

論文

[2065] 形状・寸法の異なるコンファインド高強度コンクリートの圧縮特性

正会員○小池狭千朗（愛知工業大学建築学科）

正会員 畑中 重光（三重大学建築学科）

1. はじめに

筆者らは、前報 [1] で水中および空中養生された水セメント比 55%のコンファインドコンクリートの一軸圧縮試験を実施し、供試体寸法と養生条件の関係、および供試体形状（高さ-辺長比）とひずみ測定域の関係がコンファインドコンクリートの応力-ひずみ関係に及ぼす影響について調べた。その結果、これらのコンクリートの塑性変形挙動が、横補強筋のピッチに拘らず供試体寸法の大きなものほど脆性的であることが明らかとなった。

本研究では、コンクリートの強度レベルの相違がコンファインドコンクリートの圧縮特性の寸法効果に及ぼす影響について考察する。

2. 実験方法

2. 1 実験の概要

表-1 に、コンクリート角柱体の一軸圧縮実験の概要を示す。実験要因として、帯筋比、供試体の高さ-辺長比、供試体寸法および水セメント比の相違を取り上げた。図-1 および図-2 に、供試体の寸法と帯筋の配置を示す。供試体の寸法は、正方形の断面の一边 b が 9.7、15.0、20.0 および 30.0 cm の 4 種類とした。角柱体の高さ H と幅 b の比 (H/b) は 2 と 3 の 2 種類とした。帯筋間隔は、 $b/4$ 、 $b/2$ 、 b の 3 種類とした。帯筋径は、帯筋間隔 S が辺長 b と等しい角柱体で帯筋比が約 0.3% となるように選んだ。供試体の個数は、各要因ごとに 2 体、合計 192 体である。コンクリート強度のバッチ間変動を調べるために、別に円柱体も作成した。

表-1 角柱体の一軸圧縮実験の概要

断面: $b \times b$ (cm)	供試体寸法 高さ: H (cm)		帯筋		主筋	水セメント 比: W/C (%)
	$H/b=2$	$H/b=3$	鉄筋径 (mm)	間隔 S	鉄筋径 (mm)	
9.7 × 9.7	19.4	29.1	$\phi 3.9$	$b/4$	2.7	32
15.0 × 15.0	30.0	45.0	$\phi 5.7$	$b/2$		42
20.0 × 20.0	40.0	60.0	$\phi 8.0$	b		55
30.0 × 30.0	60.0	90.0	$\phi 13.0$	plain		

表-2 帯筋の力学的性質

種類	実測直径 (mm)	降伏点: σ_y (kgf/cm ²)	引張強さ (kgf/cm ²)	伸び率 (%)	$\sigma_y \cdot A_s / A_c$ (kgf/cm ²)
$\phi 3.9$	3.90	2280	3350	40.9	5.04
$\phi 5.7$	5.93	2980	3890	31.5	6.34
$\phi 8.0$	7.96	2650	3530	32.5	5.71
$\phi 13.0$	12.55	3440	4820	47.1	7.84

A_s : 帯筋の断面積 (cm²), A_c : コアコンクリートの断面積 (cm²)

2. 2 供試体の製作および養生方法

コンクリートの製作には、普通ポルトランドセメント、天竜川産の川砂（5mm 未満）および岡崎産の碎石（10～20mm）を使用した。水セメント比は32、42および55%の3種類、水セメント比が32%および42%のものでは高性能減水剤を使用した。スランプは18cmとした。コンクリートの混練には容量 600ℓ のスミス式ミキサーを使用し、混練は 3バッチに分けて行った。コンクリートの打ち込み方向は横打ちとした。角柱供試体と同一養生としたφ10×20cmコンクリートシリンダーの平均圧縮強度のバッチ間の強度差は圧縮強度の3.2%以下であった。

表-2に、使用した帯筋の力学特性を示す。なお、表中には帯筋の拘束指標（ $\sigma_y \cdot A_s / A_c$ ）も併示した。この値より、断面が 30.0×30.0cmの角柱体（帯筋にφ13.0mm 鉄筋を使用）は、他の寸法の供試体に比べて拘束力が若干大きくなることが予想される。養生方法は、すべて恒温恒湿空中養生（温度 $20 \pm 1^\circ\text{C}$ 、相対湿度 $85 \pm 5\%$ ）とし、材令6週で圧縮試験を行った。

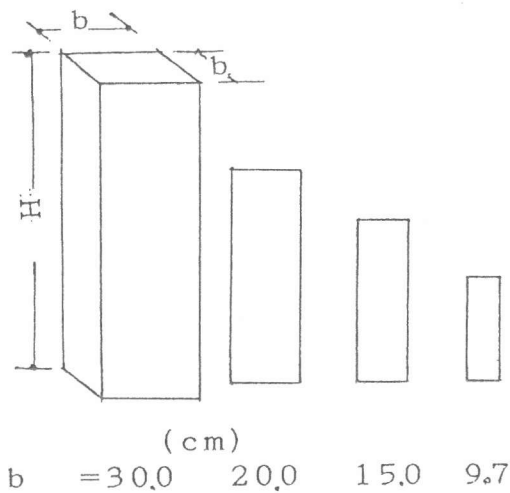


図-1 コンクリート角柱体の寸法
($H/b=3$)

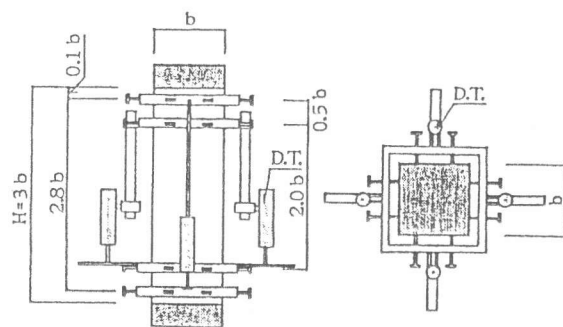


図-3 ひずみの測定方法 ($H/b=3$,
 $l_0=2b$ および $2.8b$)

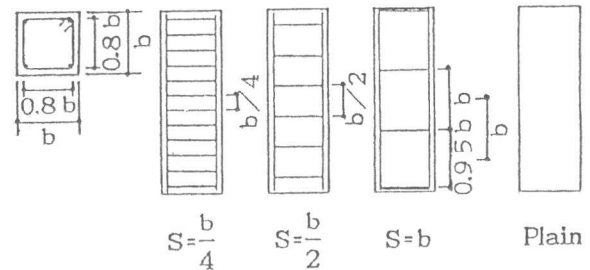


図-2 帯筋の配置 ($H/b=3$)

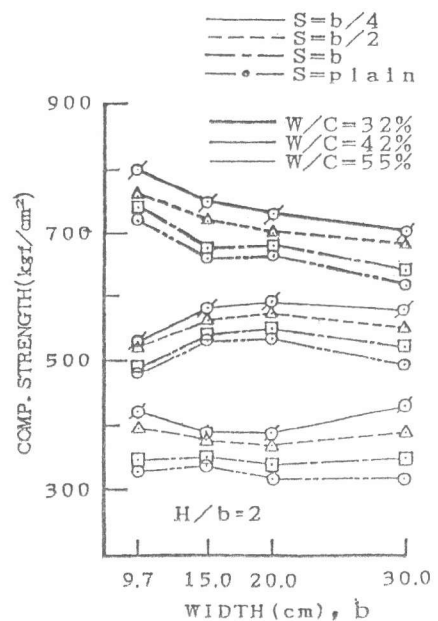


図-4 圧縮強度と供試体寸法の影響
に及ぼす水セメント比の影響

2. 3 載荷および測定方法

図-3に、角柱体のひずみの測定方法の一例 ($H/b=3$) を示す。 $H/b=3$ の角柱体の圧縮ひずみの測定域 (l_0) は、供試体の高さ中央部の $2b$ の領域と、これを含む $2.8b$ の領域の2区間とした。 $H/b=2$ の角柱体の測定域は、供試体の高さ中央部の $1.8b$ の領域とした。載荷には、最大容量200tのアクチュエーターを使用した。応力上昇域において最大応力の $2/3$ の時点から荷重変動をフィードバック信号として用いた制御方法を併用して、毎分約 1×10^{-3} のひずみ速度で、供試体の中央部 $2b$ 区間の縦ひずみが 15×10^{-3} に至るまで継続載荷した。耐荷力が200トンを超える供試体では、最大容量600トンの圧縮試験機を使用した。

3. 実験結果とその考察

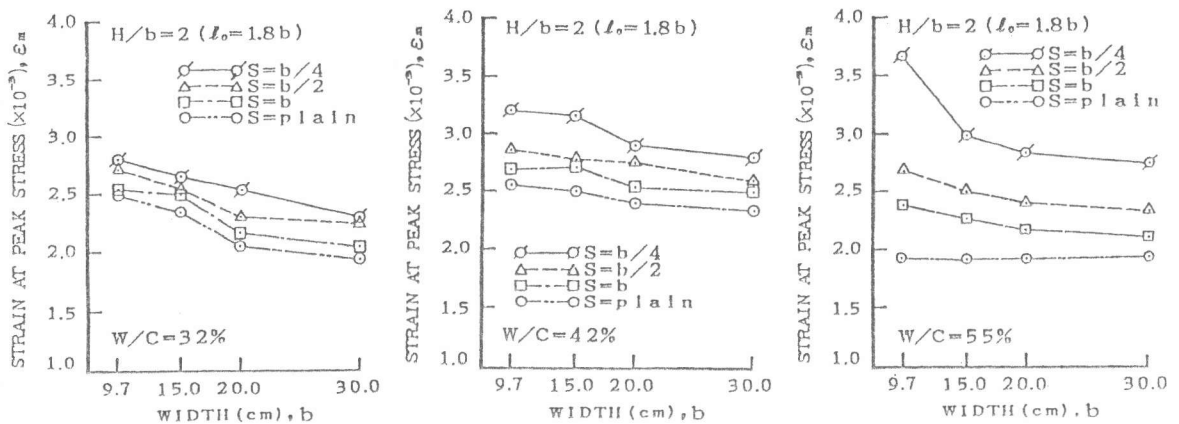
3. 1 ピーク点の応力およびひずみ

1) 圧縮強度

図-4に、 $H/b=2$ のコンファインドコンクリートの圧縮強度と供試体寸法の関係に及ぼす水セメント比の影響を、帯筋のピッチ (S) 別に示す。水セメント比が55%のコンクリートでは、供試体寸法が大きくなって圧縮強度はほぼ一定値であるが、水セメント比が32%の高強度コンクリートでは、供試体寸法が 9.7cm から 30.0cm へと大きくなるにつれて、圧縮強度が徐々に低下しており、 $b=30.0\text{cm}$ のものでは $b=9.7\text{cm}$ のものに比べ平均で約10%低下している。

2) 最大圧縮応力時のひずみ

図-5 (a) ~ (c) に、 $H/b=2$ 、ひずみの測定長 $l_0=1.8b$ のコンファインドコンクリートの最大圧縮応力時のひずみ (ϵ_m) と供試体寸法の関係に及ぼす帯筋のピッチ (S) の影響を、水セメント比別に示す。 $W/C=55\%$ のコンクリートでは、供試体寸法が $b=9.7\text{cm}$ から 30.0cm に大きくなると ϵ_m の値は約 15%小さくなり、前報 [1] と同じ傾向を示した。この傾向は、 $W/C=32\%$ および42%の高強度コンクリートにおいても同様である。ただし、帯筋のピッチ (S) が細くなることによる ϵ_m の値の増大傾向は、コンクリートの強度レベルの増大とともに小さくなり、 $W/C=32\%$ の場合には、 ϵ_m の値に及ぼす帯筋のピッチの影響は極めて小さい。なお、図は示していないが、 $H/b=3$ の供試体の場合も、ほぼ同様の傾向を示した。



(a) $W/C=32\%$

(b) $W/C=42\%$

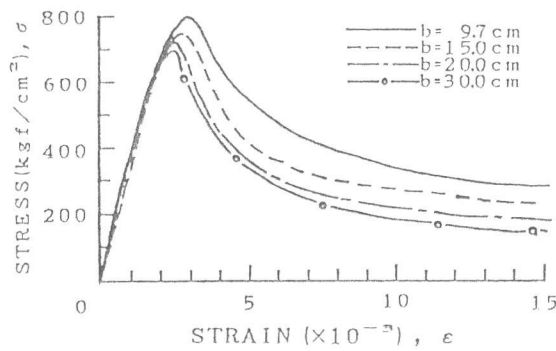
(c) $W/C=55\%$

図-5 ϵ_m と供試体寸法の関係に及ぼす帯筋のピッチの影響 ($H/b=2$ 、 $l_0=1.8b$)

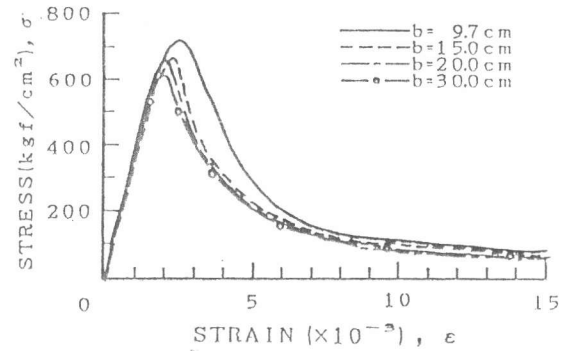
3. 2 寸法比の異なる供試体の応力-ひずみ曲線

1) 帯筋のピッチの影響

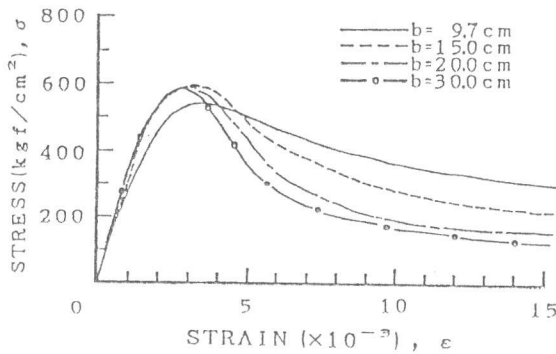
図-6 (a) ~ (c) に、コンファインドコンクリートの応力-ひずみ曲線に及ぼす供試体寸法の影響を、 $S=b/4$ の場合について、水セメント比別に示す。図-6 (c) の $W/C=55\%$ のコンクリートでは、前報 [1] と同様、帯筋のピッチに拘らず、供試体寸法が大きなものほど応力下降域の形状は脆性的である。また、水セメント比の減少に伴い、同一帯筋比のコンファインドコンクリートの応力下降域は脆性的となるが、 $W/C=55\%$ の場合とほぼ同様の寸法効果があるといえる。このような寸法効果は、帯筋ピッチが密なほど顕著であり、図-7 に示すように、プレーンコ



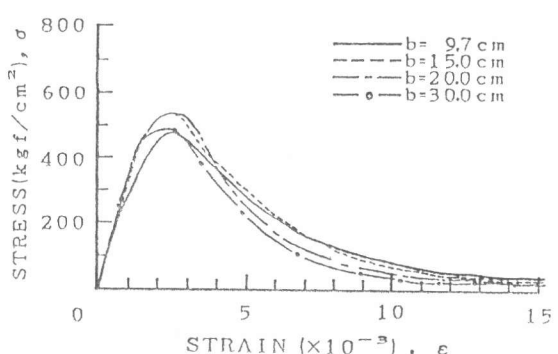
(a) $W/C=32\%$



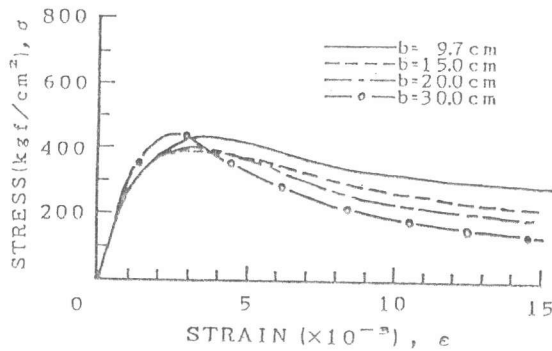
(a) $W/C=32\%$



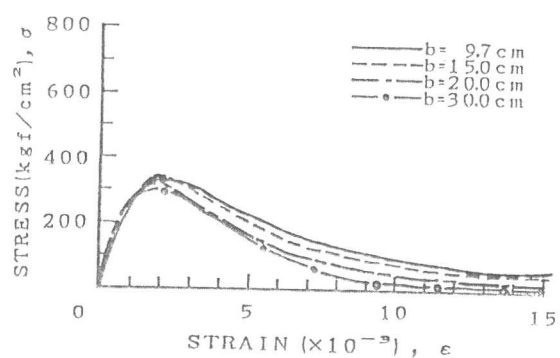
(b) $W/C=42\%$



(b) $W/C=42\%$



(c) $W/C=55\%$



(c) $W/C=55\%$

図-6 応力-ひずみ曲線に及ぼす供試体寸法の影響 ($H/b=2$, $S=b/4$)

図-7 応力-ひずみ曲線に及ぼす供試体寸法の影響 ($H/b=2$, plain)

ンクリートの場合には、相対的に寸法効果が小さいといえる。この理由として、コンファインドコンクリートにおける帯筋の拘束効果は、ピッチ S /供試体断面辺長 b 比ばかりでなく、ピッチ S の大きさそのものにも依存することが考えられる。すなわち、上記の傾向は骨材最大寸法が一定の同一コンクリートを用いて寸法の異なる供試体が作製されている事実と関連すると思われる。

3. 3 形状の異なる供試体の応力-ひずみ曲線

1) 供試体の高さ-辺長比の影響

図-8 (a) および (b) に、 $W/C=32\%$ および 55% のコンファインドコンクリートの応力-ひずみ曲線に及ぼす供試体の高さ-辺長比 (H/b) の影響を示す。 $H/b=2$ の供試体のひずみの測定長は $l_0=1.8b$ 、 $H/b=3$ のそれは $l_0=2.8b$ である。これらの図によれば、 $W/C=55\%$ 、 $H/b=2$ の供試体の応力下降域は、前報 [1] と同様、 $H/b=3$ のものに比べてかなり延性的で、この傾向は $W/C=32\%$ および 42% の高強度コンクリートでも認められた。

2) ひずみ測定長の影響

図-9 (a) および (b) に、 $W/C=32\%$ および 55% のコンファインドコンクリートの応力-ひずみ曲線に及ぼすひずみ測定長 (l_0) の影響を示す。ひずみの測定長を $l_0=2b$ とした場合、応力下降域の曲線の形状は、同一供試体で $l_0=2.8b$ のものよりも若干延性的である。すなわち、

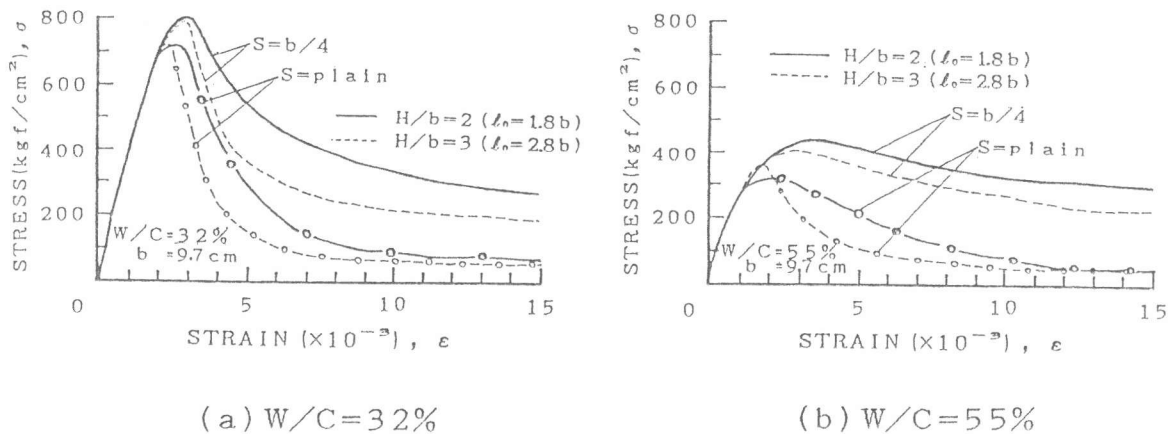


図-8 応力-ひずみ曲線に及ぼす供試体の高さ-辺長比 (H/b) の影響 ($b=9.7$ cm)

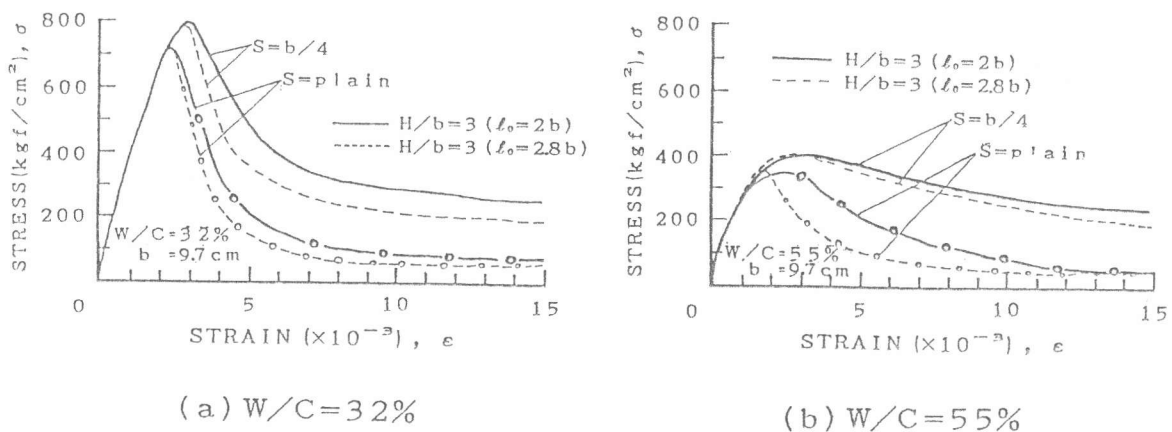


図-9 応力-ひずみ曲線に及ぼすひずみ測定長 (l_0) の影響 ($H/b=3$ 、 $b=9.7$ cm)

