

広島大学 正員 大村 裕

広島大学 正員 上野谷 実

1 言えがき

有孔ばりの弾塑性挙動に大きい影響を及ぼす要因として、荷重状態、孔の大きさ、断面形状等が考えられる。従来の研究⁽¹⁾⁽²⁾で取扱われている要因は荷重状態に関するものがあるが、孔の大きさに関するものは、あまり見られない。本研究は、円孔を有する矩形断面ばりの弾塑性挙動に与える荷重状態、円孔径の影響を模型ばりの荷重-変位曲線によって検討する。

2 模型実験

模型実験に使用した有孔ばりの形状寸法、載荷状態、変位測定点を図-1に示す。模型ばりは、材質がSS41の帯鋼を熱処理によって製品加工時の残留ひずみと降伏し、 $60 \times 10 \times 640$ に機械仕上げした。模型ばりに使用した鋼材の機械的性質は、単純引張試験の結果降伏応力 $\sigma_y = 2900 \text{ N/mm}^2$ である。

3 耐荷力の計算

(a) 計算法(1); 単純塑性設計計算法によれば、塑性モーメントは円孔中心断面において最小となり応力状態は図-2のようになり無次元化した塑性モーメント M/M_{p0} 、塑性せん断力 S/S_{p0} は次のようになる。

$$M/M_{p0} = 2R_1(1 - \frac{r}{d})(1 - 0.5R_1(1 - \frac{r}{d}))$$

$$S/S_{p0} = (1 - R_1)(1 - \frac{r}{d})$$

M_p, M_{p0}, S_p, S_{p0} ; それぞれ有孔無孔時の塑性モーメント、塑性せん断力

$$M_{p0} = \sigma_y t d^2, \quad S_{p0} = \frac{3}{8} \sigma_y t d$$

各円孔径に対して計算した $M/M_{p0}, S/S_{p0}$ を図-7に破線を示す。

(b) 計算法(2); 円孔部分の上下をそれぞれ変断面部材と考慮フレネル作用を考慮する計算法。フレネル作用を考慮した応力状態を図-3に示す。塑性モーメント M/M_{p0} 、塑性せん断力 S/S_{p0} は、

$$M/M_{p0} = (1 - R_1 - R_2 - \frac{r}{d} \cos \theta)(1 + R_1 - R_2 + \frac{r}{d} \cos \theta), \quad S/S_{p0} = R_1 \sqrt{1 - (\frac{R_2}{R_1})^2}$$

となる。 R_1, R_2 は次のつりあひ式より求まる。

$$\sigma_y R_1 d = \sigma_y R_2 d, \quad \sigma_y^2 + \tau^2 = \sigma_y^2 \quad (\text{von Mises の降伏条件})$$

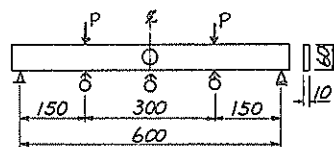
$$\tau R_1 r \sin \theta = \sigma_y R_2 \{d(1 - 0.5R_1 - 0.5R_2) - r \cos \theta\}$$

各円孔径に対して計算した $M/M_{p0}, S/S_{p0}$ を図-7に実線を示す。

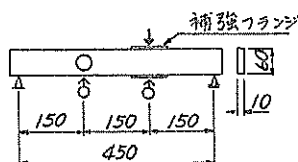
4 実験結果

模型ばりの代表的荷重-変位曲線と各荷重状態に対して図-4に示す。模型ばりの耐荷力の決定法は、図-5中に破線を示すように弾性域と塑性域の接線の交点によつた。

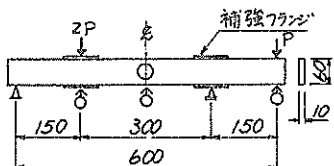
5 おそひ



(a) 純曲げ載荷



(b) 曲げせん断載荷



(c) せん断載荷

単位mm

図-1 模型実験の荷重状態

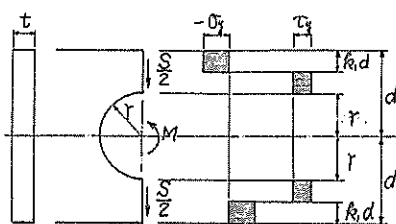


図-2 耐荷力計算法(1)

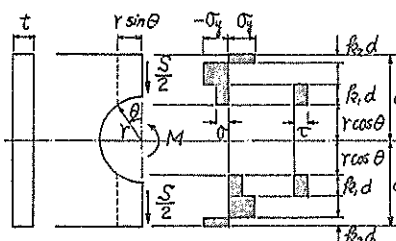


図-3 耐荷力計算法(2)

円孔を有する矩形断面梁の弾塑性挙動について、本研究の範囲内で明らかにした点を次に述べる。

①荷重-変位曲線に於て、梁の降伏点は純曲げ、曲げせん断、せん断の順に、 $r/d = 0.7, 0.5, 0.3$ の順に明確となる。②フルインテル作用を考慮する計算法は橋梁実験の結果とよい近似を示し、耐荷力計算に適すると思われ。

参考文献 (1) Radwood, R.G. and McCutcheon, J.O. "Beam Tests With Unreinforced Web Openings" ASCE, Vol. 94, ST 1, Jan., 1968
(2) Bower, J.E. "Ultimate Strength of Beams with Rectangular Holes" ASCE, Vol. 94, ST 6, June, 1968

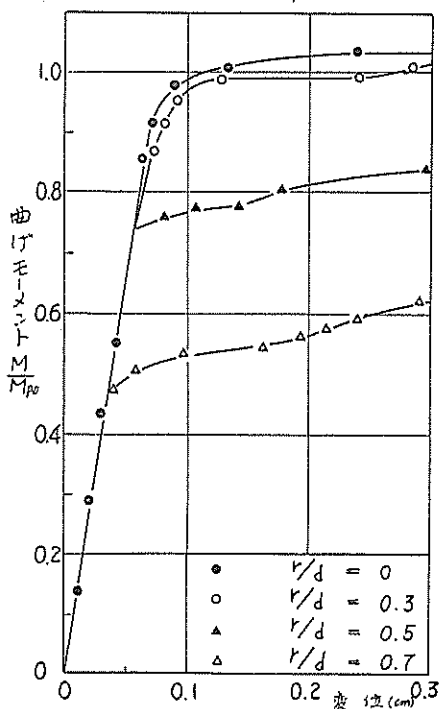


図-4 純曲げ載荷の荷重-変位曲線

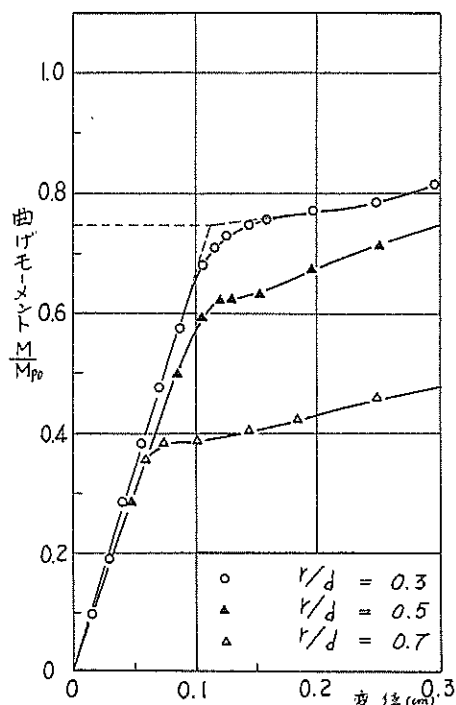


図-5 曲げせん断載荷の荷重-変位曲線

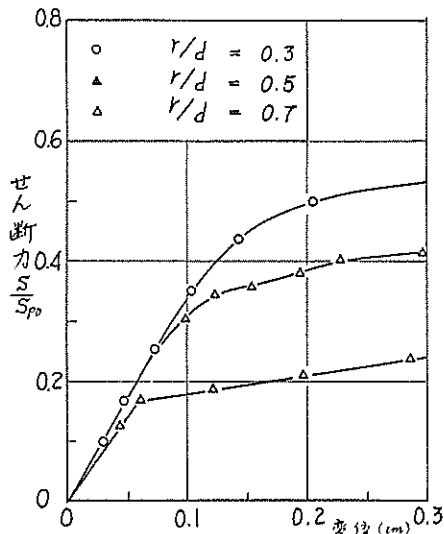


図-6 せん断載荷の荷重-変位曲線

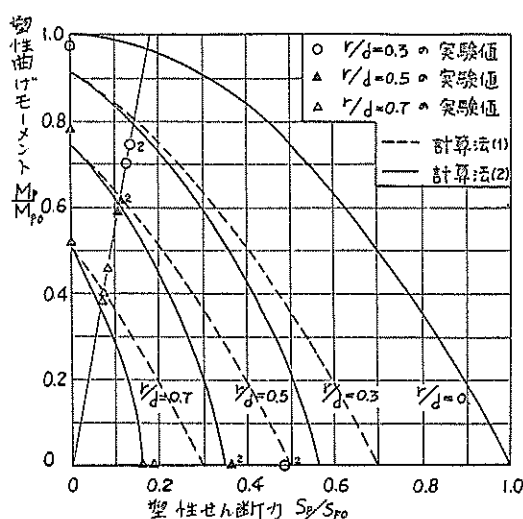


図-7 円孔を有する矩形断面梁の耐せん断力