

薄鋼板摩擦接合継手の応力特性について

○ 法政大学大学院	学生員	安江 卓
法政大学	フェロー	山下 清明
(株) イスミック	フェロー	杉崎 守
(株) A E N	正会員	橋本 和夫

1. はじめに

損傷した橋梁床版の補強方法のひとつに、重量を軽減し作業性を向上させ、コスト削減を目標とした、薄鋼板を使用した組み立て式床版補強構造¹⁾が考えられている。この時、道路橋示方書で規定されている最小板厚よりも薄い鋼板を使用した、摩擦接合継手の採用が重要な要素となる。

本研究は薄鋼板を使用した摩擦接合継手について、有限要素法解析により、力学的挙動についての検討を行い、設計時に必要な基本的な資料を得ることを目的とする。

2. 解析概要

本研究では実際の補強構造で使用される、薄鋼板を使用した横リブと縦リブとをアングル（山形鋼）で連結するシステムについて検討を行うために、図1に示しているような簡略モデルを考えた。アングルのそれぞれの突出部が異なる部材で接合しているモデルである（以後これをアングル継手と呼ぶことにする）。アングルの1辺の板幅は100mmとして、板厚は1.6~9.0mmの範囲で変化させて検討を行った。解析モデルにはソリッド要素を用いた。また摩擦性状の表現に有効なGAP要素を用いて非線形解析を行った。ボルト締め付け力はボルト頭部接触面に同等の力を分布応力として载荷し、载荷荷重は母材端部に強制変位を与えることにより解析を行った。

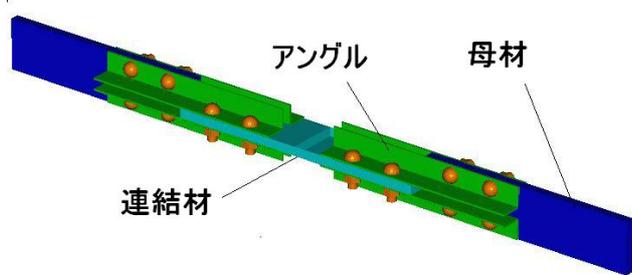


図1 モデル図

3. 解析結果

板厚4.5mmにおける母材端部変位量と载荷荷重の関係を示す(図2)。ここで単純計算による滑り荷重とはボルト締め付け力と摩擦係数から計算した値である。滑り荷重の低下は、解析では摩擦係数は不変のため、アングルと母材間の支圧力が影響したと考えられる。支圧力は荷重増加に伴い減少する(図3)。ボルト軸力導入時と比較して、ボルトにすべりが発生するときには支圧力は約4%減少する。この支圧力の減少は図4の変形図から確認することができる。変形図からわかるようにアングルが母材から剥離しようとしている。そのためアングルに母材から離れる方向に力が作用して支圧力が減少したのだと考えられる。

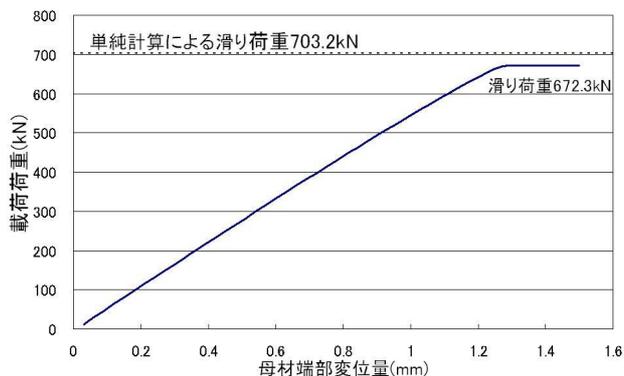


図2 変位-荷重曲線

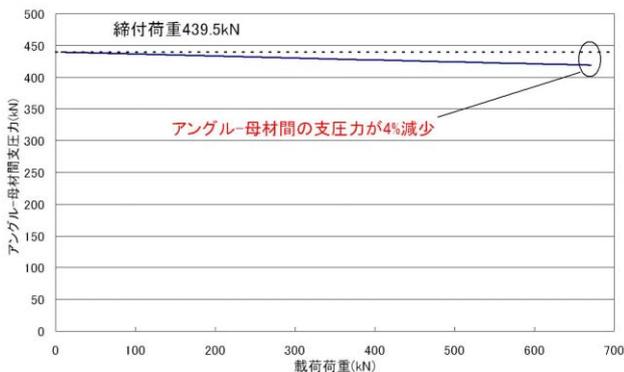


図3 荷重-支圧力曲線

キーワード：薄鋼板 摩擦接合継手 トルシア形高力ボルト アングル

連絡先：〒184-8584 東京都小金井市梶野町3-7-2 Tel.042-387-6293

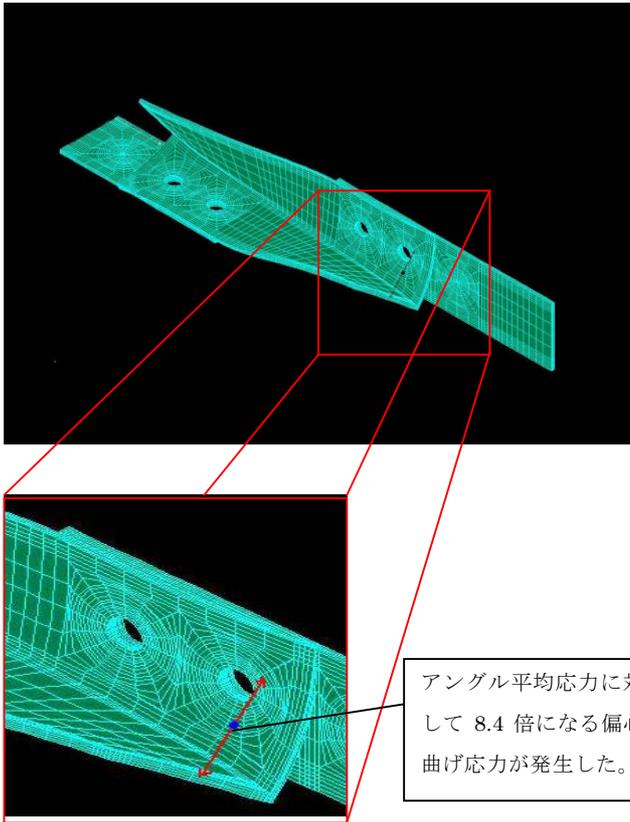


図4 変形図

図4からわかるようにアングルには大きな偏心曲げが発生している。その偏心曲げの影響によって自由端側のボルト際の位置で図に示されている方向に大きな曲げ応力が発生した。その値はアングルに作用する軸方向平均応力に対して 8.4 倍になる。図5に示されている、最も高い曲げ応力が発生した自由端側のボルト際位置を着目点 P、またもう一方のボルトの際を着目点 Q とし、板厚によってどのように変化するか検討する（図6）。着目点 P では板厚 4.5mm 付近までは、曲げ応力が上昇しているが、それ以降は収束してあまり変化が見られない。また着目点 Q では、板厚 4.0mm 付近までは上昇するが、それ以降は減少する傾向がある。

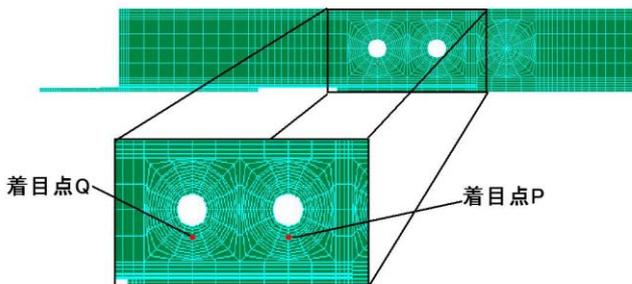


図5 着目点位置

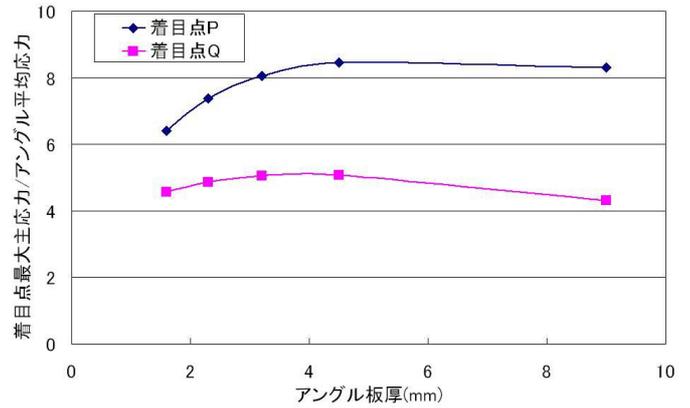


図6 板厚による偏心曲げ応力の影響

アングル継手では支圧力の低下が問題のひとつであると考えられるため、板厚によってどのような変化を示すかを検討する（表1）。表はボルトにすべりが発生したときの支圧力である。どの板厚でも支圧力はボルト締め付け時に発生している支圧力 439.5kN より 3.5～5.0%小さい値を示している。また板厚が厚くなることにともない、支圧力は減少している。

表1 板厚による支圧力変化

板厚(mm)	支圧力(kN)	支圧力低下率(%)
1.6	424.3	3.5
3.2	422.1	4.0
4.5	420.2	4.4
9.0	417.8	5.0

ボルト締め付け時の支圧力 439.5kN

4. まとめ

アングル継手の場合、ボルトで結合している位置が図心位置とは異なるため、大きな偏心曲げが発生する。その結果以下のような現象が発生する。

- ① 荷重が増加することにともない、アングルと母材間の支圧力は減少する傾向がある。そのため終局時のボルトの滑り耐力も減少する。また板厚が厚くなることにともない、支圧力の低下割合は増加する傾向がある。
- ② 偏心曲げの影響により、自由端側のボルト際の位置で大きな曲げ応力が発生する。その値はアングル平均応力に対して 8.4 倍となる。また板厚 4.5mm まではその値は上昇するが、それ以降は収束してあまり大きな変化がない。

参考文献

- 1)中村 篤史・山下 清明・橋本 和夫・杉崎 守：薄鋼板を使用した床版補強構造の実験、土木学会第56回次学術講演会概要集、平成13年10月