

I-A242 水平補剛材端ギャップの大きさとプレートガーダーの曲げ終局強度低下の関係

大阪大学大学院 学生員 瓦林 誠
大阪大学大学院 正会員 大倉 一郎

1. はじめに

近年、土木構造物の設計、施工に関して合理化や省力化が指摘されている。鋼橋の製作においても、ロボット溶接を利用することによる合理化により鋼橋の価格を下げる事が期待される。プレートガーダーの製作においてロボット溶接の使用を困難にしている原因の一つに、水平補剛材と垂直補剛材の連結構造が挙げられる。ロボット溶接の稼動を容易にするには水平補剛材と垂直補剛材の間隔すなわち水平補剛材端ギャップが大きいことが望まれる。本研究では有限要素法による弾塑性有限変位解析によって、水平補剛材端ギャップの大きさとプレートガーダーの曲げ終局強度低下の関係を明らかにする。

2. 解析モデル

水平補剛材端ギャップがプレートガーダーの曲げ終局強度に与える影響を汎用有限要素プログラム MARC¹⁾によって調べた。解析対象とした桁の要素分割を図-1、解析桁の各要素の断面寸法を表-1に示す。使用する鋼材は SM490Y ($\sigma_y=353.0\text{MPa}$, $E=2.06 \times 10^5 \text{MPa}$, $\nu=0.3$)とした。ウェブの板厚を 9mm とし、道路橋示方書に規定される水平補剛材を 1 段用いる場合のウェブの幅厚比の限界値 209 になるように、上下フランジの純間隔 b を 1881mm とした。フランジは、降伏荷重に至るまで局部座屈を起こさない様な断面寸法としている。中央の 2 つのウェブには形状が正弦半波で、左右のパネルが面外方向に逆位相となる初期面外たわみを与え、その最大値を 7.52mm ($=b/250$) とした。水平補剛材の端部は 90° に切断した場合と 45° に切断した場合を考慮した。

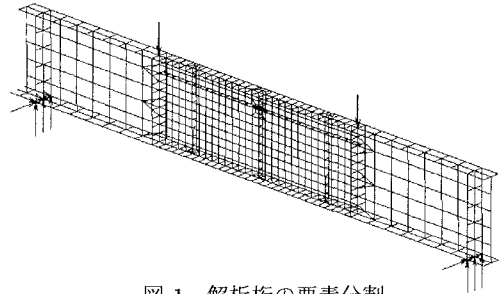


図-1 解析桁の要素分割

表-1 解析桁の各要素の断面寸法

上下フランジ (mm)	437×20
ウェブ (mm)	1881×9
垂直補剛材 (mm)	113×9
水平補剛材 (mm)	104×10 ($\alpha=1.0, r_h=30$)
	104×15 ($\alpha=1.0, r_h=45$)
	104×20 ($\alpha=1.0, r_h=60$)
	85.5×9 ($\alpha=1.0, r_h=15$)
	115.5×11 ($\alpha=1.0, r_h=45$)

3. 水平補剛材の剛度と終局強度低下の関係

ウェブの縦横比 α が 1.0 の桁に対して解析を行った。

水平補剛材の断面寸法は次式において r_h が 30, 45, 60 の各値に対する I_h を満たす様に決めた。

$$I_h = \frac{bt_w^3}{11} r_h \quad (1)$$

I_h : 水平補剛材の断面二次モーメント

t_w : ウェブの板厚

$\alpha=1.0$ に対して道路橋示方書では r_h は 30 である。 P_u/P_y と g/a の関係を図-2 に示す。縦軸は曲げ終局荷重 P_u を降伏荷重 P_y で無次元化した値、横軸はギャップの大きさ g を垂直補剛材の間隔 a で無次元化した値をとっている。 $g/a < 0.02$ では r_h が大きくなるに従って P_u/P_y の値も大きくなる。しかし $g/a > 0.02$ では r_h による P_u/P_y の大きさの違いは小さく、 g/a の増加とともに直線的に低下する。 $g/a < 0.02$ では水平補剛材端部の切断角が 45° の場合と切断角が 90° の場合の終局強度に差は見られない。しかし $0.02 < g/a < 0.06$ では、切断角が 45° の終局強度が、切断角が 90° の終局強度より低い。

キーワード：水平補剛材端ギャップ、曲げ終局強度、弾塑性有限要素解析

〒562-0871 吹田市山田丘 2-1 TEL 06-6879-7620 FAX 06-6879-7621

4. 終局強度の低下率とギャップの限界値

α が0.5, 1.0, 1.5に対する P_u/P_Y と g/a の関係を図-3に示す。ここで水平補剛材の断面寸法は、式(1)において、道路橋示方書で規定される $r_h = 30\alpha$ を満たす様に決めた。各縦横比において $g/a=0$ でかつ水平補剛材端部の切断角が 90° の終局強度からの低下率 η を次のように定義する。

$$\eta = 1 - \left(\frac{P_u/P_Y}{P_u/P_Y \text{ for } g/a \text{ and cutting } 90^\circ} \right) \quad (2)$$

低下率 η を満足する g/a の限界値と α の関係を図-4に示す。この関係は次式で近似される。

$$\frac{g}{a} = k_1 + k_2 \alpha \quad (3)$$

ここに k_1, k_2 ：表-2に示す値をもつ係数

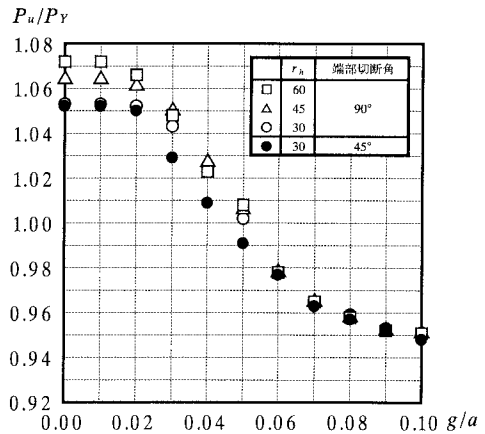
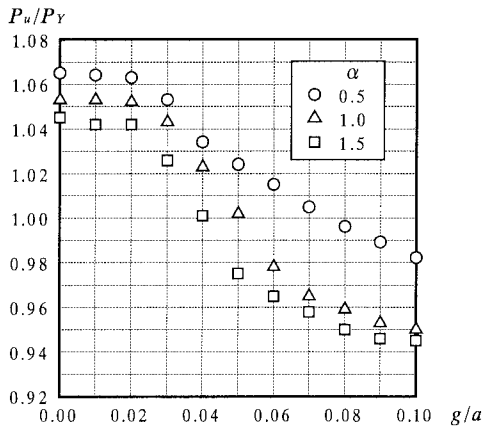
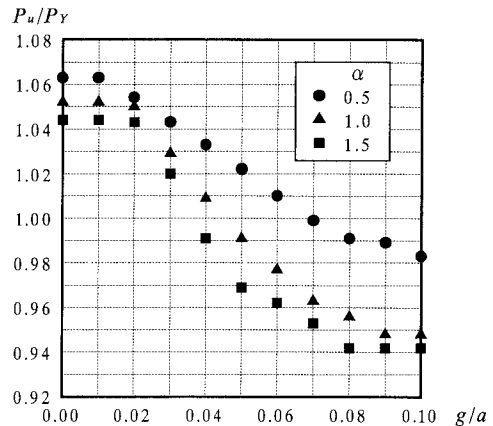


図-2 P_u/P_Y と g/a の関係



(a) 水平補剛材端部の切断角 90°



(b) 水平補剛材端部の切断角 45°

図-3 P_u/P_Y と g/a の関係

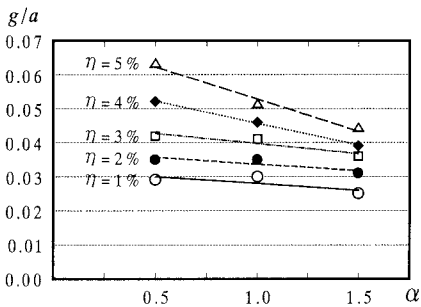


図-4 g/a と α の関係【切断角 90° 】

表-2 k_1, k_2 の値

		η (%)				
Cutting angle	k	1%	2%	3%	4%	5%
90°	k_1	0.0320	0.0377	0.0457	0.0587	0.0717
	k_2	-0.004	-0.004	-0.006	-0.013	-0.019
45°	k_1	0.0183	0.0310	0.0427	0.0557	0.0677
	k_2	0.004	-0.002	-0.007	-0.014	-0.020

- MARC: Version K6.2, MARC Analysis Research Corporation, USA, 1994.
- I.Okura, A.Kazashi, Z.Kesmarky and A.Nagy.: Effects of stiffener-end-gaps on ultimate strength of girders under bending, Technology Reports of the Osaka University, Vol.47, No.2294, pp.225~235, 1997.