

V-297

中空鉄筋コンクリートはりのせん断試験

大林組 技術研究所*1 正会員 田中 浩一

大林組 技術研究所*1 フェロー 大内 一

1. まえがき

吊り橋や斜張橋などの長大橋梁の主塔に、経済的で有利な鉄筋コンクリート主塔が採用される気運にある。高さ200～300mにも達するこの種の構造物の建設はわが国には例がなく、設計施工技術の整備が急務となっている。この中空鉄筋コンクリート主塔に大規模地震に対して塑性化を許容するじん性設計が施される可能性は、耐久性や供用性の観点から低いため、せん断強度を適切に評価する必要がある。また主塔に作用する軸力は一般橋梁橋脚に比べて高い。一方、施工性の面から高強度のコンクリートや帯鉄筋を用いることが望ましいが、中空断面において高強度帯鉄筋を用いた場合のせん断破壊メカニズムに関してあまり解明されていない。このような背景の中、高軸力を受ける中空鉄筋コンクリートはりのせん断試験を実施し、通常強度と高強度の帯鉄筋を用いた場合のせん断挙動を把握する。

2. 試験方法

せん断試験体断面は図-1 に示すように、正方形の中空断面である。断面高さと壁厚の比 (t/D) は約1/6であり、この値は鉄筋コンクリート主塔の試設計におけるその範囲内である（試設計： $t/D=1/5\sim1/10$ ）。主鉄筋には高強度鉄筋（SD685）のD13、D10と異形PC鋼棒D26を用いて曲げ補強している。2つの試験体（H04、N08）は、表-1に示すように帯鉄筋強度をパラメータとし、それぞれD685とSD345のD6を帯鉄筋として用いている。いずれの試験体も帯鉄筋比に降伏強度を乗じた値 ($p_w \times \sigma_y$) をほぼ等しくした。

コンクリートには、最大骨材径1.2mmの山砂を用いた高強度モルタルを使用した。配合表を表-2 に、また各鋼材とコンクリートの材料試験結果をそれぞれ表-3、4に示す。

加力方法は、図-2に示すように、2点集中載荷でせん断スパン比 (a/D) を約2.4としている。事前に行った200m級のRC主塔試設計結果から、せん断スパン比が2.3～5.3の範囲にあり、対象となる部材のコンクリートのアーチ機構によるせん断負担分が低いことを意識したためである。また平均圧縮応力度が9.8N/mm²（コンクリート圧縮強度の約20%）となるように、異形PC鋼棒（D36）をセンターホールジャッキで緊張して軸力（ $N=2040\text{kN}$ ）を導入した。なお、試験体の変形に伴う軸力変動に対する制御は、定額荷重保持装置で行っている。

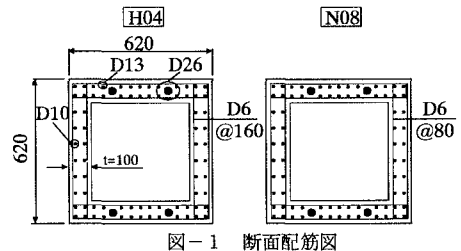


図-1 断面配筋図

表-1 試験体一覧

試験体	帯鉄筋比 p_w (%)	帯鉄筋比×降伏強度 $p_w \times \sigma_y$ (N/mm ²)
H04	0.40	3.06
N08	0.79	3.22

表-2 コンクリート配合表

W (kg/m ³)	C (kg/m ³)	W/C (%)	S (kg/m ³)
240	649	37	1308

空気量：5%，高性能AE減水剤：C×0.03

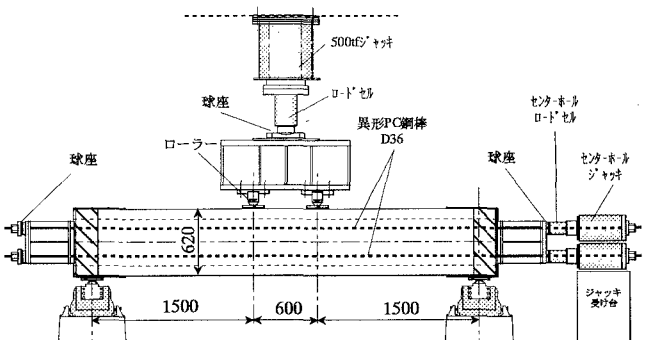


図-2 加力方法

キーワード：せん断耐力、中空鉄筋コンクリート、高強度帯鉄筋、主塔

*1 〒204-0011 東京都清瀬市下清戸4-640 TEL 0424-95-0999 FAX 0424-95-0903

3. 試験結果

得られたせん断力－変位曲線を図－3 に示す。高強度帯鉄筋を用いた方が、曲げひび割れ発生後の剛性が低く、拘束剛性の低下が現れているが、 $p_w \times \sigma_y$ が等しいため帯鉄筋の降伏はいずれの強度の場合もほぼ等しいせん断力で開始している。高強度帯鉄筋を用いた方が最大耐力は小さいものの、高強度帯鉄筋の降伏強度を用いて算出した土木学会コンクリート標準示方書のせん断耐力よりも大きい。

最大荷重時における帯鉄筋のひずみ分布を図－4 に示す。帯鉄筋量×降伏強度が十分小さい配筋ため²⁾、高強度帯鉄筋を用いたH04試験体でも帯鉄筋が降伏している。また、その範囲（以下、降伏領域）はせん断スパン中央の約1.0D（D：断面高さ）区間であった。

試験体H04の破壊状況を写真-1に示す。破壊直前は斜めひび割れが載荷点と支点を結んだ角度で生じていたが、ウェブ面圧壊後、載荷点からはほぼ斜め45度のひび割れ面が卓越して破壊に至った。

4. まとめ

高軸力下で中空鉄筋コンクリートはりのせん断破壊試験を行った。得られた結論を以下に示す。

- (1)高強度帯鉄筋を用いるとせん断耐力と変形剛性は低下するが、土木学会せん断耐力評価式で高強度帯鉄筋の降伏強度を用いても十分安全側のせん断耐力を与える
- (2)SD685級の高強度帯鉄筋を用いても降伏強度を発揮して破壊に至る。その降伏領域は帯鉄筋の強度に関わらず、少なくとも約1.0D区間である。
- (3)軸力や帯鉄筋の量、壁厚などがせん断耐力に及ぼす影響について今後解明する余地がある。

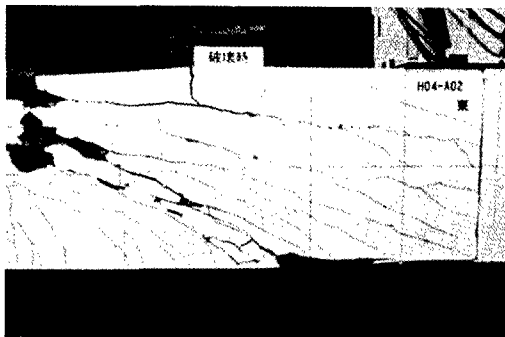


写真-1 破壊状況（試験体：H04）

表-3 鋼材の材料試験結果

	弾性係数 (N/mm ²)	降伏点 ^{*1)} (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
D6 (SD345)	2.03×10^5	406	547
D6 (SD685)	1.96×10^5	774	961
D10 (SD685)	1.87×10^5	721	886
D13 (SD685)	1.94×10^5	785	1023
D26 (SBPR930/1080)	2.03×10^5	1021	1130

*1) 0.2%耐力

表-4 コンクリートの材料試験結果

弾性係数 (N/mm ²)	圧縮強度 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)
2.47×10^4	65.0	4.34

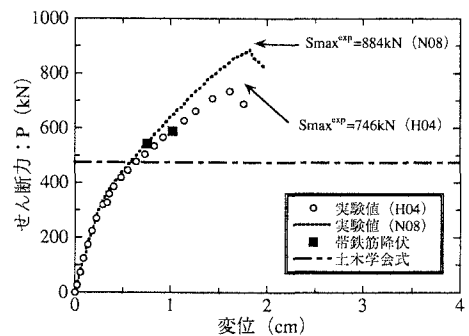


図-3 せん断力－変位関係

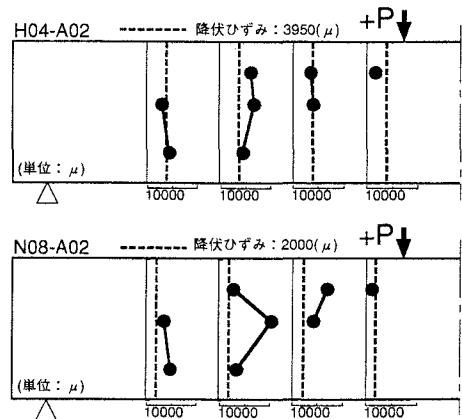


図-4 帯鉄筋のひずみ分布

参考文献

- [1] 土木学会：コンクリート標準示方書〔設計編〕，pp.60－61，1996.3
- [2] 黒正清治，小林克巳ほか：鉄筋コンクリートはりのせん断終局強度に及ぼすせん断補強量およびコンクリート強度に関する実験研究，日本建築学会構造系論文報告集 第373号，pp.83～91，1987.3