

破壊エネルギー評価によるコンクリートの動的軟化特性に関する研究

防衛大学校	学生会員	篠崎敬一	防衛大学校	正会員	藤掛一典
防衛大学校	学生会員	山根茂樹	防衛大学校	正会員	大野友則

1. はじめに

衝撃荷重を受けるコンクリート構造物の挙動や破壊メカニズムを解明するためには、その主構成材料であるコンクリートの急速載荷による高ひずみ速度下における動的特性を定性的・定量的に把握することが重要である。

これまでに、急速圧縮载荷を受けるコンクリートの動的特性に関する研究は、数多く行われてきている。しかしながら、既往のほとんどの研究ではプレピーク領域における応力-ひずみ関係に代表される動的特性の把握に重点が置かれ、ポストピークの軟化領域における動的挙動については未だ解明されていない。

そこで本研究では、供試体の長さ寸法、供試体材端の拘束条件および載荷速度をパラメータとする急速一軸圧縮試験を行い、これらのパラメータが軟化挙動に及ぼす影響を調べている。

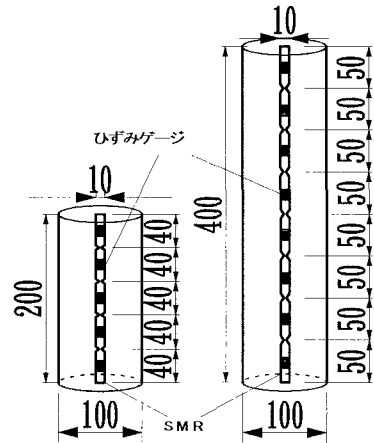


図-1 供試体概略図

2. 実験概要

供試体は、スランプフロー 67.5cm, 空気量 4.0%の高流動コンクリートを用いた。実験は、供試体の長さ寸法、載荷速度、および材端の拘束条件をパラメータとした。コンクリート円柱供試体は、直径を一定(100mm)とし、長さ200mm (H200)、400mm (H400)の2種類を準備した。載荷速度については、静的(0.2MPa/sec)、低速(185MPa/sec)、中速(7.5×10^3 MPa/sec)、高速(3.5×10^4 MPa/sec)の4種類である。()内の値は載荷速度の概略の目安である。材端の拘束条件については、供試体を直接鋼製の載荷棒に接触させて行う場合(NP)と供試体と鋼製の載荷棒の間に端面摩擦を極力小さくする目的から2枚のテフロンシート

(厚さ 0.05mm)の間にシリコングリースを塗布したテフロンパッドを挿入して行う場合(TP)の2種類である。ただし、テフロンパッドの有無による材端の影響については、供試体長さ 200mmのもののみ行った。本研究では、供試体の局所ひずみおよび全体切り欠きを入れて異形加工したアクリル棒(直径 10mm)にひずみ計(Rod: SMR)を、円柱供試体中心部に配置した。図-1に供試体

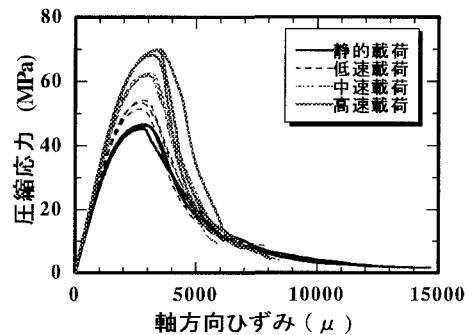


図-2 各載荷速度における圧縮応力-ひずみ関係 (H200NP)

3. 実験で得られた応力-ひずみ関係

本実験で得られた H200NP の各载荷速度における応力-平均ひずみ関係を図-2に、高速载荷における供試体の長さ寸法および材端の拘束条件の違いによる応力-平均ひずみ関係を図-3に示す。これから、最大

キーワード: 急速一軸圧縮载荷, 動的軟化, 破壊エネルギー

連絡先 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校 土木工学教室 TEL 0468(41)3810 FAX 0468(44)5913

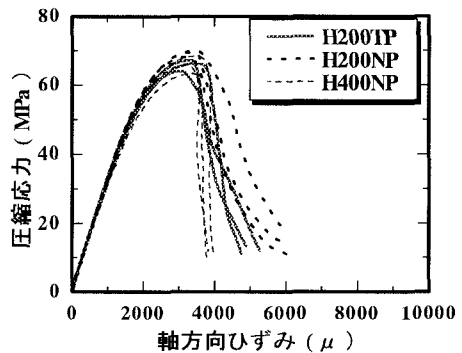
応力以降の軟化領域における応力－平均ひずみ曲線の軟化勾配は、載荷速度が大きくなるほど、供試体の長さ寸法が大きくなるほど、端面での摩擦が小さくなるほど急になる傾向を示すといえる。

4. 破壊エネルギーによる動的軟化挙動の検討

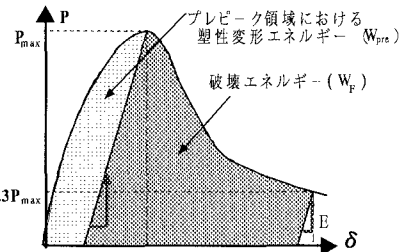
ここでは、以下に示す破壊エネルギーの考え方をを用いて、各パラメータが軟化挙動に及ぼす影響を定量的に評価することを試みる。

図－4に示すように、実験で得られた荷重(P)－全体変形(δ)関係において、各荷重点での除荷は初期剛性と同じ勾配を有する直線で行われるものと仮定して、最大圧縮荷重までに消費される塑性変形エネルギーを W_{pre} とする。また、最大圧縮荷重以降の軟化領域における荷重が最大圧縮荷重の 30%に低下したときの変位を終局として、それまでに消費された塑性変形エネルギーを破壊エネルギー W_F と定義する。

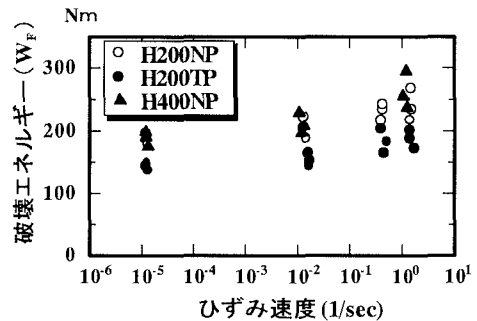
図－5に、全シリーズの破壊エネルギーとひずみ速度の関係を示す。この図から、供試体の材端での拘束条件が同じで供試体の長さが異なる H200NP と H400NP シリーズの破壊エネルギーは同一速度レベルでは、ほぼ同程度の値をとることが認められる。すなわち、同一載荷速度で急速載荷した場合、材端の拘束条件が同じであれば、供試体の長さの違いによらず破壊領域（ひずみの局所化領域）で消費される破壊エネルギーは、一定値をとるものと考えられる。図－6に、 W_{pre} を供試体容積 (V) で割った単位体積当りの塑性変形エネルギー (W_{pre}/V) とひずみ速度の関係を示す。この図から、プレピークの単位体積当りの塑性変形エネルギーは供試体の長さや材端の拘束条件によらずに同一ひずみ速度レベルではほぼ同程度の値を取ることが認められる。プレピークの塑性変形エネルギーは、微細なひび割れ（マイクロクラック）の発生・累積によって、最大圧縮荷重までに消費されるエネルギーを意味している。すべての実験シリーズでプレピークの単位体積当りの塑性変形エネルギーが同一載荷速度下では同程度の値をとることから、同一載荷速度に対しては、供試体の長さや材端の拘束条件にかかわらず供試体は最大圧縮荷重までに微細ひび割れの発生・累積によってほぼ均等に内部損傷を受けていると考えられる。



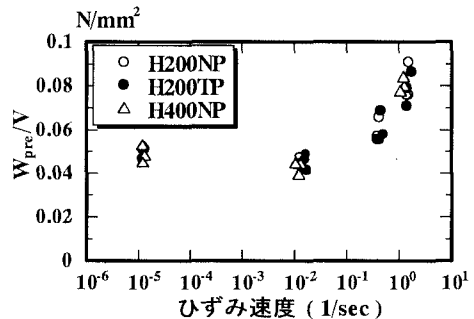
図－3 高速載荷における全ケースの応力－平均ひずみ関係



図－4 破壊エネルギーの定義



図－5 全シリーズの破壊エネルギーとひずみ速度の関係



図－6 全シリーズの単位体積当りのプレピークのエネルギーとひずみ速度関係