

80MPa 以上の高強度コンクリートの破壊性状と加圧面摩擦の影響

足利工業大学大学院 学生員 入江 一次
 足利工業大学工学部 正会員 黒井登起雄
 足利工業大学工学部 正会員 松村 仁 夫

1. はじめに

コンクリート円柱供試体に圧縮荷重を作用させると供試体端部と加圧版との間において摩擦が生じる。供試体には、その中心に向かって半径方向にこの摩擦力が作用し、供試体端部付近において横方向変形を拘束する。端部の拘束によって、圧縮強度は、高さ h と直径 d の比 (h/d) が 2.0 より小さいと、 $h/d=2.0$ に比べて大きくなる。しかし、 $h/d=2.0$ 以上においても、圧縮強度は、 $h/d=2.0$ の強度と同じであるとされている。これは、供試体端部の拘束の影響範囲が供試体端部から直径の約 70% の範囲であるため、横方向変形の拘束を受けない範囲で破壊されるためと云われている。そこで、本研究では、圧縮強度 80MPa 以上の高強度領域のコンクリートにおける端部拘束の影響による圧縮強度の変化を解明することを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料

セメントは、普通ポルトランドセメントを用いた。骨材は、普通の粒度の川砂と良質の碎石を用いた。その物理的性質は、表-1 に示す。混和剤は、高性能 AE 減水剤(SP8HE)、消泡剤(N \approx 404)、AE 減水剤(ヴィンソル 80)、AE 剤(ヴィンソル)を W/C によって使い分けた。

2.2 実験要因および水準

コンクリートの破壊性状実験における実験要因および水準は、表-2 に示すように、供試体高さを要因にして、 $h/d=3.0, 2.5, 2.0, 1.5$ および 1.0 の 5 水準とした。また、コンクリートの配合は、W/C=20% および 25% (スランプフロー=55 \pm 5cm, 空気量=(5 \pm 1)%) と、W/C=30% (スランプ=10 \pm 1cm, 空気量=(5 \pm 1)%) の 3 種類とした。

2.3 実験方法

コンクリートの練混ぜは、容量 100 ℓ のパン型強制練りミキサで行った。供試体は、直径 100mm の一定とし、コンクリートの打込み高さを h/d ごとに变化させて作製した。供試体数は、各水準 3 個とした。養生は、20 \pm 3 の水中養生とし、供試体の両端面は、材齢 14 日以降に研磨機によって研磨した。コンクリートの圧縮強度試験は、JIS A 1108 に従って材齢 28 日で行った。コンクリートの破壊性状の高速度カメラ(Phantom V4.2 使用)撮影は、材齢 28 日以降に行った(W/C=20%, $h/d=2.0, 3.0$)。 $h/d=2.0, 1.5$ の供試体(W/C=20%)の圧縮強度試験では、供試体上下端部と加圧板との摩擦による端部拘束の影響を調べるため、2 枚のテフロンシート(厚さ:0.05mm)間にシリコングリースを塗ったものを加圧板と供試体端部に挿入して摩擦を減少させた試験を加えた。結果は、シートの有無による h/d ごとの圧縮強度変化および変動係数によって評価した。

表-1 使用材料および物理的性質

	種 類	密 度 (g/cm ³)	吸 水 率 (%)	粗 粒 率
セメント	普通ポルトランドセメント	3.16	-----	-----
細骨材	川砂(鬼怒川産)	2.56	2.76	2.87
粗骨材	硬質砂岩碎石(葛生産) ^{*1}	2.58	0.94	6.77

*1 粗骨材の最大寸法; 20mm

表-2 破壊性状実験の実験要因および水準

W/C (%)	コンシステンシー (cm)	空気量 (%)	供試体寸法(h/d)
30	スランプ 10 \pm 1	5 \pm 1	3.0
			2.5
25	フロー 55 \pm 5	5 \pm 1	2.0
			1.5
20	フロー 55 \pm 5	5 \pm 1	1.0

キーワード 高強度コンクリート 圧縮強度 破壊性状 端部摩擦

連絡先 〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 T E L 0284-62-0609

3. 実験結果および考察

3.1 高強度コンクリートの h/d と圧縮強度比および変動係数

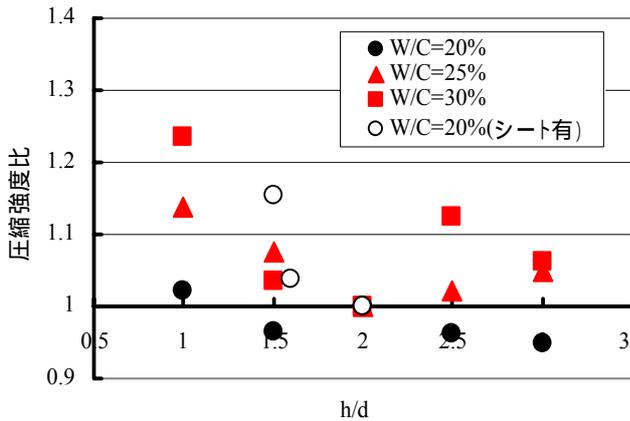


図-1 コンクリートの h/d と圧縮強度比との関係

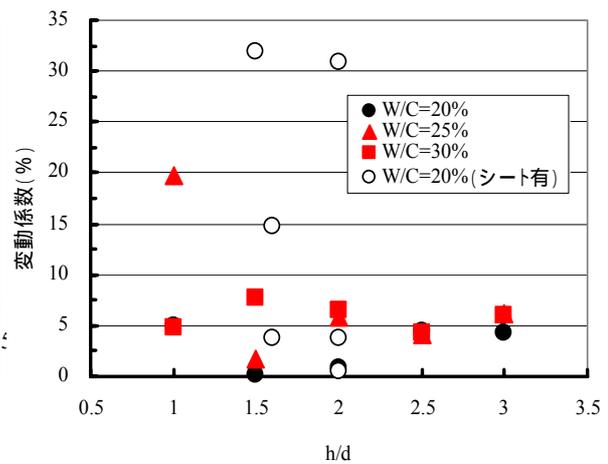


図-2 コンクリートの h/d と変動係数との関係

図-1 は、コンクリートの h/d と圧縮強度比との関係を示す。また、図 2 は、そのときの h/d と圧縮強度の変動係数との関係を示す。図-1 より、h/d と高強度コンクリートの圧縮強度比との関係は、供試体端部の摩擦の有無にかかわらずほぼ同様の傾向を示した。しかし、圧縮強度の変動係数は、供試体端部の摩擦を減少させた場合、摩擦有りの通常の試験に比べ、著しく大きくなる傾向がある。

3.2 破壊性状に及ぼす供試体高さの影響

写真-1 は、圧縮強度 106MPa および 94.8MPa の円柱供試体の高強度コンクリートの破壊状況の連続写真を示す。写真-1 より、圧縮強度 106MPa の高強度コンクリート(h/d=2.0)の破壊状況は、ひび割れ発生後 0.175 秒という短時間のうちに急激に変形が進行し、破壊が完了している。このときの破壊状況は、供試体の破壊面の形状から、「せん断破壊後圧縮破壊〔座屈(ザク)破壊〕」と考えられる。また、圧縮強度 94.8MPa の高強度コンクリート(h/d=3.0)の破壊状況も同様に、ひび割れ発生後 0.052 秒という短時間のうちに急激に変形が進行し、破壊が完了している。このときの破壊状況も、供試体の破壊面の形状から同様に、「せん断破壊後、圧縮破壊〔座屈(ザク)破壊〕」と考えられる。また、両供試体共に大きく変形している部分が供試体上端部から約 h/4 の部分であることから、供試体端部と加圧板との摩擦による拘束の影響は下端部に比べ、上端部の方が小さいと考えられる。

W/C=20% h/d=2.0 圧縮強度： 106MPa			
経過時間(秒)	0.00025	0.16375	0.175
W/C=20% h/d=3.0 圧縮強度： 94.8MPa			
経過時間(秒)	0.010	0.030	0.0520

写真-1 コンクリートの圧縮破壊状況

4. まとめ

80MPa 以上の高強度コンクリートの圧縮強度試験において、h/d (=3.0~1.0) と圧縮強度との関係、端部摩擦の有無による圧縮強度の変化および圧縮試験時の破壊性状の高速度カメラ撮影などを調べた結果、通常の圧縮強度領域 (40MPa) のコンクリートと比較して、供試体の端部摩擦による拘束の影響、破壊状況の違いなど有益なデータが得られた。すなわち、拘束が試験の精度に大きな影響を与えていることや、端部摩擦による拘束が供試体高さの 3h/4 付近が最も小さくなるなどである。