

I-61 純曲げ・せん断をうけるU形孔ばりの極限強度について

立命館大学大学院 学生員 ○藤原清隆
立命館大学理工学部 正 員 伊藤 満

1. はじめに

腹板上部に開孔を有する鋼床版横リブ断面は、通常の桁の腹板にはみられない複雑な応力が開孔部周辺に生ずる。本研究は、鋼床版横リブを縦リブのないU形孔を有するはりとしてとらえ、純曲げ載荷実験、せん断実験を行い、孔あき腹板断面の強度特性を調べた。また、極限強度解析を行い、実験結果との比較検討を行った。

2. 実験概要

図-1、表-1は、実験供試体の標準寸法を示したものである。材質はすべてSS41とした。腹板に設けられたU形孔形状寸法は、鋼床版用U形鋼のJSS規格の中から、呼び名300×200のU形鋼リブを通すことを仮定し、さらにU形鋼リブ底面下に設けられるスカラープ（約20～30mm）を考慮して、縮尺1/2.5として決定したものである。実験は、主として腹板高さ（H）とU形孔高さ（ h_0 ）の違いによる強度特性を調べるため、U形孔高さを一定とし、腹板高さを変化したH/ h_0 =3.0（Aタイプ）、H/ h_0 =2.3（Bタイプ）H/ h_0 =1.6（Cタイプ）の3種類の供試体を用いた。

3. 極限解析

塑性ヒンジは、図-2（a）に示すようにU形孔コーナー部のA-A断面及びA'-A'断面に形成されるものと仮定した。したがって、塑性ヒンジは、U形孔コーナー部の逆T形断面と上フランジ断面に計4箇所形成される。A-A断面における応力分布は、せん断力Qによる付加モーメントの作用（フィレンディール作用）を考慮して図-2（b）（中立軸が腹板断面内にある場合）のように仮定した。また、せん断力Qは腹板断面内のみで受け持つものとし、垂直応力 σ とせん断応力 τ の組合せ応力による降伏条件はVon Misesの条件を満たすものとした。図-2（b）の曲げモーメント、せん断力のつりあいよりそれぞれ次式をうる。

$$M = \gamma_s b t_u (H_2 - 0.5 t_u) + \gamma_b b t_L (1 - K_1) (H_1 - 0.5 K_1 t_L - 0.5 t_L) + 0.5 \gamma_w [\{ H_2 - t_u - h_0 - K_2 (H - h_0) \}^2 + (H_1 - t_L)^2], \quad Q = \tau w K_2 (H - h_0)$$

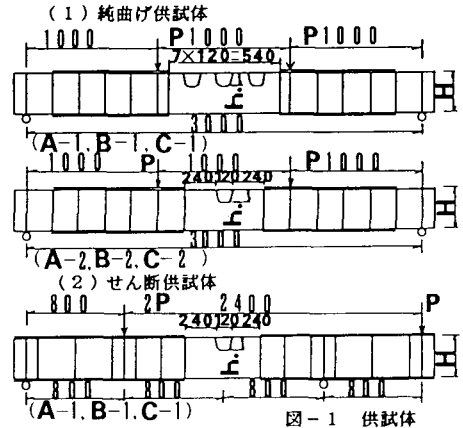
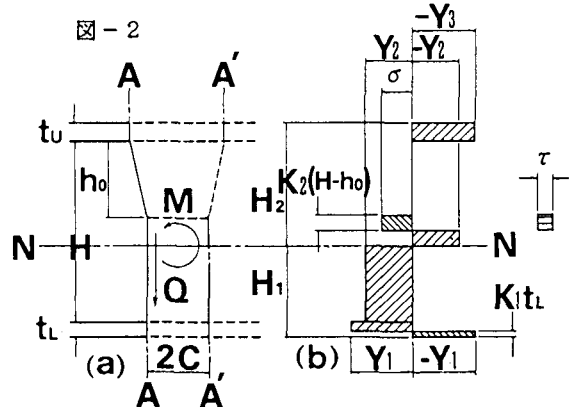


図-1 供試体

表-1 供試体標準寸法

Specimen	b_u	t_u	b_L	t_L	H	w	H/ h_0	b_u	t_u	b_L	t_L
純曲げ											
A-1	130	12	120	8	300	6	3.0				
A-2											
B-1	110	12	110	9	230	4.5	2.3				
B-2											
C-1	100	10	92	9	160	3.2	1.6				
C-2											
せん断											
A-1	150	6	100	4.5	300	4.5	3.0				
B-1	130	6	100	4.5	230	4.5	2.3				
C-1	115	6	100	4.5	160	4.5	1.6				



また、フィレンディール作用の力のつり合より

$$\sigma_w K_2 (H - h_0) = Y_1 b K_1 t_L$$

$$Q C = Y_1 b K_1 t_L (H_1 - 0.5 K_1 t_L) - \sigma_w K_2 (H - h_0) \{ H_2 - t_L - H_1 - 0.5 K_2 (H - h_0) \}$$

をうる。

ただし、 $Y_2 = \sigma^2 + 3\tau^2$, $0 \leq K_1 < 1$, $0 \leq K_2 \leq 1$
ここに、 Y_1 , Y_2 , Y_3 は、それぞれ、下フランジ、腹板、上フランジの各断面の降伏応力である。

4. 実験結果と考察

実験供試体の極限強度は、図-3に示すように純曲げ供試体は、弾性曲線と塑性域のフラットな部分を直線で引いて得られるE点、せん断供試体は弾性曲線の剛性の2/3の剛性曲線と実験値との交点Fとしてそれぞれ選んだ。実験値と解析値の比較を図-4に示す。図中、曲線①が図-2の応力分布に相当する解析値を示し、曲線②は、フィレンディール作用を考慮していない場合を示す。解析値は、 H/h_0 比が小さい程、フィレンディール作用の影響を受け易いことを示しており、実験値においても、 H/h_0 比の小さいCタイプに下フランジの応力の乱れが顕著にみられフィレンディール作用の影響の大きいことを確認した。図-4の相関曲線において、Aタイプ（せん断）を除いて解析値は実験値とほぼよい一致を示している。今回、腹板上部に逆台形孔を有する、いわば特殊な有孔H形断面に対して通常見られる円形、矩形孔が腹板中央部に設けられたH形断面の極限解析法と同じ解析法を試みたが、この方法は、この種ののりの極限強度を推定するのにも比較的有効な方法であると思われる。

4. あとがき
腹板最上部にU形孔を有するはりが純曲げ・せん断をうける場合について実験的に検討し、極限強度解析との比較を行った。なお、供試体の製作には、高田機工の矢幡健氏にご協力を得た。ここに深謝する次第である。

4. あとがき

腹板最上部にU形孔を有するはりが純曲げ・せん断をうける場合について実験的に検討し、極限強度解析との比較を行った。なお、供試体の製作には、高田機工の矢幡健氏にご協力を得た。ここに深謝する次第である。

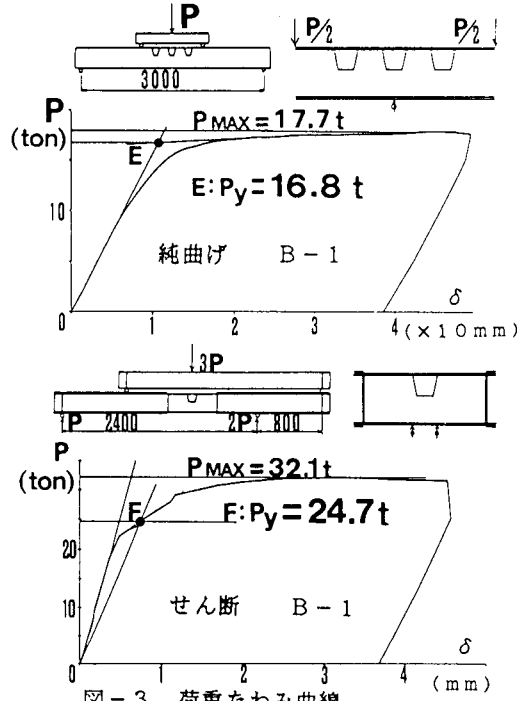


図-3 荷重たわみ曲線

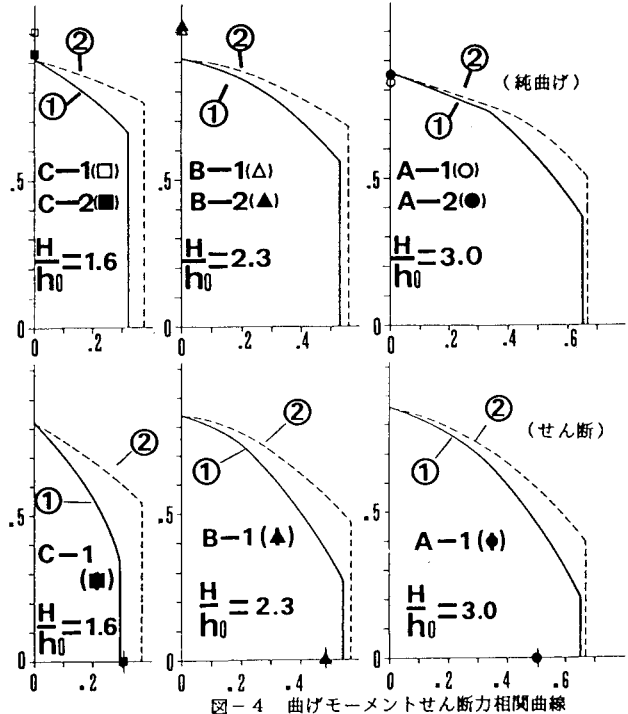


図-4 曲げモーメントせん断力相関曲線

参考文献 1) 藤原・伊藤「純曲げ・せん断をうけるU形孔ばりの耐荷力実験」関西支部年次講演会、1987年4月 2) Bower, J.E.: Ultimate Strength of Beams with Rectangular Holes, Proc. of ASCE, 1968年6月 3) 大村, 上野谷, 大谷「孔を有するH形ばりの極限解析について」第28回年次講演会, 1973年10月