

I-95

断面形状を変えたコンクリート柱の応力-ひずみ特性について

北海道開発局 開発土木研究所 正会員 佐藤 昌志
 北海道開発局 開発土木研究所 正会員 谷本 俊充
 北海道開発局 開発土木研究所 正会員 岩渕 武
 (株) 構研エンジニアリング 正会員 和田 隆利

1 はじめに

北海道の近年の大規模地震としては、1982年の浦河沖地震、1993年の釧路沖地震、北海道南西沖地震、1994年の北海道東方沖地震があげられる。これらの地震における橋梁の代表的損壊事例として橋脚の柱の破損があげられ、特に円柱式橋脚や正方形に近い矩形橋脚の柱の破損が多く見受けられる。

現行の道路橋示方書V耐震設計編では、震度法により耐震設計された鉄筋コンクリート橋脚が、大正12年度の関東大震災級の地震で生じる加速度に相当する慣性力を受けても、ぜい性的な破壊を生じないように地震時保有水平耐力の照査が想定されている。

地震時保有水平耐力の照査では、コンクリート、及び鉄筋の応力-ひずみ曲線を仮定して、断面の曲げモーメント-曲率関係を求め、これに基づいて、橋脚の耐力やじん性率を算出することが規定されている。しかしながら、規定に適用されているコンクリートの応力-ひずみ曲線では断面形状による効果が反映されていない。

橋脚の補修・補強対策において、既設橋の帯鉄筋の継手方式は重ね継手が多く、コンクリート表面の剥離等で、拘束効果を期待できないケースも考えられるため、既設橋の横拘束筋の効果を考えないケースの応力-ひずみ曲線の評価を適切に行うことが重要である。

本研究は、断面形状を変えたコンクリート柱の圧縮載荷試験を行い、拘束効果をもたないコンクリートの変形性能に及ぼす断面形状の影響について比較する。

2 コンクリート柱載荷実験

2.1 実験の供試体

実験供試体は表-2.1、及び図-2.1、図2.2に示すように、直径30cmの円形断面、及び25cm×50cmの長方形断面とし、高さは円断面は60cmと90cmの2ケースとし、長方形断面の高さは100cmとした。円形断面の高さを2種類としたのは、高さ比における応力-ひずみ曲線に違いがないか着目したことによる。

供試体の上面、下面は載荷治具、反力架台との摩擦抵抗による拘束力を受ける。

この拘束力が、実験値に影響を与えることが懸念されるため、供試体の上、下面の鋼材と接する部分にはテフロンシートを挿入する。

また、建設省が行った実験¹⁾では、特に無補強の供試体の破壊は、載荷面からの斜めひびわれがひきがねとなっている。これらを防止するため、供試体の上、下部はアラミドテープで10cm分を、帯鉄筋はかぶり4cmを含め12cm分を補強した。

コンクリートは普通ポルトランドセメントを使用し、軸方向鉄筋はSD295A-D13を用いた。

表-2.1 供試体諸元

供試体種類	供試体高さ (mm)	コンクリートの圧縮強度 (kgf/cm ²)	軸方向鉄筋比 (%)
円柱 (φ 300)	900	267	1.08 (D13~6本)
	600		
角柱 1:2 (250×500)	1000		1.01 (D13~10本)

Stress-Strain Characteristics of Concrete Columns by Altering Section Shapes

Masashi SATOH, Toshimitsu TANIMOTO, Takeshi IWABUCHI, Takatoshi WADA

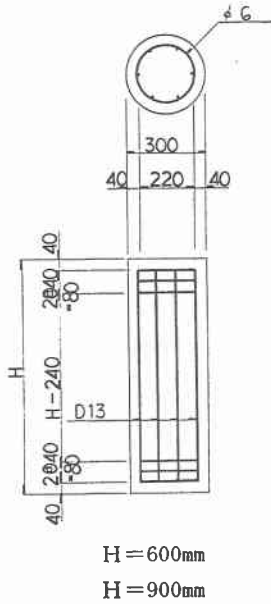


図-2.1 円柱供試体

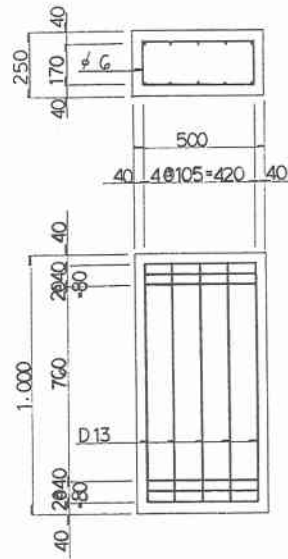


図-2.2 角柱供試体

2.2 実験方法

コンクリート柱の圧縮載荷実験は、写真-2.1に示すように500tf圧縮載荷機を用いて行った。

実験では、荷重、変位、コンクリートのひずみを計測した。コンクリートのひずみの計測位置を図-2.3、図-2.4に示す。

なお、ひずみゲージの張り付け位置については、建設省の実験¹⁾を参考にした。

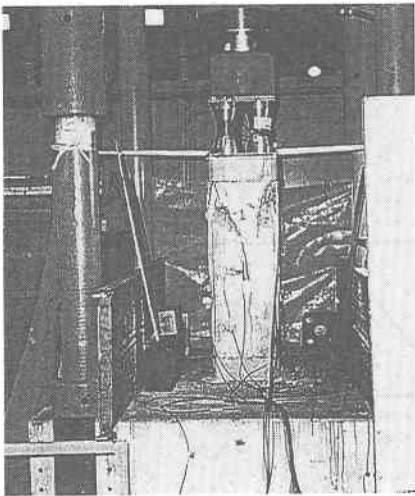


写真-2.1 実験状況

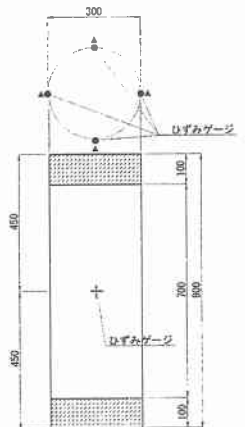


図-2.3 ゲージ位置 (円柱)

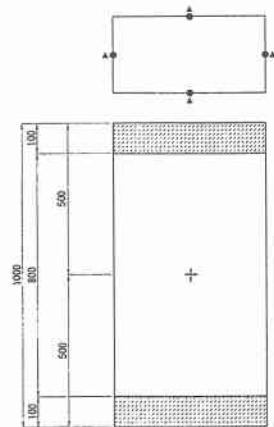


図-2.4 ゲージ位置 (角柱)

3 実験結果

3.1 損傷の進展状況

円形断面、及び長方形断面の供試体について、その破壊形状の特徴を以下に示す。

1) 円形断面供試体の破壊の進展状況

供試体無補強部上部から垂直にひびわれが発生、これが進展してかぶりコンクリートが剥離して破壊を生じる。高さを変えた供試体でも破壊の進展状況はほぼ同様である。

2) 長方形断面供試体の破壊の進展状況

供試体無補強部上部から斜めひびわれが発生、これが進展して垂直に割れるような破壊が生じる。

3.2 応力-ひずみ曲線

図-3.1~図-3.3は各供試体の代表的な応力-ひずみ曲線を示したものである。これによれば、以下の点があげられる。

1) 円形断面供試体 (H 900)

応力度とともに、ひずみが進展し、ひずみ約 3500 μ で最大応力約 350kgf/cm² をとり、その後コンクリートの破壊に伴って急激に応力度が低下する。

2) 円形断面供試体 (H 600)

3 ケース中一番急激に応力度とともにひずみが進展し、ひずみ約 2000 μ で最大応力約 250kgf/cm² をとり、その後コンクリートの破壊に伴って急激に応力度が低下する。

3) 長方形断面供試体 (H 1000)

円形断面 (H 900) よりも急激に応力度とともにひずみが進展し、ひずみ約 2500 μ で最大応力約 300kgf/cm² をとり、その後コンクリートの破壊に伴って急激に応力度が低下する。

いずれも最大応力度は一軸圧縮強度と同等か、もしくは大きな値をとっているが、これは軸圧縮鉄筋の影響と考えられる。

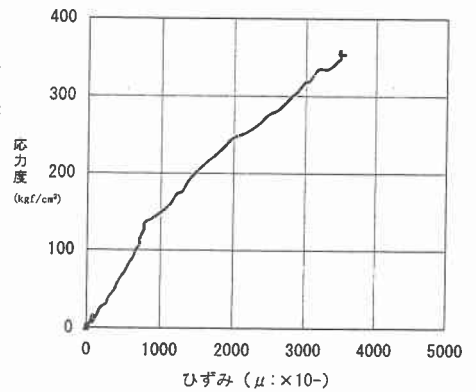


図-3.1 円柱供試体 ϕ 300mm, H=900mm

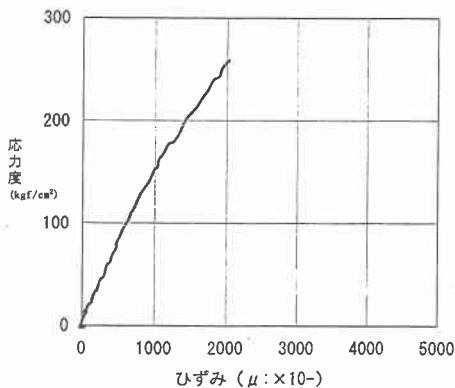


図-3.2 円柱供試体 ϕ 300mm, H=600mm

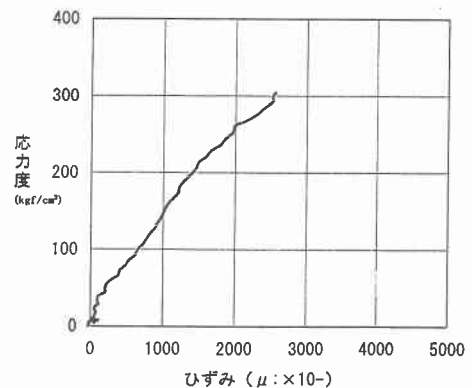


図-3.3 角柱供試体 250×500mm, H=1,000mm

4 結論

コンクリートの耐震性の評価、特に横拘束効果を期待できない既設橋の耐震性の評価を考えた場合、断面形状を考慮に入れたコンクリートの応力-ひずみ特性が最も基本となる。

このため、断面形状を変化させた場合のコンクリートの強度、及び変形性能に及ぼす影響を検討することを目的として、断面形状を変化させたコンクリート柱の圧縮載荷実験を行った。検討結果を以下にまとめる。

1)破壊形状

圧縮載荷では、円形断面は無補強部上部から垂直にひびわれが発生し、かぶりコンクリートが剥離し破壊を生じ、長方形断面は、無補強部上面から斜めひびわれが発生し、これが進展して垂直に割れるような破壊を生じる。これは、円形断面は、ほぼ均一に荷重を受け持ち、長方形断面は荷重の載荷方向に不均一性があったものと推察される。

2)応力-ひずみ特性

いずれの供試体も応力度の増加とともに、ひずみが進展し最大応力度をとったあと、コンクリートの破壊に伴って急激に応力が低下する。これは、横拘束の効果がほとんど期待できないので、ぜい性的な破壊をおこしたものと考えられる。また、最大応力、ひずみとも円形断面（H 900）が一番大きく、以下、長方形断面（H 1000）、円形断面（H 600）の順番に小さくなる。

これは高さ比が高いほど、また、長方形より円形（縦横比が1:1に近いもの）が耐力、ねばりともあると推察できる。

3)今後の課題

今後、円形、正方形、長方形の帯鉄筋による拘束効果を考慮した実験を進めていく。

実験により、応力-ひずみ特性が断面形状や高さ比を変えることにより、どのような変化があるのかそれらの応力-ひずみ曲線の定量的なモデル化を提案していきたい。

参考文献

- 1) 川島一彦，運上茂樹，飯田寛之：鉄筋コンクリート橋脚のじん性率算定に及ぼす拘束の影響に関する研究（その1）小型コンクリート柱の圧縮載荷実験，土木研究所資料第3208号，平成6年5月
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編，平成2年2月
- 3) 川島一彦，大志方和也，長谷川金二，運上茂樹，桶田憲一，前原康夫：道路橋の耐震設計計算例，山海堂，平成6年5月