

中空鋼管コンクリートはりのせん断耐力に関する実験的研究

神戸大学工学部 正員 藤井 孝
 日本鋼管(株) ○正員 平田 綱勇
 青木建設(株) 正員 本下 茂樹

1. まえがき

本研究はSRC部材の軽量化を図る目的から、鉄骨部分を鋼管で置き換えた構造をもつはり(中空鋼管コンクリートはりと呼ぶ)の力学的挙動を実験により把握した上で、破壊荷重算定の方針を示すことを目的とした。

2. 実験概要

コンクリートの配合は一種類とし、目標圧縮強度を 300 kg/cm^2 とした。図-1は供試体の断面形状、寸法、および載荷方法を示したものである。はりは球座とローラーにより完全な単純支承とし、二点対称載荷法による静的載荷とした。供試体は、せん断スパン・はり高比 a/D および腹鉄筋比 ρ_w をそれぞれ変化させ、ひずみゲージを曲げスパン中央部軸方向に、鋼管、鉄筋、コンクリート各材料に貼りつけ、さらに、せん断スパン中央部の鋼管ラエブ中央位置(片側だけ)にロゼットゲージを貼りつけた。

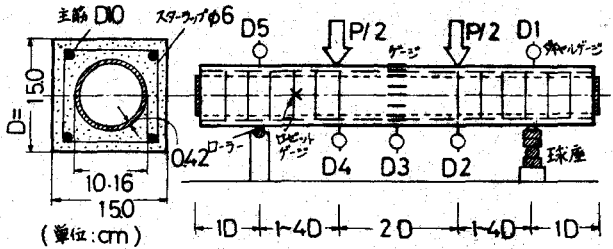


図-1 供試体の断面形状と実験装置

3. 実験結果および考察

- (a) 斜めひびわれ発生荷重は4tから8tの間でばらつきがあるが、スターラップ量に左右されることはない。
- (b) ロゼットゲージによる測定結果から、鋼管の歪引張ひずみが 200×10^{-6} 程度でコンクリートラエブに斜めひびわれの発生を見る。この値は、静荷重下におけるコンクリートの最終引張ひずみ、 $150 \times 10^{-6} \sim 200 \times 10^{-6}$ にほぼ等しいことを考えると、少なくとも斜めひびわれ発生時まで、せん断スパン部の鋼管とコンクリートのひずみは、ほぼ一致していると考えられ、両者は斜めひびわれ発生時まで、おおむね一体となって挙動していたと考えられる。
- (c) 中空鋼管コンクリートはりには、斜めひびわれ発生後も、荷重を低下させることなく変形できる能力が大である。
- (d) 破壊荷重は、せん断スパン・はり高比 a/D に大きく左右される。図-2は各供試体の腹鉄筋比 ρ_w と破壊荷重 P_u の関係を a/D ごとに示したものである。これより a/D が大きくなるにつれて、破壊荷重 P_u は低くなり、同時に、破壊の性状は、曲げ破壊の様相を呈する傾向がでてくる。また、せん断破壊を起こした供試体のうち、 a/D が1.0および1.2のものについては、腹鉄筋比 ρ_w が増加するにつれて、破壊荷重 P_u は増加するが、 ρ_w が

2%を越すと、この傾向が薄れてくる。

(e) 曲げスパン中央におけるひずみ測定結果から、鉄筋コンクリート部分と鋼管部分とに分けて、軸方向のひずみ分布を調べると、曲げ破壊を起こした供試体については、破壊荷重近くまで両者のひずみ分布は、ほぼ一致することが認められた。

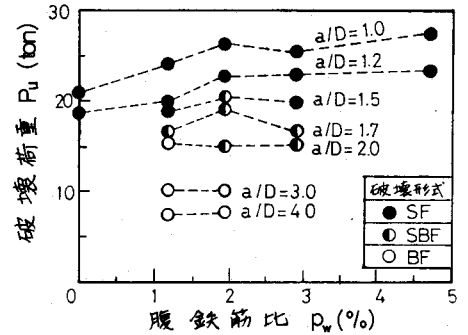


図-2 R_w と P_u の関係

(f) 曲げ破壊を起こした供試体の破壊荷重は、コンクリート応力を長方形分布とし、鋼材は中立軸を境として、圧縮側は圧縮で降伏、引張側は引張で降伏していると考えた終局式^[1]により算定した値によく一致する。

(g) 中空鋼管コンクリートはりのせん断破壊機構、内部応力の状態等は、付着性も含めて非常に複雑であると考えられ、現段階では厳密な解析は、はなはだ困難である。本研究では、簡単にせん断破壊荷重 sR_p を推定する方法として、中空鋼管コンクリートはりから鋼管を除いたRC部分のせん断強度 rP_u と、RC部分が破壊するときに鋼管が負担していると考えられる荷重 sP_u' との累加式、すなわち

$$sR_p = rP_u + sP_u' \quad (1)$$

の適用性について検討した。鋼管部分のもつせん断強度 sP_u' は、次式で与えられる。

$$sP_u' = 2 \cdot \frac{sA}{2} \cdot s\tau_u = sA \cdot \frac{s\sigma_y}{\sqrt{3}} \quad (2)$$

ここに sA は鋼管の断面積であり、 $s\tau_u$ は最大せん断応力度、 $s\sigma_y$ は降伏点応力度である。いま、RC部分が最大強度を發揮したとき、鋼管はせん断で降伏していると仮定すると式(2)で算定される sP_u' に低減係数 k を乗じて

$$sP_u' = k \cdot sP_u = k \cdot sA \cdot s\tau_u \quad (3)$$

従来の研究によるとH型鋼を用いた鉄骨ばりの載荷実験の結果、鉄骨ウエラがせん断で降伏を起こすときの鉄骨のせん断応力度は、 $s\tau_u$ の約70%程度であることが報告されている。^[2] そこで、いま、 k を0.7と置き、さらに rP_u について日本建築学会式^[3]を適用した場合、表-1に示す結果を得る。これより計算値と実験値は比較的良好な一致を示し、式(1)よりせん断破壊荷重は比較的簡単に見当をつけることが可能である。

表-1 せん断破壊荷重計算結果

供試体記号*	実験値 (ton)	計算値 (ton)			実験値 計算値
		rP_u	sP_u'	sR_p	
A-1D-0**	21.0	3.9	14.7	18.6	1.13
A-1D-10	24.1	7.7		22.4	1.08
A-1D-6	26.2	8.0		22.7	1.15
A-1D-4	25.4	8.4		23.1	1.10
A-1D-25	27.5	9.5		24.2	1.14
A-1.2D-0	18.8	3.3		18.0	1.04
A-1.2D-10	19.9	6.9		21.6	0.92
A-1.2D-6	22.7	7.3		22.0	1.03
A-1.2D-4	22.8	8.2		22.9	1.00
A-1.2D-25	23.1	8.9		23.6	0.98
A-1.5D-10	18.9	5.6		20.3	0.93
A-1.5D-6	20.3	6.6		21.3	0.95
A-1.5D-4	19.8	7.5		22.2	0.89

[註] * 供試体記号は順に A-[せん断スパン長]-[スタック間隔] を意味する。

** 末尾の 0 はスタックをもたないことを意味する。

<参考文献> [1] 若林実他「鉄骨鉄筋コンクリート構造」p25~p27 [2] 横尾義實他「H型鋼をもちいた鉄骨コンクリートに関する研究」建築学会論報集 133号 p1~p7 [3] 建築学会「RC構造計算規準」