調べると図-2 のようになる。これは、静的载荷の結果と傾向が一致している。この相対的な接触幅(接触幅/直径)が異なることにより供試体のひずみ、応力状態、拘束効果が異なり、引張強度が変化するとも考えられる。また、写真-1 の静的载荷時のひび割れの状態を見てみると、载荷点付近のひび割れは、供試体の中心に進展していないことがわかる。次に低速、中速、高速载荷の場合は、供試体の寸法の増大に伴い、引張強度が低下する傾向が静的载荷の場合より明確でない。そこで、図-3 の中速载荷時の破壊時のひび割れの状態をみると、直径 150mm は静的载荷と同様で载荷点付近のひび割れは、供試体の中心に進展していない。しかし、直径 75mm, 100mm では载荷点付近のひび割れが複数発生し、破壊したひび割れに連結している。さらに、直径 50mm は、载荷軸方向に生じたひび割れが連結した時には供試体下部に破壊が進んでいる。これらから、動的载荷の場合は、供試体の寸法が小さく、载荷速度が大きいほど、接触幅の影響などでひび割れの形成、進展などが寸法効果に複雑に影響していると考えられる。

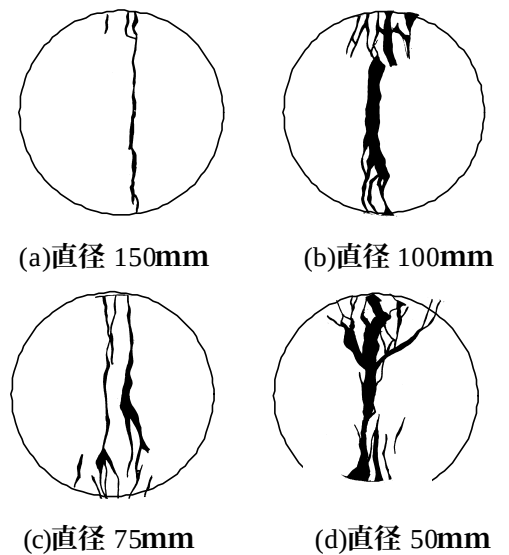


図-3 中速载荷の破壊状況

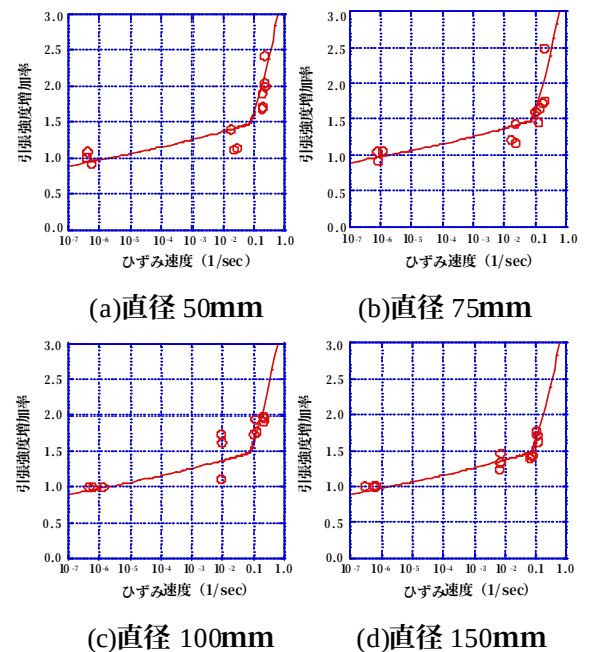


図-4 割裂強度の増加率

#### 3.2 一軸引張試験と割裂試験のひずみ速度効果の比較

直接一軸引張試験結果から得た、式 (2) と急速割裂試験結果をひずみ速度と引張強度増加率の関係で図-4 に示す。急速割裂試験結果と式(2)のひずみ速度～引張強度の増加率の関係が一致していることがわかる。ただし、载荷速度が大きくなり寸法が小さくなるとばらつきが顕著になるため、4 種類の直径の中でも、直径 100mm, 150mm の結果に対して式(2)の適合性が良い。よって割裂試験で引張強度増加率を評価するには、直径 100mm～150mm 以上の大きな供試体を用いる必要があると考えられる。

### 4. まとめ

- (1) 静的载荷時の寸法効果は、直径 50mm から 100mm まで顕著に現れる。動的载荷の場合、载荷速度が大きく、寸法が小さいとばらつきが大きくなる。
- (2) 急速直接一軸試験の引張強度増加率の評価式は、急速割裂試験の結果にも適用できる。

参考文献 1) 藤掛一典, 山根茂樹, 大野友則, 水野淳, 鈴木篤: 急速一軸引張試験においてコンクリート円柱供試体の高さ寸法の違いが引張特性に及ぼす影響, 土木学会論文集, No.592/V -39, pp.83-95, 1998.5