

コンクリートの断面形状が圧縮強度に及ぼす影響

岐阜県立国際たくみアカデミー
職業能力開発短期大学校 建築科

○杉田 和直
阿部 正慶
大野 生二

1. はじめに

近年建築の意匠が多様化しており、それにともない構造、工法および部材形状等多岐に涉っている。ここで部材形状についても、断面形状の違いが部材性能に影響を与えるにも関わらず、特に構造設計等では考慮されておらず、形状効果についての更なる研究が望まれている。

既往の研究¹⁾で、木材についての断面形状が圧縮強度に影響を与えることが報告されている。しかし、コンクリートにおける試験片断面形状に関する研究はまだまだなく、形状効果の影響についての検討が必要となってくる事が考えられる。

そこで、本研究では、コンクリートの試験体を対象とし、同じ断面積を有する12種類の試験体に対し圧縮試験を行い、断面形状の違いによる強度特性を検討することを目的とする。

表1 試験体一覧

断面形状	試験体名	寸法		断面積 (mm ²)
		径、辺の長さ (mm)	高さ (mm)	
円形	C-4,5,6	D=100	200	7854
六角形	h-1,2,3	D=100 h=95 a=55	200	7838
長方形	O-11,13,15	a=44.4 4a=177	200	7788
	O-2,3,4	a=51.3 3a=153	200	7803
正方形	S-2,3,4	b=89 D=89	200	7921
パイプ型	p-1,2,3	D ₁ =120 D ₂ =66.4 t=26.8	200	7848
台形	T-1,2,3	a=51.2 2a=102 H=102	200	7803
十字型	Cr-1,2,3	a=40.3 3a=120	200	8000
	Cr-11,12,14	a=51.2 2a=102	200	7803
H型	H-1,2,4	a=33.3 3a=100	200	7782
	H-11,12,13	a=28 4a=112	200	7840
三角形	Tr-1,2,3	a=135 h=117	200	7898



写真1 各試験体の代表例

The Influence which a Concrete Section Form Exerts on the Compression Strength

Kazunao SUGITA, Masayoshi ABE and Seiji OHONO

表2 実験結果一覧

円形		六角形		パイプ型		正方形	
試験体名	応力度 [N/mm ²]	試験体名	応力度 [N/mm ²]	試験体名	応力度 [N/mm ²]	試験体名	応力度 [N/mm ²]
C-4	36.9	h-1	36.7	P-1	23.7	S-2	24.7
C-5	34.0	h-2	29.5	P-2	22.5	S-3	26.8
C-6	33.8	h-3	34.7	P-3	19.8	S-4	25.5
平均値	34.9	平均値	33.6	平均値	22.0	平均値	25.7
標準偏差	1.7	標準偏差	3.7	標準偏差	2.0	標準偏差	1.1

長方形1		長方形2		H型1		H型2	
試験体名	応力度 [N/mm ²]	試験体名	応力度 [N/mm ²]	試験体名	応力度 [N/mm ²]	試験体名	応力度 [N/mm ²]
O-11	27.0	O-2	23.2	H-1	25.8	H-11	23.0
O-13	17.1	O-3	25.2	H-2	25.9	H-12	22.2
O-15	25.4	O-4	23.4	H-4	26.7	H-13	23.5
平均値	23.2	平均値	23.9	平均値	26.2	平均値	22.9
標準偏差	5.3	標準偏差	1.1	標準偏差	0.5	標準偏差	0.7

三角形		台形		十字型1		十字型2	
試験体名	応力度 [N/mm ²]	試験体名	応力度 [N/mm ²]	試験体名	応力度 [N/mm ²]	試験体名	応力度 [N/mm ²]
Tr-1	28.5	T-1	28.0	Cr-1	24.3	Cr-11	26.5
Tr-2	30.6	T-2	33.3	Cr-2	24.7	Cr-12	24.9
Tr-3	28.3	T-3	28.3	Cr-3	26.8	Cr-14	28.4
平均値	29.1	平均値	29.8	平均値	25.2	平均値	26.6
標準偏差	1.3	標準偏差	3.0	標準偏差	1.4	標準偏差	1.8

2. 実験方法

2.1 試験体

試験体の形状および寸法の基本形はφ100×200であり、試験体の高さは径Dに対して2倍の2Dである。各試験体は断面積が約7850mm²で、高さは200mmである。試験体一覧を表-1に、各試験体の代表例を写真1に示す。断面形状は円形(φ100mm)、六角形(一辺55mm)、長方形(177×44.4mmおよび153×51.3mm)、正方形(一辺89mm)、三角形(一辺135mm)、台形(上底51.2×下底102×高さ102mm)、H型(フランジ、ウェブ肉厚33.3mmおよびフランジ、ウェブ肉厚28mm)、十字型(肉厚40mmおよび肉厚51mm)およびパイプ(外径120mm内径66.4mm肉厚26.8mm)で、長方形、H型、十字型に関しては、肉厚の異なる2種類の試験体とした。

コンクリートは設計基準強度(21N/mm²)[呼び強度(30N/mm²)]のレディーミクストコンクリートを用い試験体を作製し、材齢1日で型枠脱型し、ビニール封緘による現場封緘養生とした。実験は若齢時のコンクリート強度の上昇時を避け、強度上昇が少ない材齢9～10週で実施した。

なお、試験体H型のウェブ部に収縮ひび割れが上下の縦方向に、また、写真-3に示すパイプ型においては、試験体の上下方向に同様の



写真2 軸方向のひずみを求めるための変位測定

収縮ひび割れが生じていた。このことから純粋なパイプとなっていたため、急遽C型とした実験とする。

2.2 計測方法

実験は1000KN万能試験機を用い、荷重速度を0.006(N/mm²/sec)に設定し、自動制御で荷重

を載荷した。なお、写真2に示すように試験体の軸方向変位を電気式変位計で、コンクリート表面のひずみをコンプレッソメーターおよびひずみゲージを用いて測定し、1秒毎ごとに記録した。荷重速度は試験体破壊後の荷重と変位の挙動を計測するために比較的低速で行なった。

変位計測位置は試験体の重心を通る、X方向、Y方向軸上で試験体表面から20mm離れた点の4箇所を計測した。ただし、三角形におけるY方向は三角形底面側1箇所を含めた計3箇所とした。

3. 実験結果および考察

3.1 実験結果

各試験体の実験結果一覧を表-2に、また、軸方向変位を試験体高さで除して求めた応力-ひずみ曲線の一例を図-1に示す。

3.2 断面形状と圧縮強度の関係

各試験体の断面形状と圧縮強度の関係を図-3に示す。円形のものが $34.9(\text{N}/\text{mm}^2)$ で最も強度が高く、筒状パイプ型は圧縮強度が最も低い。また、比較的円形に近い六角形の強度も高く、断面的に欠落のない台形、三角形、正方形がこれに続いた。また肉厚の異なる2種類の試験体を用意した長方形、H型、十字型においては、いずれも肉厚の広い試験体の方が強度が高くなった。

コンクリートの圧縮載荷試験の場合、破壊形状については、供試体に図-2のような円錐状のクラックが生じるせん断すべり破壊を起こすことが知られている²⁾。本実験においても破壊形状はいずれの試験体も、同様の円錐状、四角錐状、六角錐状等の破壊を起こし終局に至った。十字型、H型の破壊形状の一例を写真-4、5に示す。これは図-2に示すように載荷板と供試体端面間の摩擦の作用によって、供試体端面の水平方向の変形が拘束された結果、供試体の圧縮応力分布が加圧端面付近で不均等となるからである。

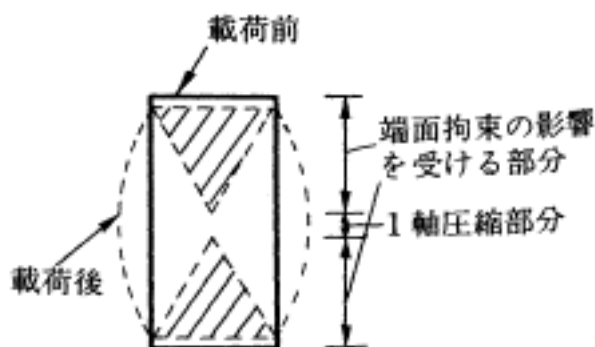


図2 圧縮試験の破壊メカニズム

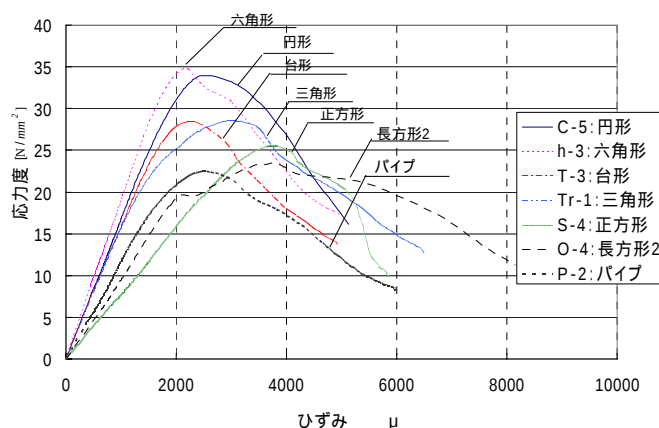


図1 応力度とひずみ曲線の一例



写真3 パイプ型の破壊状況



写真4 十字型の破壊状況



写真5 H型の破壊状況

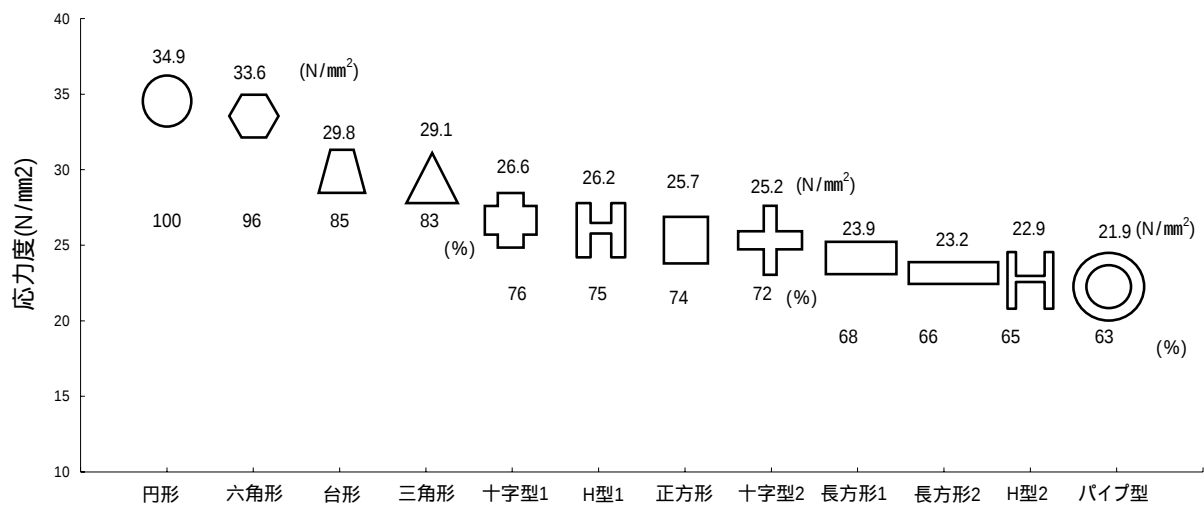


図3 断面形状と圧縮強度の関係

3.3 応力とひずみ曲線およびヤング率の算定

図-1より各試験体は多少のばらつきはあるものの、ひずみが2000 μ ~ 3000 μ 程度で最大荷重を示し、その後急激な降下勾配を示す。

図-1に示すように試験体の断面形状が異なると見掛けのヤング率($0.9 \sim 2.3 \times 10^{-4}$)には大きな差が生じたが、図-4に示すコンクリートの表面に貼り付けたひずみゲージからのヤング率はほぼ同じ値(2.74×10^{-4})を示し、同一の材料を用いれば、たとえ断面形状が大きく異なっても、ヤング率はほぼ同じである。

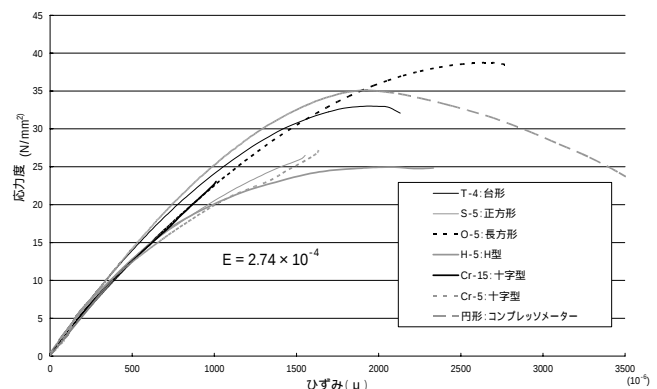


図4 コンプレッソメーターおよびひずみゲージを用いた応力度-ひずみの関係

4. まとめ

本実験結果から以下のことが明らかになった。

- (1) いずれの断面形状の試験体も、一般的なコンクリートの圧縮試験の破壊形状と同様の円錐状等の破壊を起こすせん断すべり破壊で終局に至った。
- (2) 同一の断面積を有していても断面形状の違いにより、強度に大きな差が生じることがわかった。試験体中央部の芯の部分の形状が圧縮強度に大きく影響し、芯の部分が大きいものは圧縮強度が大きく、一方、芯の小さい試験体については圧縮強度が小さくなった。

斜めにせん断すべり破壊する芯の断面積が大きい方が耐力は上昇する傾向が現れるためと考える。

また、H型、十字型、長方形の様な出隅部を多く持つ試験体に関しては、その出隅部に応力集中するため、最大荷重は低くなる。

- (3) 試験体の断面形状によって見掛けのヤング率には大きな差が生じたが、同一の材料を用いれば、たとえ断面形状が大きく異なっても、ヤング率はほぼ同じである。

参考文献

- 1) 佐藤清: 木材の縦圧縮強度の試験片形状及び寸法効果, 日本材料強度学会誌, 1986, PP. 17 ~ 20
- 2) 谷川恭雄 他 6 名: 構造材料実験法, 森本出版, PP. 184