

隅角フランジの性状

1. まえがき

鋼構造物の多くは断面が鋼板で構成されているので、下図に示すような屈曲部には、応力の流れを考慮した断面構成が欠かせない。特に「隅角」といわれるような箇所は作用断面力も大きく断面構成上のキーポイントともなるので、要注意箇所である。



図-1 (a)



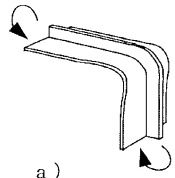
図-1 (b)



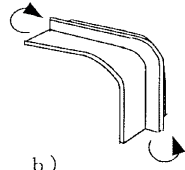
図-1 (c)

2. 変形形状は「トンボの羽」

これらの隅角部が曲げ作用を受けるとき、ウェブから突出したフランジは軸力によって板曲げを発生するのでウェブの形状についていけず、圧縮を受ければウェブ側に跳ね（下図：a）、引張を受ければ内に絞じる形（下図：b）となる。この形状は、棒の先に止まるときのトンボは身体を丸め、羽根を休めるトンボは身体を反らせる姿にも似ている。



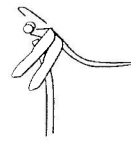
a) ウェブを縮めれば
フランジが跳ねる



b) ウェブを延ばせば
フランジがへこむ



腹を丸めて
羽根を上げる



腹を延ばせば
羽根が下がる

3. 応力の流れ

隅角部のフランジは、板厚方向の変形拘束材（補剛材）が無い限り、ウェブ近傍のごく一部しか有効ではないどころか、フランジの面外力がウェブの稜線直角の軸力として作用するので、ウェブとフランジを繋ぐ溶接には一層の負担を強いることになる。

4. 懸念事項

上記構造欠陥の結果として以下のことが懸念される。

- ① フランジの有効幅低減による軸方向発生応力度の増加
- ② フランジの反りによるウェブ直角方向のフランジ曲げ応力
- ③ フランジ面外力（板厚方向力）によるフランジの受ける板曲げ応力
- ④ フランジ面外力（板厚方向力）による首溶接の応力増加

5. 欠陥予測

前述のような現象を考慮せずに設計した場合の構造物では、隅角に過大な応力度を発生させることになる。それでも不静定次数の大きな構造物では、ある程度まで他の部位が設計値以上の作用力を負担して安定を保つと思われるが、構造物全体の強度安全率を引き下げていることは間違いない。また不静定次数の少ないあるいは静定構造においては、変状が際限なく進み継手部の亀裂などを経て崩壊に繋がる。

6. 対策

隅角部を有効に機能させるには、しかるべき変形拘束材（補剛材）を設置してフランジの面外変形を防がなければならない。特にハンチの無い図-1 (c) のような場合は、局部的に強度が低下するので、作用力の大小にかかわらず剛度の急変という面からも補剛材を省略することはできない。

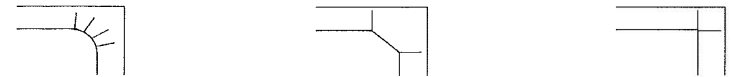


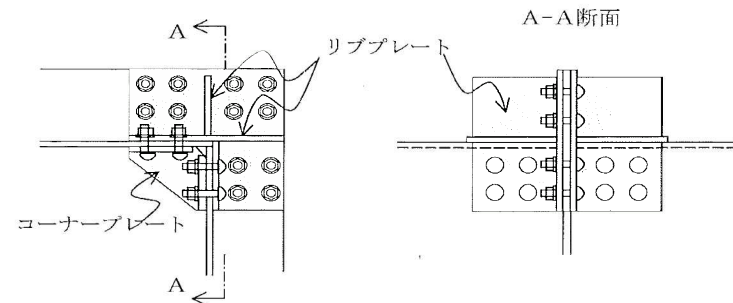
図-2 フランジの面外変形を抑える補剛材の配置例

7. 点検事項

補剛材の無い隅角部の健全度を検証する際は、フランジ屈曲部継手溶接の亀裂有無の確認が最重要事項であるが、フランジの跳ね量・凹み量の計測などを加えておくのも良い。

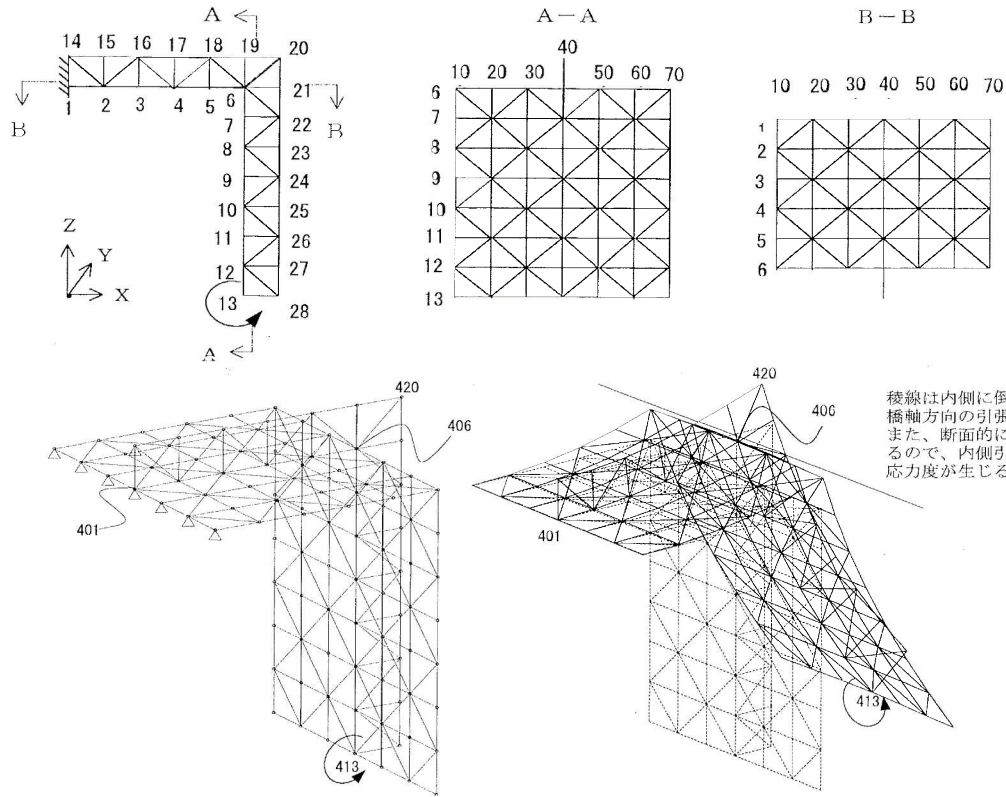
8. 補強構造

- 局所応力の増大が顕著な 図-1 (c) を取り上げて、補強の目的と構造例を示す。
- ① フランジの軸力をウェブに伝達するための補剛リブを設ける。
 - ② 隅角部の応力低減のため、コーナープレートを設ける。



9. 骨組解析

隅角部の応力分布状況を知るにはFEM解析が欠かせないが、大まかな性状は骨組解析でも確認することができる。以下に 図-1 (c) 形式の隅角に曲げ作用を施したときの解析例を示すが、フランジのコーナー（下図赤線）は内側に折れ曲り、ここに面外の曲げモーメントが生じていることが分かる。



10. あとがき

応力伝達の流れを知り適切な構造を選定するのが、設計技術者の責務である。また、万が一これを見過ごし後から気づいた時には、私利を捨て、公共の利・安全の確保を優先しなければならない。