

急速割裂引張試験における円柱供試体の寸法の相違が引張強度に及ぼす影響

防衛大学校 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

衝撃のような載荷速度が大きい荷重の作用を受ける鉄筋コンクリート構造物の安全性を調べ、耐衝撃設計法を確立するためには、その構成材料であるコンクリートの動的力学特性を調べる事が重要である。その中でも衝撃荷重を受ける鉄筋コンクリート構造物に発生するひび割れ、付着・せん断破壊、裏面剥離などの現象においては、コンクリートの引張特性が重要な因子として挙げられている。本研究は割裂試験による引張強度評価に着目し、長さおよび直径の異なる円柱供試体を用いた急速割裂試験を行って、これらの寸法が引張強度におよぼす影響について調べたものである。

2. 試験の概要

本試験は、最大載荷力 980 kN、最大載荷速度 4m/s のサーボ制御式急速載荷装置に割裂試験用治具を取付けて行った。試験は長さを変化させた 2 ケースを行った。まず、ケース 1 は直径を 100mm に固定し、長さを 100mm、200mm の 2 種類に変化させたものである。載荷速度については静的、高速（載荷速度 4m/s）の 2 種類とした。次にケース 2 では長さとし、直径を 50mm、75mm、100mm および 150mm の 4 種類、載荷速度については静的および低速、中速、高速（各載荷速度は 0.1m/s、1m/s、4m/s）の 4 種類とした。ケース 1 に用いたコンクリートは水セメント比 66%、圧縮強度 24.1Mpa、ケース 2 に用いたコンクリートは水セメント比 55%、圧縮強度 38.5Mpa である。また、測定項目は荷重とひずみである。ひずみは供試体中央において載荷軸直交方向を計測した。

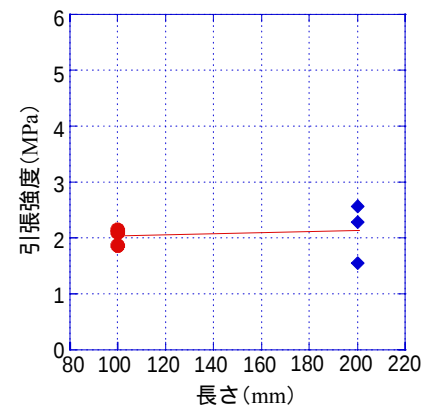
2. 試験の結果

2.1 供試体の長さが引張強度に及ぼす影響

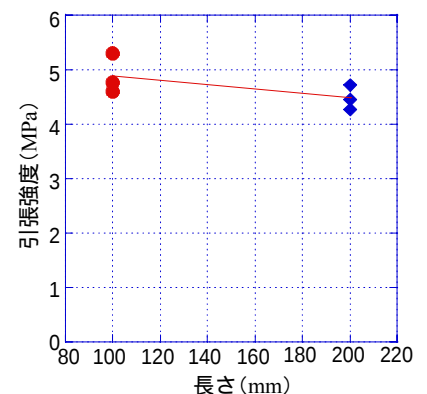
ケース 1 における引張強度～長さ関係を図-1 に示す。図-1 (a) より静的載荷の場合は、長さが変化しても引張強度はほぼ一定であることがわかる。一方、高速載荷の場合は、長さ 100mm の引張強度の方が 200mm より大きい。この原因は、引張強度増加率（あるひずみ速度の引張強度を静的な引張強度で除した値）の観点から図-2 により説明できる。図には本試験結果と藤掛ら¹⁾が急速一軸引張試験から求めた評価式を重ねて示している。これより、本試験の結果は、評価式とほぼ一致しており、また、載荷速度が同じであってもひずみ速度が異なっていることがわかる。引張強度増加率は、ひずみ速度 0.1 (1/sec) 付近で急激に増加することから、ひずみ速度が小さい静的な場合にはひずみ速度の相違が引張強度にあまり影響しないが、高ひずみ速度下ではひずみ速度の相違が引張強度に大きく影響したと考えられる。このことから、高速載荷における引張強度の差は供試体の長さに影響を受けたひずみ速度の相違によるものと考えられる。

2.2 供試体の直径・長さが引張強度に及ぼす影響

ケース 2 における引張強度～直径関係を載荷速度毎に図-3 に示す。これより、静的載荷の場合は、直径 100mm までは直径の増大に伴い強度が低下するという寸法の効果が確認できる。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。ここで、静的試験における供試体の載荷盤と供試体の接触幅を直径で除した値（無次元接触幅）と直径の関係を図-4



(a) 静的載荷



(b) 高速載荷

図-1 引張強度～長さ寸法関係

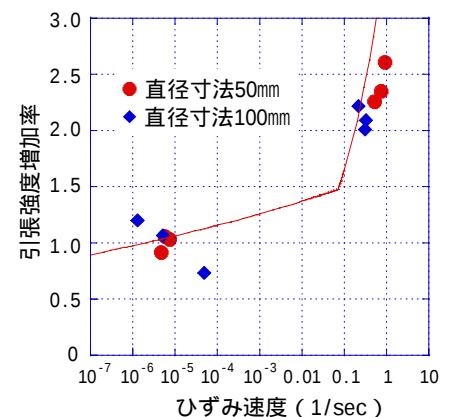


図-2 引張強度増加率～ひずみ速度関係

キーワード；急速割裂試験 動的引張強度 寸法効果 円柱供試体

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

046-841-3810

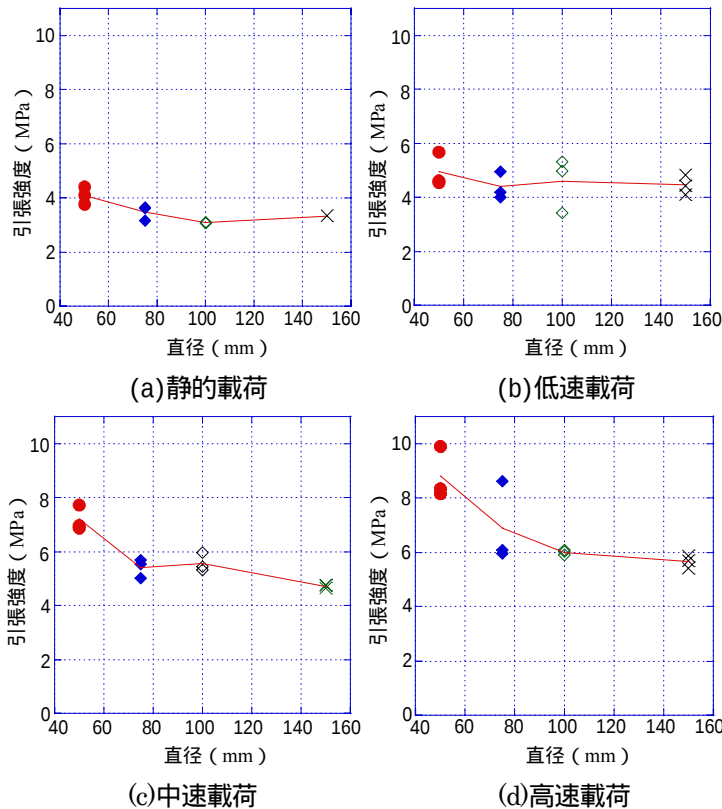


図-3 引張強度～直径寸法関係

に示す．これより，直径の変化に対する無次元接触幅と引張強度の増減（図-3(a)）との傾向は同じであることがわかる．このことから，無次元接触幅が異なることにより供試体の応力状態や拘束効果が異なり，引張強度が変化すると考えられる．次に，静的载荷と低速，中速および高速载荷を比較すると，载荷速度が大きくなるにつれて寸法の影響が顕著になっている．ここで，中速载荷時の破壊時のひび割れの状態（図-5）をみると，直径 150mm は写真-1 に示す静的载荷と同じような破壊性状を示しており，载荷点付近のひび割れの中には，供試体の中心に進展していないものがある．一方，直径 75mm，100mm では载荷点付近にひび割れが複数発生して連結し，さらに直径 50mm では，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の破壊が進んでいる．また，図-6 に低速，中速载荷時の引張強度増加率～ひずみ速度関係を示す．これより，各载荷速度ともに直径が小さくなるにしたがいひずみ速度は大きくなっている．したがって，引張強度増加率が急増するひずみ速度 0.1 (1/sec) を超える载荷速度の場合には，ひずみ速度の影響が著しいことが考えられる．以上より，直径の相違により無次元接触幅やひずみ速度が変化し，拘束効果やひずみ速度効果が引張強度に複雑に影響していると考えられる．

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.59/2 -39，pp.83-95，1998.5

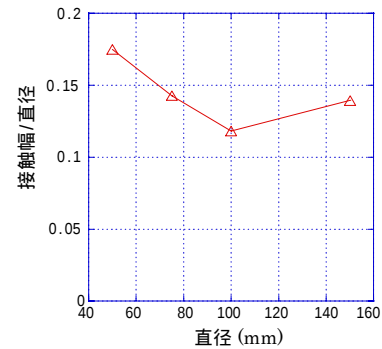


図-4 接触幅/直径～直径関係

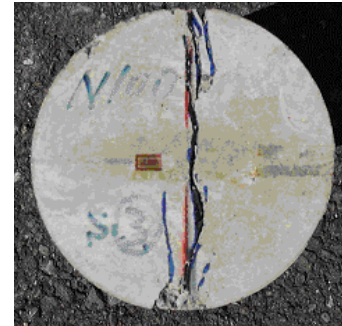


写真-1 静的载荷(150mm)

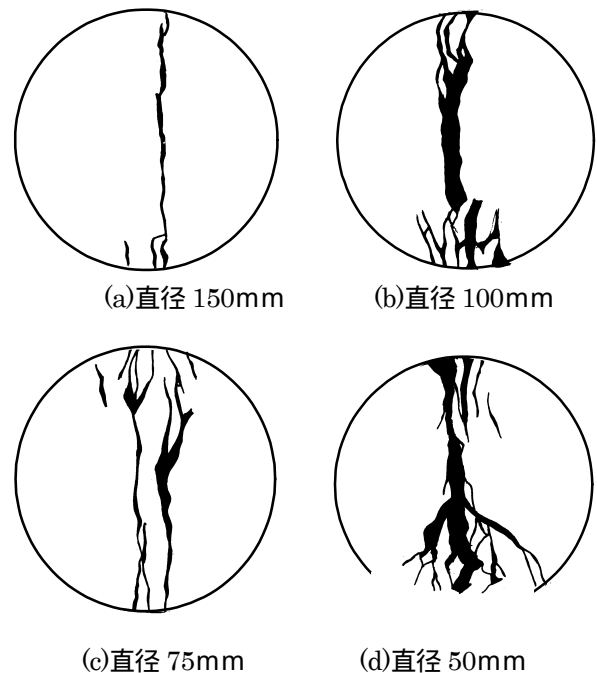


図-5 中速载荷における破壊状況

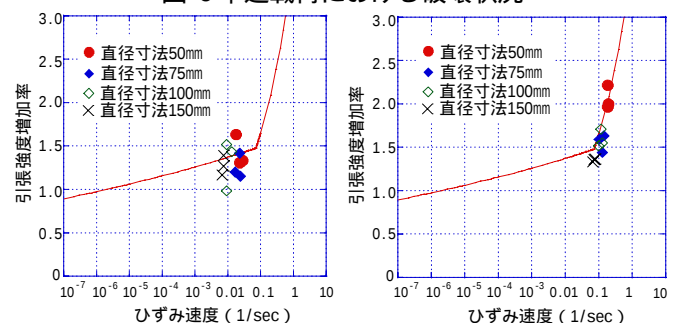


図-6 引張強度～ひずみ速度関係