

幅方向テーパ鋼板の終局強度と変形性能に関する解析的研究

宇都宮大学 正会員 ○鈴木康夫
川鉄橋梁鉄構株式会社 正会員 熊野拓志
京都大学名誉教授 フェロー 渡邊英一

大阪市立大学大学院 正会員 山口隆司
京都大学大学院 正会員 杉浦邦征
神鋼鋼線工業株式会社 正会員 橋本国太郎

1. はじめに

本研究では、板幅方向にテーパを有する鋼製自由突出板の圧縮強度と変形能およびエネルギー吸収能を検討するため、テーパ率、幅厚比パラメータを変化させたパラメトリック解析を行った。本研究で取り上げた自由突出板は、同一断面内で板厚を線形的に変化させており、支持辺部の板厚を厚くした凸型、支持辺部の板厚を薄くした凹型の2タイプのモデルに対して初期変形のみを考慮した弾塑性有限変位解析を行った。また、自由突出部の強度特性が影響するH形断面部材の曲げ挙動に対して、板幅方向テーパによる効果についても併せて検討した（図-1参照）。その結果、等厚の自由突出板と比べて、凸型の変厚自由突出板では、圧縮強度、変形能およびエネルギー吸収性能が向上することを確認し、板幅方向にテーパを有する変厚鋼板の有効性を示した。

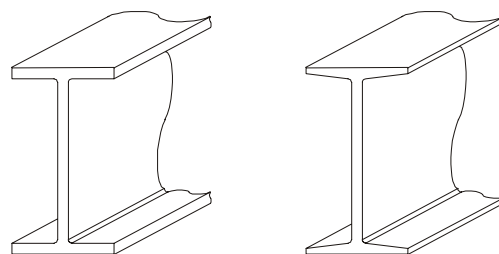
2. 幅方向テーパを有する自由突出板

(1) 解析モデルの概要

本研究では、まず、図-2に示す自由突出板に対し、汎用解析コード¹⁾を用いた弾塑性有限変位解析を実施した。解析ケースは、幅厚比パラメータ（1.80, 1.20, 0.72, および0.40）、テーパ率（板厚変化率）、およびテーパ形状をパラメータとした。テーパ形状は、単純支持辺部で板厚が薄い凹型（concavity, C.Cタイプ）と、単純支持辺部で板厚が厚い凸型（convexity, C.Vタイプ）の2種類とした。解析モデルは、対称性を考慮して1/2モデル（図-2のメッシュ部）とし、幅方向テーパ、すなわち荷重載荷方向と直角の方向に板厚が変化するように設定した。また、分割は図中に示すように60×30分割とした。境界条件は1辺自由3辺単純支持とし、荷重は強制変位によって行った。初期不整については、道路橋示方書・同解説²⁾で規定される製作基準の許容値を参考に、図-2中に示すように幅方向には線形に、幅直角方向にはsin半波形の初期たわみを導入した。残留応力については、強度および変形能に及ぼす板厚変化の影響に主眼を置いていること、幅方向に板厚が変化する場合の分布形状ならびにその大きさが実測データも不足しており明らかでないと判断されることなどから、本研究では考慮していない。

(2) 解析結果および考察

解析結果の一例として、平均板厚に対する幅厚比パラメータ(R)が1.80の場合について、圧縮力-縮み関係を図-3に示す。図中の解析ケース名について、解析ケースの最初の英字群は、板厚の変化形状を表し、凸型のモデルをTP-CV、凹型のモデルをTP-CC、テーパ率が零である基本モデルはTPとした。最初の英字群に続く2つの数字群は幅厚比パラメータとテーパ



(a) テーパーなし (b) テーパーあり
図-1 幅方向テーパフランジを有する鋼製I桁

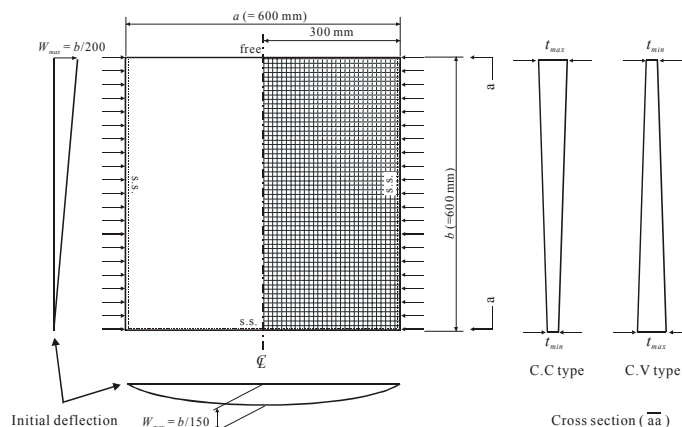


図-2 自由突出板解析モデルの概要

キーワード：テーパプレート、テーパ率、終局強度、エネルギー吸収能

連絡先：〒321-8585 栃木県宇都宮市陽東 7-1-2 宇都宮大学工学部 TEL&FAX：028-689-6210

率を 1000 倍した数字であり、これらの順に記述されている。例えば、解析ケース TP-CV-1.8-6 は単純支持辺部が厚い凸型で、平均板厚に対する幅厚比パラメータが 1.8、テーパ率が 6/1000 のケースを表している。

図より、凸型の TP-CV モデルではテーパ率が大きいものほど最大圧縮力が大きく、凹型の TP-CC モデルではテーパ率が大きくなるほど最大圧縮力が小さくなっていることがわかる。この傾向は、他の幅厚比パラメータのケースにおいても同様である。また、幅厚比パラメータが大きくなるほど、すなわち、板の後座屈強度が期待できるような場合では、テーパ率が変化することによって生じる最大圧縮力の変化は大きくなる傾向がある。

このように同じ平均板厚であっても、幅方向で板厚が変化する場合の最大圧縮力の違いは、単純支持側辺部での板の塑性化の進行によるものと考えられる。1 辺自由 3 辺単純支持板の場合、一般に、単純支持側辺部から塑性化が始まる。TP-CV モデルでは単純支持辺部の板厚が厚く、単純支持辺部近傍が負担する荷重が大きいため、最大圧縮力は増大する。逆に、TP-CC モデルではテーパ率が大きくなると、単純支持辺がより薄くなり、最大圧縮力が減少したと考えられる。

3. 幅方向テーパプレートに有する H 型桁の曲げ挙動

本研究では、前章でその有効性が示された幅方向テーパを有する自由突出板を、図-4 に示す H 型鋼部材のフランジに適用し、ウェブのテーパ化も含めそれらが曲げ耐力に及ぼす影響について、テーパの適用部位、形状をパラメータとしたパラメトリック解析により検討した。

H 型断面桁の解析結果に関する詳細は、公演当日に報告する。

4. まとめ

本研究では、板幅方向テーパ鋼板およびそれを用いた H 型桁の圧縮強度、変形性能およびエネルギー吸収能について解析的に検討した。本研究で得られた主な結果を以下に示す。

- (1) 単純支持側辺部の板厚を厚く、自由辺部を薄くした凸型の TP-CV タイプにおいて、テーパ率の増加に伴って圧縮耐力、変形能およびエネルギー吸収能の増大が見られた。一方、自由辺部の板厚を厚く、対辺の単純支持側辺部を薄くした凹型の TP-CC タイプでは、テーパ率の増加に伴い、それらは減少した。
- (2) 純曲げモーメントを受ける H 形断面桁では、フランジ板形状を凸型、ウェブ板形状を凹型にすることにより、最大曲げモーメントおよび最大曲げモーメント時の変形量を大きくすることができる。ただし、ウェブは主にせん断力に対する強度要素であるので、せん断力に対する H 形もしくは箱形断面部材のウェブ形状を検討する必要がある。

参考文献

- 1) Hibbit, Karlson & Sorensen, Inc. : ABAQUS/Standard User's Manual Volume I-III Version 6.3, 2002.
- 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説 I 共通編 II 鋼橋編，丸善，2002.

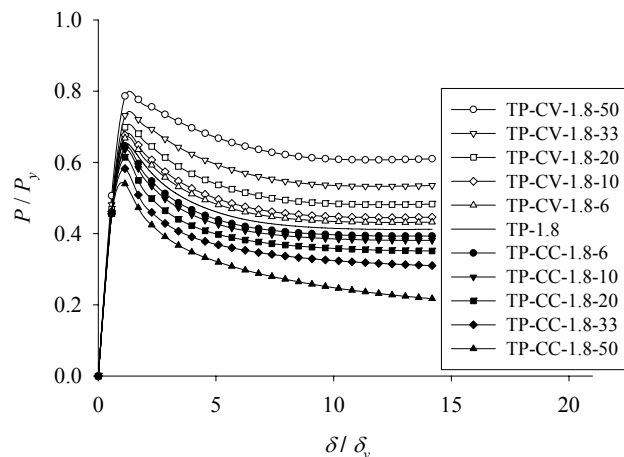


図-3 圧縮力-縮み関係 ($R=1.80$)

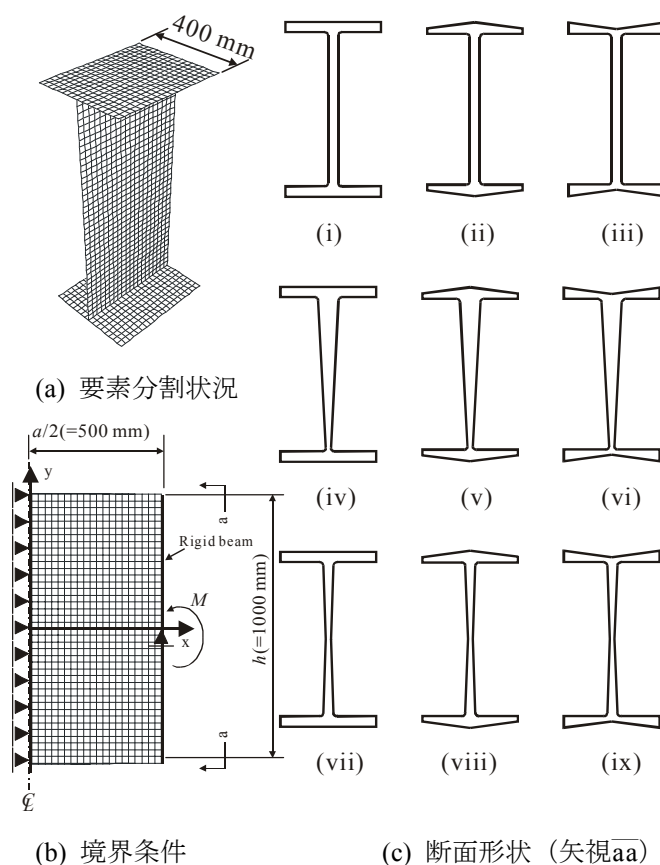


図-4 H 型断面桁の解析モデルの概要