

I - 293

テーパープレートをフランジに用いたI桁の力学特性に関する実験的研究

日本道路公団
川崎製鉄(株) 正会員 ○中村 聖三
高田機工(株) 正会員 谷 俊 寛

1. まえがき

最近、鋼板の圧延技術の進歩により橋軸方向に板厚を連続的に精度よく変化させた鋼板（テーパープレート／LP; Longitudinally Profiled Steel Plate）の製造が可能となった。このテーパープレートを桁橋や箱桁のフランジ材に用いることにより、従来の板厚、板幅を変えることにより断面積を変化させていた方法に比べ、鋼重ならびに板継工数の低減が可能となることが期待される。今回上信越自動車道において、深沢川橋下り線が省力化対象工事となり、わが国で初めてテーパープレートをフランジ材に使用することとなったため、テーパープレートをフランジ材に用いた桁試験体を製作し、載荷試験を実施した。本文はその結果について概説するとともに、本形式橋梁への従来の設計法の適用性に関して検討した結果を報告するものである。

2. 試験体と試験方法

試験体は、上下フランジにテーパープレートをを用い中央部に高力ボルト摩擦接合による連結部を有する、全長16.0m、支間長14.4m、ウェブ高2.4mのI桁である。載荷方法はスパン中央部に1.6mの純曲げ区間を有する4点曲げ載荷とし、試験体の両端は単純支持とした。なお、最大荷重は180tonfとし、45tonfピッチで載荷した。図-1に試験体の形状・寸法と載荷方法を示す。載荷試験においては、フランジの応力分布（桁軸およびフランジ幅方向）を単軸ゲージで、ウェブのせん断応力分布を三軸ゲージで測定するとともに、桁軸方向の鉛直変位分布を電気式変位計で測定した。

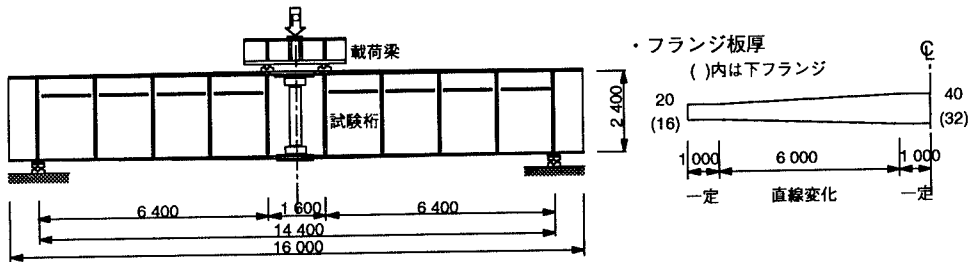


図-1 試験体の形状・寸法と載荷方法

3. 試験結果と考察

(1) フランジの曲げ応力

図-2に最大荷重時(180tonf)のフランジ曲げ応力(断面の平均応力)の橋軸方向分布を解析値とともに示す。同図における解析値は、載荷荷重に対する単純梁の曲げモーメントを20断面で求め、それを各断面における断面係数で除することにより求めた値をプロットしたものである。

図-2において実験値と解析値とを比較すると、全般的に実験値が解析値よりも小さくなっているが、その違いは載荷点付近の上フランジ応力で2割程度である以外は、1割程度以下である。載荷点付近においては、梁としての曲げ応力に加えフランジの局部曲げ応力が発生するため、大きな誤差が生じたものと考えられる。通常の梁の載荷試験でもこの程度の誤差は生じ得るものであり、テーパープレートをフランジに用いた桁においても、フランジ応力は通常の梁の解析法により十分な精度で推定できると言える。

（２） 鉛直変位

図－３に最大荷重作用時の試験体の鉛直変位分布を解析値とともに示す。解析値は試験体をスパン方向に20分割し、各要素は一様断面と仮定して、骨組解析プログラムを用いて計算したものである。その際、断面積および断面剛性は要素中点における値を用いた。

本試験体においては、スパンに比べ桁高が高いためせん断変形の影響が大きく、せん断変形を考慮した場合の解析値のほうが実験結果と良く一致している。また、解析値と実験値とが良く一致していることから、テーパプレートフランジに用いることで断面剛性が連続的に変化しても、この程度要素分割を細かくすれば、変位分布を再現することができることがわかる。

また、簡易的にテーパ部の中点における断面を有する一様断面梁として荷重点位置の鉛直変位を求めると $W=1.29\text{cm}$ となり、せん断変形を考慮した場合の解析値 1.13cm に対して、若干安全側の比較的良好な近似を与える。ただし、簡易計算には曲げのみを考慮した初等梁理論を用い、せん断変形の影響は得られた計算値に図－３における両解析値の比を乗じることにより考慮した。すなわち、スパン中央付近の鉛直変位については、このような方法により概略求めることが可能である。ただし、断面の構成、板厚の変化率とスパン長との関係などにより近似の精度が変わってくると考えられるため、この点については注意する必要がある。

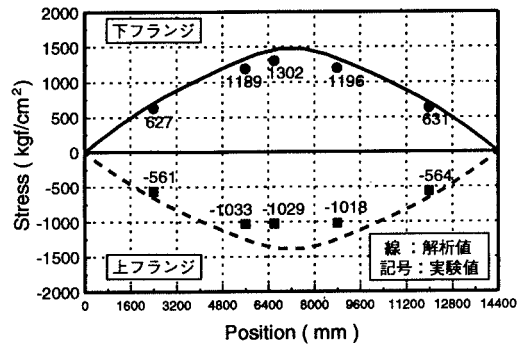
（３） ウェブのせん断応力

図－４には、最大荷重作用時の梁の曲げによるせん断応力分布の一例を示す。同図には通常的设计で用いられるせん断応力がウェブで一様分布すると仮定した場合の解析値とせん断流理論による解析値とを併せて示した。

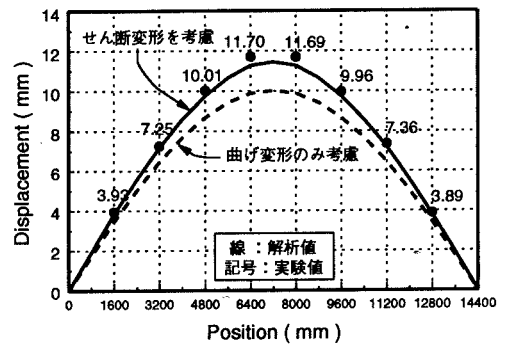
実験で得られたせん断応力の分布形状は、せん断流理論による解析値の分布形状と類似しているものの、応力値そのものはせん断流理論による解析値のほうが大きくなっている。一方、せん断応力はウェブ内で一様分布すると仮定した場合の解析値は、ほぼ断面内のせん断力の最大値に等しく、ウェブのせん断応力についても通常橋梁の設計で用いられる手法を適用することは適当であると判断される。

４． まとめ

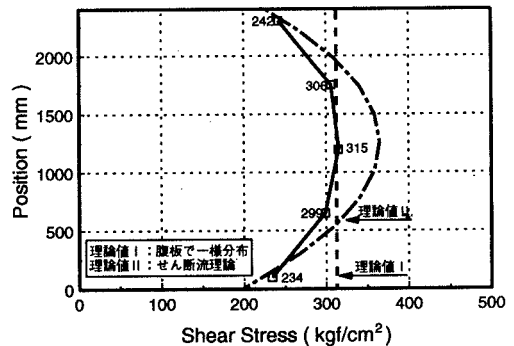
テーパプレートフランジに用いた桁の曲げ載荷試験を行い、フランジの応力分布、ウェブのせん断力分布、および桁の鉛直変位分布を調査した。また得られた測定値と解析値とを比較し、通常橋梁の設計に用いられる手法の適用性について検討した。検討の結果から、テーパプレートフランジに用いた桁の場合も通常設計で用いられる手法により応力および変形を照査しても、何ら問題ないことが明らかとなった。



図－２ フランジの応力分布



図－３ 鉛直変位分布



図－４ ウェブのせん断応力分布