防衛大学校 学生会員 江田 智 正会員 別府万寿博 藤掛一典 大野友則

## 1. はじめに

コンクリートの強度特性は,載荷速度に大きく影響を受けること(ひずみ速度効果)がわかっている.ま た,試験に用いる供試体寸法が大きくなると圧縮強度が低下する現象(寸法効果)が存在することも報告さ れている.したがって,動的載荷試験においては,コンクリート円柱供試体の寸法の大きさによって,得ら れる強度特性はひずみ速度効果と寸法効果の影響を同時に受けることになる.本研究は,載荷速度,コンク リート強度および供試体寸法をパラメータとする急速一軸圧縮試験を行い,供試体寸法がコンクリートの動 的圧縮強度に及ぼす影響を調べ,定性的および定量的に評価することを目的としている.

## 2. 試験概要

## 2.1 試験パラメータ

コンクリート供試体の設計圧縮強度は  $100 \times 200 (\text{nm})$ の供試体を基準として 2 種類で,それぞれ普通強度 ( $f'_c$ =39.3(N/mm<sup>2</sup>)) と高強度 ( $f'_c$ =77.7 (N/mm<sup>2</sup>))である.供試体寸法は,試験装置の 最大載荷能力の制約から普通強度シリーズが  $50 \times 100 (\text{nm})$ ,  $100 \times 200 (\text{nm})$ および  $125 \times 250 (\text{nm})$ の3 種類のものを,高強度シ リーズは  $50 \times 100 (\text{nm})$ ,  $100 \times 200 (\text{nm})$ の2 種類のものを準備 した.載荷速度は,静的( $\dot{e}$ =1.2 ×  $10^5$  (1/sec))および高速( $\dot{e}$ =2.0 ×  $10^0$  (1/sec))の2 種類である.試験は,それぞれのケースに対し て3回(全試験数:30回)行っている.

## 2.2 供試体

本実験で使用したコンクリートの配合を,表-1 に示す.供試体 は,打設後1日でキャッピング,脱型した後水中養生を14日間行 い,その後は試験室内にて気中養生を行った.試験は材令63日目 から2日間で行った.

2.3 試験方法

急速一軸圧縮試験は,サーボ制御式急速載荷装置(最大載荷力 980kN,最大載荷速度4m/sec)を用いて行っている.本試験におけ る計測項目は,供試体に作用する荷重ならびに供試体の軸方向の変 形量である.供試体の軸方向のひずみは,供試体の中央位置に貼付 した2枚のひずみゲージ(ゲージ長60mm)で計測している.



(a) 静的載荷



(b)高速載荷

図-1 応力~ひずみ関係(普通強度)

表-1 コンクリートの配合

呼称	粗骨材の 最大寸法 (mm)	水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )						
				水	セメント	細骨材	粗骨材	シリカフューム	AE減水剤	高性能 AE 減水剤
普通強度	10	55	55	205	373	894	748		640cc/m <sup>3</sup>	
高強度	10	30	55	151	566	891	751	129		$14 \text{cc/m}^3$

キーワード:動的載荷試験,コンクリート,寸法効果

〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 防衛大学校建設環境工学科 TEL:0468-41-3810 FAX:0468-44-5913



図-2 応力~ひずみ関係(高強度)

3. 試験結果および考察

普通強度および高強度シリーズの各シリーズにおいて,静的ならび に高速載荷で得られた代表的な応力~ひずみ関係を図-1,2 に示す. 図より,普通強度シリーズにおいては,最大圧縮応力の70~80%程度 で非線形挙動を示すのに対して,高強度シリーズではほぼ直線的な脆 性的挙動を示している.また,供試体寸法が応力~ひずみ関係に及ぼ す影響は,静的載荷に比べて高速載荷の方が大きい傾向にあることが わかる.

3.1 静的試験における寸法効果特性

確率・統計理論に基づいて提案された谷川らによる評価式を適用し, 静的試験結果の寸法効果について検討する.

(1)

$$\frac{f_{cs}^{'}}{f_{co}^{'}} = \left(\frac{V}{V_o}\right)^{-\frac{1}{b+1}}$$

ここで,  $f_{cs}^{'}$ :静的圧縮強度,  $f_{co}^{'}$ :基準となる供試体(100×200) の静的圧縮強度, V:供試体の体積,  $V_{o}$ :基準となる供試体(100×200)の体積,  $\beta$ :材料定数

図-3 に,静的載荷試験で得られた圧縮強度比~体積比関係を谷川 (=20)および永松(=27)の式と併せて示している.図より,普通強 度の試験結果は谷川および永松の式と大体一致している.一方,高強 度の試験結果は,既往の式に比べ体積比の増加に伴う強度の減少を 9%程度小さめに評価している.式(1)の材料定数 を本試験結果に対 して調べたところ,普通強度では =24,高強度では =12 でほぼ適 合した.

3.2 寸法効果の影響を考慮した動的一軸圧縮強度増加率の定式化

ひずみ速度効果ならびに寸法効果を同時に考慮した動的一軸圧縮強 度の増加率の定式化を試みた.すなわち,ひずみ速度効果に関しては <sup>増加率</sup> 藤掛による提案式を,寸法効果に関しては式(1)を用い,両者を組合わせることで次式を導いた.



図-3 圧縮強度比~体積比関係



(a)普通強度



(b)高強度 図-4 寸法効果を考慮した圧縮強度の 増加率

$$\int_{cd} - \int_{cs} \left( \frac{\dot{e}_s}{\dot{e}_s} \right)$$
 自過强度:  $u = 0.0032 \left( \frac{1}{V_0} \right)^{+0.0033}$  問强度:  $u = 0.0041 \left( \frac{1}{V_0} \right)^{+0.0033}$  (2)

ここで, $\mathbf{\epsilon}_{s}$ は静的載荷のひずみ速度 [ $1.2 \times 10^{-3}$  (1/sec)], $\dot{e}$ は急速載荷時のひずみ速度(1/sec), $f_{cs}$ は静的 載荷時の寸法効果を考慮した圧縮強度, $f_{cd}^{'}$ は寸法効果を考慮した動的圧縮強度である.

式(2)による算定値を試験結果とともに,図-4 に示す.本試験の範囲内においては,動的圧縮強度の増加率 とひずみ速度の関係は提案式を用いて概ね評価することができると言える.また高速載荷においては,静的 載荷の場合と異なり,試験体の寸法が大きくなるにしたがい強度も増大する傾向が認められる.