

横補剛材を有する矩形断面コンクリート充填柱の圧縮耐荷力に関する実験的研究

大阪市立大学大学院 ○学生員 安 永日 大阪市立大学大学院 正会員 北田俊行
 大阪市立大学大学院 正会員 松村政秀

1. はじめに

近年、構造の合理性や地震に対する変形性能の向上などを目的として、コンクリート充填柱構造が採用されている。矩形断面コンクリート充填柱に対しては、無補剛矩形断面、主筋が配置された無補剛矩形断面、縦補剛材を有する矩形断面コンクリート充填柱の圧縮載荷実験などが行われ、耐荷力および変形性能に着目した検討が行われている。これらの研究成果は、例えばコンクリート充填鋼管構造設計施工指針¹⁾に纏められている。このようなコンクリート充填柱は、横補剛材あるいはダイヤフラムによって横方向に補剛されている場合もある。本研究では、横補剛材を有する矩形断面コンクリート充填柱の中心圧縮実験を行い、耐荷力およびコンクリートの充填効果を考察した。

2. 実験供試体および材料試験

供試体概略を、図-1に示す。同図に示すように、供試体は1辺120mmの正方形断面であり、長さは断面幅の2倍、すなわち240mmとした。また、板パネルに局部座屈が起らないように、式(1)¹⁾を参照に、幅圧比 B/t を $25(t=6\text{mm})$ とした。

$$B/t \leq 23.64 / \sqrt{F} \quad (1)$$

ここで、 F は許容応力を決定する場合の基準値(kN/mm^2)である。

さらに、横補剛材は、2つのL字材($150 \times 120 \times 30 \times 12\text{mm}$)で断面周方向を取り囲む形状とし、横補剛材と鋼柱とは断面角部のみでスポット溶接を施している。横補剛材配置間隔は、断面幅 B の0.6倍、すなわち72mmとした。載荷には、2000kNの万能試験機を用いた。なお、圧縮実験コンクリートの材齢28日目に実施した。載荷の際、供試体の上プレートと下荷板の間に変位計を2箇所を設置し、上プレートの鉛直方向変位を計測した。また、供試体の上部2つの横補剛材には、図-2(a)のようにひずみを計測した。

矩形断面供試体を製作した鋼板から、JIS5号試験片を3本切り出し、鋼材の引張試験を実施した。コンクリートは、普通ポルトランドセメントを使用し、コンクリートの圧縮実験には直径10cm、高さ20cm、引張実験には直径15cm、高さ15cmのシリンダを使い、コンクリート打設後、7日目と28日目に圧縮実験を行った。鋼とコンクリートの機械的性質を表-1に示す。いずれも、3体の平均値である。さらに、矩形断面供試体と同様な大きさ、すなわち $120 \times 120 \times 240\text{mm}$ のコンクリート柱を製作し、実験実施日と同様の28日目に圧縮実験を行った。矩形断面コンクリート柱の強度は、シリンダを用いた28日強度の約0.75倍であった。

3. 供試体の累加強度及び剛性

コンクリート充填柱の累加強度は式(2)、剛性は式(3)に基づいて算出した。

$$P = A_c \sigma_c + A_s \sigma_s \quad (2)$$

$$EAL = (E_s A_s + E_c A_c) L \quad (3)$$

ここで、 A_s 、 A_c ：鋼とコンクリートの面積、 σ_s 、 σ_c ：鋼の降伏応力とコンクリートの圧縮強度、 E_s 、 E_c ：鋼とコンクリートのヤング係数

σ_c には、矩形断面コンクリート柱、及びシリンダによる

表-1 鋼とコンクリートの機械的性質

鋼		
降伏応力(N/mm^2)	346.5	
引張強度(N/mm^2)	411.8	
ヤング係数(N/mm^2)	2.01×10^5	
ポアソン比	0.280	
コンクリート(28日強度)		
	シリンダ	矩形断面柱
圧縮強度(N/mm^2)	37.62	28.33
ヤング係数(N/mm^2)	3.05×10^4	3.23×10^4
ポアソン比	0.170	0.133

キーワード：コンクリート充填柱、耐荷力、横補剛材、圧縮実験

連絡先：〒558-8585 大阪市住吉区杉本3-3-138 大阪市立大学大学院 工学研究科 TEL:06-6605-2735

28 日目圧縮強度を用い、それぞれ、累加強度 1 及び累加強度 2 とする。計算した供試体の剛性と累加強度を表 - 2 に示す。

4. 実験結果及び考察

鉛直変位(平均値)と荷重との関係を図 - 3 示す。同図によると、累加強度 1 までは弾性理論から求めた剛性とほぼ一致している。荷重が累加強度 1 を超えると、剛性は低下し始め、最大荷重を超えても、急激な剛性低下は生じていない。既往の矩形断面コンクリート充填柱の圧縮実験耐荷力が累加強度の 1.2 倍より小さくなっている」と報告されているが、本実験の最大荷重は 1861kN であり、累加強度 1 の 1.46 倍、累加強度 2 の 1.34 倍に相当する。

荷重による横補剛材ひずみの変化を図 - 4 に示す。荷重が増加すると、横補剛材の内側(a2,b2,c2,d2)と外側(a1,b1,c1,d1)にはともに引張が作用し、面内部分のひずみが面外部分のひずみより大きくなっている(a1>a2,b1>b2,c1>c2,d1>d2)。すなわち、横補剛材が圧縮による鋼パネルの横方向の膨張を拘束しているため、横補剛材に図 - 2(b)に示すような力が生じているからである。さらに荷重が増えると、横補剛材外側ひずみは急激に増加し、内側ひずみは減少し始め、最終には引張から圧縮に転換する。これは、荷重が増加するとコンクリートの膨張と鋼パネルの面外方向への座屈により、横補剛材に新たに曲げ(図 - 2(c))が生じるためである。

また、横補剛材の外側・内側の平均ひずみ a ((a1+a2)/2)、平均ひずみ b ((b1+b2)/2)、平均ひずみ c ((c1+c2)/2)、平均ひずみ d ((d1+d2)/2) の変化を図 - 5 に示す。各平均ひずみは、荷重が累加強度 1 までは、ほぼ直線的に変化し、荷重が累加強度 1 を超えると平均ひずみが急激に増加している。各曲線間では図 - 4 で見られた大きな開きは生じていない。なお、最大荷重に達した時、横補剛材の外側の平均ひずみ((a1+b1+c1+d1)/4)は 6262×10^{-6} 、内側の平均ひずみ((a2+b2+c2+d2)/4)は -207×10^{-6} であった。

5. 結論

本研究では、横補剛材を有する矩形断面コンクリート充填柱の中心圧縮実験を行い、以下の結果を得た。

(1)荷重 - 変位曲線は、荷重が累加強度 1 になるまで、弾性理論剛性(EA/L)とほぼ一致し、線形的に変化する。

(2)本実験では供試体の耐荷力は、シリンダの圧縮試験により得られた圧縮強度を用いて算出された累加強度の 1.34 倍であった。

参考文献：

1) 日本建築学会：コンクリート充填鋼管構造設計施行指針，1997

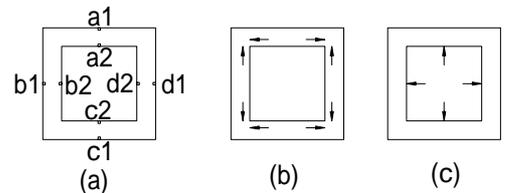


図 - 2 横補剛材ひずみゲージ貼付位置

表 - 2 供試体の剛性及び耐荷力

実験(a)	剛性		耐荷力	
	3866		1861	
計算(b)	剛性	累加強度 1	累加強度 2	
	3779	1278	1386	
(a)/(b)	1.02	1.46	1.34	

剛性の単位：kN/mm，耐荷力の単位：kN

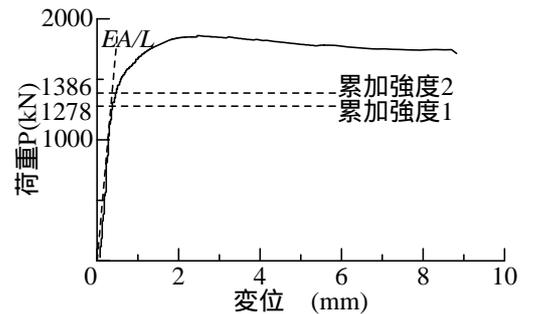


図 - 3 荷重 - 変位図曲線

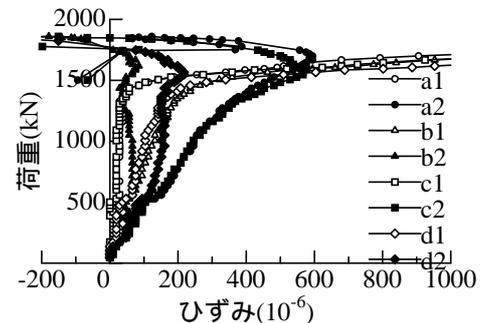


図 - 4 横補剛材のひずみの変化

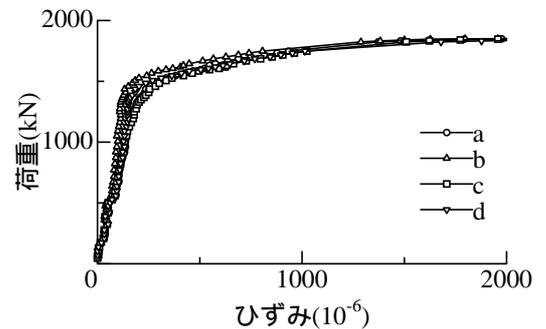


図 - 5 横補剛材の平均ひずみの変化