

埼玉大学大学院 学生員 〇松 久 茂
 芝浦工業大学 正員 山 本 一 之
 埼玉大学 正員 奥 村 敏 恵

1. はじめに 本州四国連絡橋鋼上部構造研究小委員会では、トラス格点部の弾性域内での静力学的応力挙動にもとづいた“トラス格点部設計指針(案)”を昭和51年にとりまとめた。本報告は、トラス格点部の耐荷力特性を実験的に明らかにすることによって、指針(案)の妥当性を検討したものである。

2. 実験供試体 全供試体(5体)ともワーレン形式格点の部分模型とし、Table-1, Fig-1, 2, 3に示す構造形式、使用材質の相違に着目した供試体の製作を行なった。

Table-1

供試体	構造形式	弦 材 覆 板	ガゼットプレート
NO.1	一 体	SS41 (12 m/m)	SS41 (12 m/m)
NO.2	一 体	HT80 (8 m/m)	SM41 (8 m/m)
NO.3	一 体	SM41 (16 m/m)	SM41 (8 m/m)
NO.4	一 体	HT60 (8 m/m)	HT60 (8 m/m)
NO.5	添 接	SM41 (8 m/m)	SM41 (8 m/m)

3. 載荷装置および載荷方法 Fig-4に示す7mスパンのピン結合ワーレントラスを載荷装置とし、中央格点部を試験格点とする実験方法を採用した。載荷は、上弦材端格点より最大2000 tonの圧縮荷重を負荷することが可能で、その場合試験格点の左右弦材には、各々866 ton, 287 tonの引張軸力が作用し、面腹材には各々577 tonの引張および圧縮軸力が作用する。載荷トラスの材質はSM58で、最大負荷時においても各部材の応力は許容応力度の80%程度になるように設計した。

4. 測定方法 本実験では、荷重の増加とともに発生する塑性域の拡がり、塑性ひずみ挙動、トラス全体の変形挙動を定量的・定性的に測定するためにガゼットプレートの片面に塑性ゲージを貼付し、反対面に光弾性皮膜を貼付した。又、載荷トラスの各位置に差動トランス、ダイヤルゲージを設置した。

5. 実験結果および考察

1.) 塑性域の拡がり 指針(案)によると、格点部には有意な塑性域が発生する時の載荷荷重はTable-2のようである。

Table-2

供試体	NO.1	NO.2	NO.3	NO.4	NO.5
載荷荷重P	746t	457t	472t	831t	749t

以後の検討は、Table-2のPをもとに行なう。負荷荷重の増加とともに発生・進展する塑性域の拡がりの様子を光弾性皮膜法によ、測定した。降伏条件としてTrescaの降伏条件式を用い、各素材試験より得られた降伏ひずみに対応する弾塑性境界簡次数を降伏曲線から求め、

Fig-1

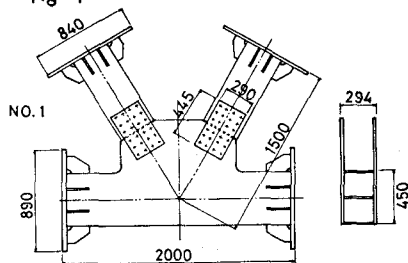


Fig-2

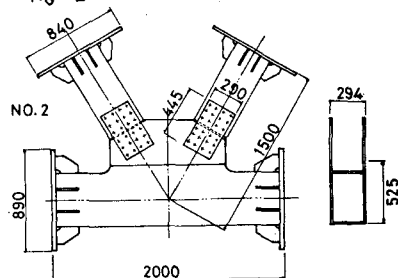


Fig-3

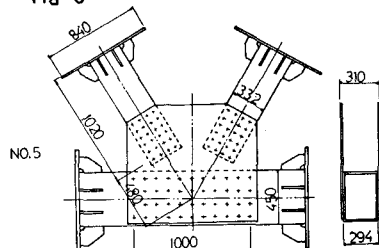
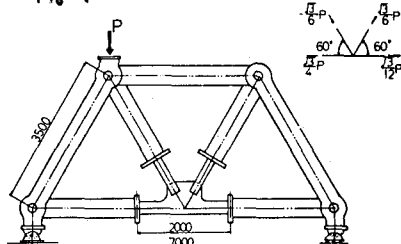


Fig-4



各荷重段階で写真撮影された等色線写真から弾塑性境界に相当する偏次数を読み取る事によって、一例として、Fig-5.6に示した塑性域の拡がり図を作成した。図中の各等高線に示した数字は荷重段階を示し、各荷重段階に対応する載荷荷重 P および $K (=P/P_0)$ を表に示した。各供試体の塑性域の拡がりを3タイプに分類し、以下簡単な説明を加えると、NO.1, NO.4; 両供試体とも格点部に有意な塑性域が発生するのは、 $K \approx 0.9$ である。光弾性皮膚法自体低ひずみ領域で比較的不安定である事を配慮すれば、ほぼ予測どおりである。 $K \approx 1.2$ までは塑性域は突出部のみに拡がり、その後弦材腹板へと拡がる現象が認められる。又、圧屈崩壊に至るまでかなりの塑性変形が認められ、ガセットプレートが General yield し、無拘束流れの生じる荷重は $P = 1260 \text{ ton}$ で $K = 1.69$ である。NO.2, NO.3; $K = 1.2$ で有意な塑性域が発生した。両形式は、最も高応力を呈する位置が増厚又はより高強度の材質を用いているので、塑性域の発生は、NO.1, NO.4に比較して遅くなり、圧屈崩壊に至るまで弦材腹板には塑性域の発生は認められなかった。又、ガセットが General yield する $K \approx 2.0$ においても有意な塑性変形は認められなかった。NO.5: $K \approx 0.7$ において塑性域が発生した。他の形式と異なり、ガセットプレートに直交する腹材連結用のダイヤフラムがなく、弦材とガセットが非連続であり、さらにせん断応力はガセット全幅にわたりほぼ均一に分布するため、塑性域の進展が早く、 $K \approx 1.1$ でほぼ全面が General yield した。

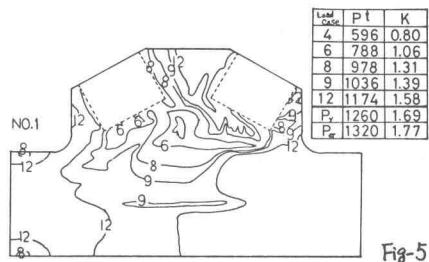


Fig-5

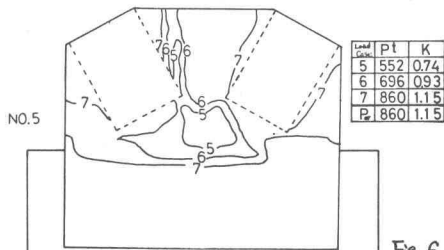


Fig-6

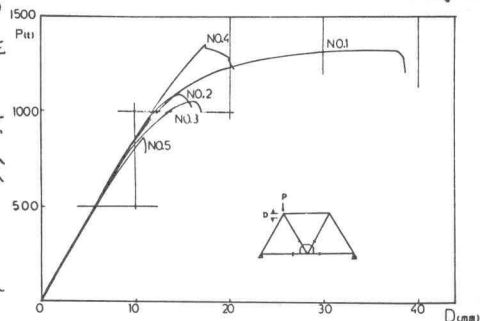


Fig-7

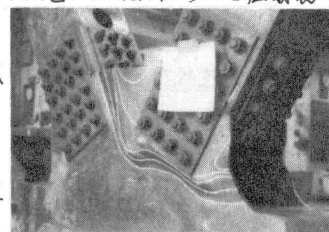


Photo-1

2.) 極限耐力 トラスの変形挙動を検討するため、載荷点位置の荷重-変位曲線をFig-7に示す。NO.1供試体がかんりの塑性変形後に圧屈崩壊したのに対し、他の4体は変形が直線から緩むいた後ただちに圧屈崩壊した。全供試体のガセットプレートは、壁面弾塑性圧屈より耐力を消失し、前記の圧屈形状は、Photo-1に示すように圧縮腹材端部を中心として、両腹材間の二分する垂直位置及びガセットに直交して溶接された弦材フランジ位置を境界とする半円状の圧屈モードを示した。指針(案)式との比較をTable-3に示した。NO.1供試体は比較的良好な荷重-変位曲線が得られており、格点の塑性流動荷重(1260 ton)に対する安全率は3.1である。材料の引張強度に対する安全率が3程度である事、格点がトラス各構成部材

Table-3

の連結部であると言う重要性等を考えると、3程度の安全率が確保される事が望ましいと考えられる。NO.2, NO.3に関しては、ガセットプレート内でも最も高応力となる位置が補強されていると考えられるので、3倍以上の安全率が確保されているが、NO.4, NO.5に関しては安全率は2.6であり、なにかの方法で補強するか、あるいは板厚をより厚くして、3倍以上の安全率が確保できるようにする必要がある。

	σ_y	σ_u	P_t	P_y	P_{cr}	$n_1 = \frac{P_y}{P_t}$	$n_2 = \frac{P_y}{P_{cr}}$
NO.1	3050	4280	411	1260	1320	3.1	3.2
NO.2	2820	4440	272	—	1092	—	4.0
NO.3	2820	4440	281	—	1052	—	3.7
NO.4	5090	6570	510	—	1348	—	2.6
NO.5	3150	4320	330	—	860	—	2.6

P_{cr} : 圧屈荷重 (t), P_y : 塑性流動荷重 (t)

P_t : 合成応力あるいはせん断応力、板厚が異なる場合の平均載荷荷重 (t)