

I-122 横拘束を受けるコンクリート円柱供試体の動力学特性に関する実験的研究

防衛大学校 学生員 丸山貴司
 " 正 員 高橋芳彦
 " " 内田 孝

1. はじめに

衝撃荷重を受ける鉄筋コンクリート部材(以下、RC部材)の耐衝撃性能を終局限界状態までのエネルギー吸収容量を指標として評価する方法が提案されている¹⁾。衝撃荷重を受けるRC部材の終局限界エネルギー吸収容量を把握するためには、終局変位量などを明確にする必要がある。一方、RC部材の終局変位量に対し、主鉄筋、腹鉄筋および帯鉄筋などによる圧縮部コンクリートの拘束が影響するといわれている²⁾が、高速載荷時の拘束効果に関する研究はあまり行なわれていない。そこで本研究は、横拘束鉄筋をモデル化した鋼管を用いたコンクリート円柱供試体の高速一軸圧縮載荷実験を行ない、横拘束を受けるコンクリート円柱供試体の動力学特性について調べた。すなわち、横拘束を受けるコンクリート円柱供試体の①破壊形態、②応力～ひずみ曲線、③圧縮強度、および④最大応力時のひずみにおよぼす載荷速度の影響を明らかにした。

2. 実験概要

供試体は、図-1に示すような拘束を受けないType 1、横拘束鉄筋をモデル化した一般構造用炭素鋼管(材質STK41, 外径89mm, 肉厚3.2mm, 幅10mm)を3本および4本配置したType 2, Type 3の3種類とした。鋼管1本の断面積は異形鉄筋D6に相当する。なお、コンクリートの最大粗骨材寸法は15mmとした。

載荷方法は、それぞれのTypeの供試体について載荷速度(ひずみ速度)を、静的(約 10^{-6} /sec)、低速(約 10^{-2} /sec)および高速(約 10^0 /sec)の3種類

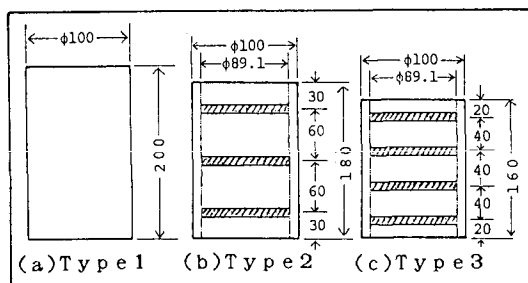


図-1 供試体の形状寸法

に変化させて行なった。載荷装置は、静的載荷についてはアムスラー型圧縮試験機を、また低速および高速載荷については高速変形負荷装置¹⁾を用いた。

3. 実験結果および考察

(1) 破壊形態 横拘束を受けないType 1は、各載荷速度とも中央部を境として上下に円錐形の破壊面を形成する通常の破壊形態を示した。これに対し、横拘束を受けるType 2およびType 3は、載荷速度にかかわらず鋼管で拘束を受けていない部分に円錐形または斜めの破壊面を形成する破壊形態を示した。なお静的載荷の場合、破壊は拘束を受けていない各部分にほぼ均等に進行するのに対し、低速および高速載荷の場合は載荷面側から破壊が進行する傾向が認められた。

(2) 応力～ひずみ曲線 図-2にType 1～Type 3の応力～ひずみ曲線を示す。ひずみは載荷点変位を供試体長で除した値である。図から、各Typeともに載荷速度の増大にともないひずみ速度効果により弾性係数および圧縮強度が増大していることがわかる。これに対し、最大応力時のひずみは載荷速度の増大にともない減少する傾向にある。これは、ひずみ速度効果による圧縮強度の増大よりも弾性係数の増大の影響が大きいためである。

また、最大応力以降の応力の下降域の曲線形状は横拘束を受けないType 1の場合、載荷速度の違いによる顕著な相違は認められない。ところが、横拘束を受けるType 2およびType 3の場合、静的載荷での応力の低下は線形的で緩やかであるのに対し、低速および高速載荷では、静的載荷での応力付近まで応力は急激に減少し、その後は静的載荷とほぼ同じような形状を示す。このことより、最大応力以降の応力～ひずみ曲線に対しひずみ速度効果の影響は小さいものと推察される。

(3) 圧縮強度 図-3に各Typeの圧縮強度とひずみ速度の関係を示す。

図から、各Typeともひずみ速度の増大にともなう圧縮強度の増加量はほぼ一定であり、また各ひずみ速度における拘束効果による圧縮強度の増加量もほぼ一定であることがわかる。すなわち本実験の範囲においては、横拘束を受けるコンクリート円柱供試体の高速載荷時の圧縮強度の増加量は、横拘束を受けないコンクリートのひずみ速度効果による圧縮強度の増加量と拘束効果による圧縮強度の増加量との和で推定できるものと考えられる。

(4) 最大応力時のひずみ 図-4に各Typeの最大応力時のひずみ変化率（ $\varepsilon_{co}/s\varepsilon_{co}$ ）とひずみ速度の関係を示す。最大応力時のひずみ変化率とは各載荷速度での最大応力時のひずみ（ ε_{co} ）を静的載荷での最大応力時のひずみ（ $s\varepsilon_{co}$ ）で除した値である。図-4から、各Typeともひずみ速度の増大にともなう最大応力時のひずみの変化率はほぼ等しく、ひずみ速度の増大にともなう最大応力時のひずみの変化率に対し横拘束の影響はほとんどないことが認められる。

4. まとめ

本研究で得られた成果を要約すると以下ようになる。

- ① 横拘束を受ける場合、破壊は拘束されていない部分に集中する。特に、載荷速度が大きい場合は載荷面側の拘束されていない部分に破壊が集中する傾向にある。
- ② 各Typeとも載荷速度の増大にともない、弾性係数および圧縮強度は増大する。
- ③ 最大応力以降の応力～ひずみ曲線におよぼす載荷速度の影響は小さい。
- ④ 横拘束を受ける供試体の圧縮強度は、ひずみ速度効果による強度の上昇および拘束効果による強度の上昇が互いに独立してその効果を発揮する。
- ⑤ 載荷速度の増大にともなう最大応力時のひずみの減少率に対し、横拘束の影響はほとんどない。

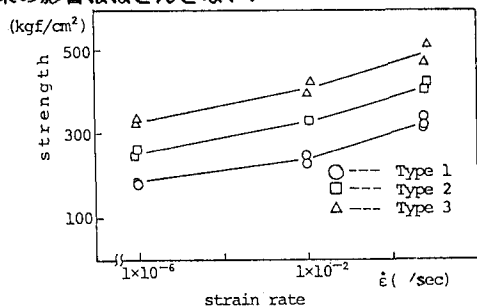


図-3 圧縮強度～ひずみ速度関係

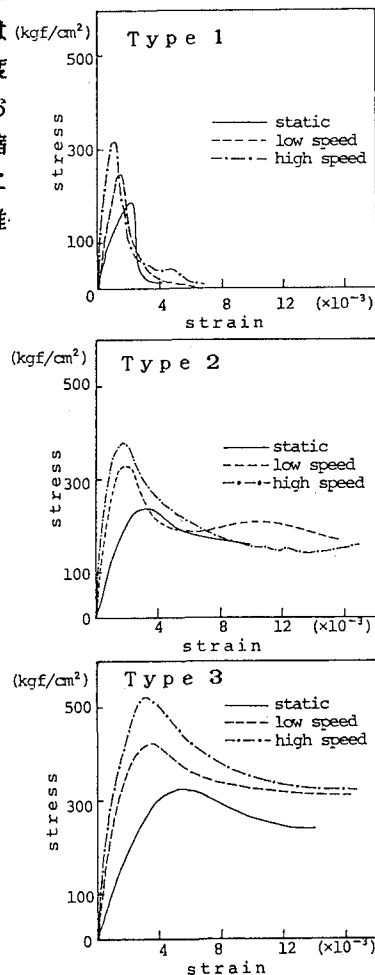


図-2 応力～ひずみ曲線

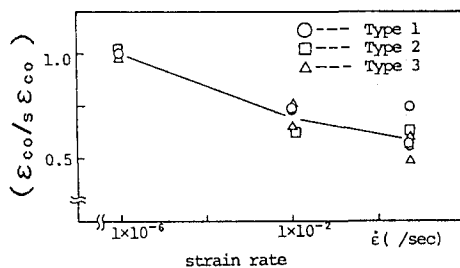


図-4 最大応力時のひずみ変化率～ひずみ速度関係

- 1) 高橋, 辻本, 山田, 大野, 内田: 高速載荷を受けるRC部材の終局限界性能に関する実験的研究, コンクリート構造物の靱性とその評価法に関するコロキウム論文集, 1988年3月, pp. II-163～II-172
- 2) 小阪, 谷川, 畑中: 構成モデルに基づく各種横拘束コンクリートの圧縮靱性の統一評価, 第8回コンクリート工学年次講演会論文集, 1986, pp.365～368