

駒井鉄工

正員○秋山寿行

大阪大学工学部

大松彰吾

大阪大学工学部 正員 亀井義典

大阪大学工学部 正員 西村宣男

1. まえがき

現在、中小スパン橋梁における鋼橋の競争力強化を目指して、積算体系、設計法の合理化や製作の自動化・省力化を可能とする構造詳細の検討など多方面にわたる調査研究が行われている。このような合理化に関する検討の一環として、プレートガーダー高力ボルト継手部を対象とし、継手部の腹板パネルにおける局部座屈防止のための補剛構造の合理化に関する検討¹⁾が行われてきた。これは水平補剛材を有するプレートガーダーに対し、水平補剛材の省略が可能な腹板の幅厚比およびアスペクト比の範囲を明らかにし、さらに腹板の添接板に補剛リブを取り付けることによって水平補剛材の省略が可能となる範囲も明らかにしている。解析において導入されている継手部のモデル化の妥当性を検討するための耐荷力実験を行ったので報告する。

2. 実験概要

実験供試体は、支間中央に高力ボルト摩擦接合継手を設けたプレートガーダーで、継手部の構造パラメータが異なる3種類とした(表-1)。

・CASE1:水平補剛材を省略すると曲げ降伏強度が確保されない。

・CASE2:水平補剛材を省略しても曲げ降伏強度が確保される。

・CASE3:水平補剛材を省略すると曲げ降伏強度が確保されないが、補剛添接板を用いることにより曲げ降伏強度が確保される。

CASE2は、CASE1を基にして継手パネルの垂直補剛材間隔を小さくしたものである。CASE3は、CASE1を基にして腹板の2枚の添接板のうち1枚に補剛リブを取り付けたものである(図-1)。実験は、この供試体を単純支持装置で支え、2点集中荷重を載荷することによって、プレートガーダーの継手パネルを含む中央部に等曲げを作用させた(図-2)。そして、継手パネルの応力分布、変位、曲げ耐力を測定した。

3. 実験結果

極限強度を表-2に示す。CASE1とCASE2を比較すると、アスペクト比の小さいCASE2の方が極限強度が大きくなることが確認できた。またCASE1とCASE3では、CASE3の方が大きくなっているが M_u/M_y は1.0であり、強度に対する補剛リブの効果は明確には確認できなかった。その理由として、腹板の添接板と上フランジのすきま部で局部的な板曲げ変形が発生し上フランジが大きく傾いたため、補剛リブの効果が現れる前に極限強度がその局部座屈に支配されることになったためである。

次に腹板の崩壊モードを図-3に示す。極限状態に達するまではCASE1では逆対称モードとなっている。それ以降は、上フランジの回転変形の影響によって対称モードに近づいていった。CASE2では極限状態に達するまでは、腹板の変形はあまり発生していない。CASE3では添接板の変形は小さく、逆にその外側で変形が大きくなっており、補剛リブの効果を確認することができる。また、CASE1とCASE3では極限状態以降に上フランジが大きく回転変形した。

Hisayuki AKIYAMA, Shogo OHMATSU, Yoshinori KAMEI, Nobuo NISHIMURA

表-1 供試体の断面諸元

	CASE1	CASE2	CASE3
鋼種	SM490Y		
腹板断面 (mm)	1350×6		
フランジ断面 (mm)	290×14		
曲げ降伏強度 M_y (t/m)	261.6		
垂直補剛材間隔 a (mm)	800	600	800
腹板の幅厚比 h_w/t_w	225.0	225.0	225.0
アスペクト比 a/h_w	0.593	0.444	0.593
断面積比 A_w/A_f	2.00	2.00	2.00

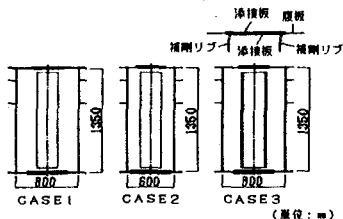


図-1 継手パネルの形状

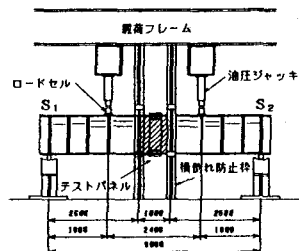


図-2 荷重載荷方法

表-2 初期降伏 M_y および極限強度 M_u

	(単位: (t・m))					
	実験値		計算値		M_u/M_y	
	M_1	M_2	M_y	M_y^*	M_u/M_y	M_u/M_y^*
CASE1	262.9	315.0	322.9	261.6	0.9755	1.2041
CASE2	279.2	321.9	324.1	261.6	0.9932	1.2305
CASE3	269.7	324.2	324.0	261.6	1.0006	1.2393

注) M_y : 断面は実寸法、降伏応力度は引張試験値($\sigma_y=4396\text{kgf/cm}^2$)を用いて算出した曲げ降伏強度
 M_y^* : 断面は設計寸法、降伏応力度は公称値($\sigma_y=3800\text{kgf/cm}^2$)を用いて算出した曲げ降伏強度

継手線位置の腹板の水平変位は、CASE1では極限状態まではあまり変形していない。これは、CASE1が逆対象モードで変形しているためである。次にCASE3でも、極限状態まではあまり変形していない。極限状態以降は、腹板の添接板と上フランジのすきまで局所的な板曲げ変形が発生したため、すきま部で折れ曲がっているのが確認できる。

4. すきまの影響

実験の結果、補剛添接板を用いたCASE3はCASE1に比べると、腹板の板たわみ、特に腹板の添接板部の板たわみはかなり抑制できることは確認できた。しかし先に述べたように、腹板の添接板と上フランジとのすきま部で局所的な板曲げ変形が発生したために、極限強度は予想していたように上昇しなかった。そこで、このすきまが極限強度に与える影響を検討をするため、立体薄板構造の弾塑性有限変位解析プログラムを用いた解析を行った。解析では、腹板の添接板と上フランジとのすきまを考慮したモデルと、すきまを無視して腹板の添接板上フランジに直接接合したモデルを用いて耐荷力解析を行った。

解析結果を表-3に示す。CASE1とCASE2ではすきまの有無によって極限強度にほとんど変化は見られないが、CASE3ではすきまの有るモデルの方が3%程度極限強度が低下すること、極限強度を超えた後の除荷域の勾配が大きくなることが確認された(図-4)。

崩壊モードに関し、CASE3についてのみすきまの有るモデルの方が、上フランジの傾きが大きくなることが確認された。また、いずれのケースにおいても、実験と同様の崩壊モードとなっているため、この解析が正しく行われたものと考えられる。したがって、CASE3では腹板の添接板と上フランジのすきまを小さくした場合、局所的な板曲げ変形は起こらず、極限強度は高くなったものと考えられる。

5. 結論

本研究で明らかになった知見は以下の通りである。

- 1) 水平補剛材が必要なプレートガーダー現場継手部で、腹板の添接板と隣接の垂直補剛材との間隔が狭い場合、この部分における水平補剛材を省略しても、曲げ降伏強度を確保することができる。
- 2) 水平補剛材が必要なプレートガーダー現場継手部で、水平補剛材を省略しても補剛添接板を用いることによって、曲げ降伏強度を確保することができる。
- 3) 補剛添接板を用いた継手部では、腹板の板たわみ、特に腹板の添接板部の板たわみはかなり抑制できる。
- 4) 補剛添接板を用いる場合、腹板の添接板と上フランジのすきまが極限強度に影響を及ぼすことがある。したがって、腹板の添接板は上フランジの近傍まで伸ばすことが望ましい。

参考文献

- 1) 秋山寿行, 西村宣男, 大塚勝, 松村達生, 竹中裕文: プレートガーダー現場継手部腹板の補剛方法の合理化, 土木学会第48回年次学術講演会概要集, I-45, 1993.

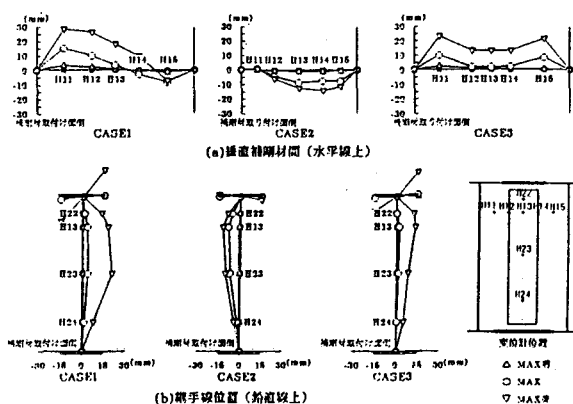


図-3 代表的荷重レベルにおける断面の板たわみ

表-3 すきまの有無に関する比較

	(単位: t・m)					
	解析値1		解析値2		実験値	
	M_x	M_y	M_x	M_y	M_x	M_y
CASE1	239.9	302.8	242.1	305.4	262.9	315.0
CASE2	237.1	317.8	241.5	317.6	279.2	321.9
CASE3	231.8	338.6	236.8	347.4	269.7	324.2

注) 解析値1: すきまの有るモデル
解析値2: すきまの無いモデル

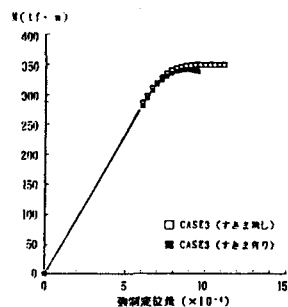


図-4 荷重-強制変位量