

I 型桁におけるカバープレート溶接止端部の応力集中係数

名城大学 学生会員○島田 信行
名城大学 北條 敦之
名城大学 正会員 近藤 明雅

1. まえがき

鋼橋において、I 型桁やボックス桁の上下フランジ、デッキプレート上面などに取り付けられるアタッチメントやソールプレートなど、すみ肉全周溶接の止端部は断面剛性の急変部となるため、応力集中を受けやすく疲労損傷の原因となることが知られている。ところが、これらのディテールは構造設計が終了した後に、施工やメンテナンスあるいは、損傷断面の補強のために取り付けが決まるものであるため、たとえ橋梁全体が疲労照査された場合でも、この継手部位では疲労損傷が発生する可能性がある。本研究は、カバープレートを有する I 型桁[図1]について、桁の寸法と溶接止端の応力集中との関係を明らかにし、またカバープレート端部形状の変更によって溶接止端部の応力集中を緩和させるため、FEM解析により応力集中係数を算定、比較、検討した。

2. FEM解析

スパンは12mとしモデルの左右対称を考慮して全体の1/2カットモデルとした。解析には、汎用有限要素プログラム MSC/NASTRANにより8節点ソリッド要素を用い、要素の最小寸法を1mm×5mm×1mmとした。図2(a)に示すメッシュ分割とし、図2(b)にカバープレート端部の拡大図を示す。なお、フランジとカバープレートの間には肌すきとして0.1mmの隙間を設けた。拘束条件は支間中央の1/2カット面のX軸方向変位を拘束し、支点部でZ軸方向変位を拘束した。荷重は2点載荷とし、中央から1,000mmの位置に載荷した。

3. I 型桁寸法とカバープレート溶接止端の応力集中との関係

1)解析モデル

基準モデルの寸法(単位:mm)はスパン12,000、フランジ400×20×6,000、ウェブ1000×10×6,000、カバープレート340×12×350である。溶接長さは6mmとし溶接の脚長比は1:1を用いた。表1に示すように①フランジ厚(20mmと10mm)、②腹板高(1,000mmと1,500mm)、③カバープレート長(350mm、700mm、1,050mm)について比較した。

2)解析による結果および考察

図3.1にフランジ厚を変化させた結果と腹板高を変化させた結果を示す。縦軸は溶接止端の応力集中係数、横軸はフランジ板幅方向に端を0とした中央までの距離(Y座標とする)である。応力集中係数の最大値は溶接止端の中央、つまりフランジとウェブの交差部で高くなっている。フランジ厚20mmと10mmを比較すると、フランジ厚20mm(基本モデル)の応力集中係数の最大値は低くなった(6.5%)。しかし、

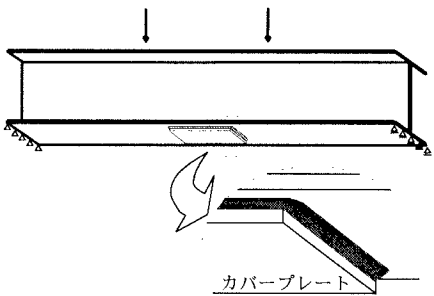


図1 カバープレートを有するI型桁

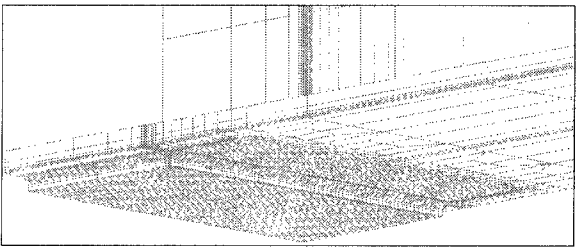
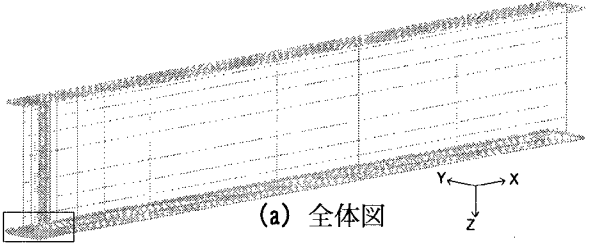


図2 メッシュ分割

表1 解析モデル寸法 (mm)

モデル名	①フランジ厚	②腹板高	③カバープレート長
基準モデル	20	1,000	350
①F/2 モデル	10	1,000	350
②H モデル	20	1,500	350
③C2 モデル	20	1,000	700
③C3 モデル	20	1,000	1,050

中央より離れた位置では高い値となった。これはフランジ厚増加により、剛性が上昇したためと考えられ、応力の高い止端が板幅方向に広く分布している。腹板高1,000mmと1,500mmを比較すると変化は非常に小さく(約0.4%)、1,500mmのHモデルが全体的に高く、分布の形は同じとなった。図3.2にカバープレート長さを変化させたモデルを示す。カバープレート長さが基準モデルの2倍のC2モデルでは最大値において基準モデルより10.8%と大きく増加した。長さが基準モデルの3倍のC3モデルではC2モデルとの変化は小さかった(0.46%)。これはカバープレートに流れる応力が長さを2倍にしたことにより応力が流れやすくなり増加したが、3倍ではそれが飽和状態に近いことが考えられる。

4. カバープレート端部形状および溶接脚長の変化が及ぼす影響

1) 解析モデル

図4.1, 4.2の基準モデル寸法は3. 1)の基準モデル寸法と同じである。図4.1に示すcut50, cut100モデルはカバープレート上面を溶接止端の上部から橋軸方向に斜めにカットした。カットの長さの違いで50mmと100mmの2種類用いた。図4.2に示すs68, s8モデルは溶接脚長の長さを変えた。s68モデルは基本モデルの溶接脚長6mmに対し、側面の脚長のみ8mmとし、s8モデルは溶接部の脚長を前面も側面も8mmとした。溶接の脚長比はすべて1:1である。

2) 解析による結果および考察

図4.3にはカバープレート上面を斜めカットしたcut50, cut100モデルの結果を示す。カット長を大きく取ると最大値の緩和がみられ、中央付近とY座標60mm以下で低下率が大きい傾向がある。図4.4に溶接脚長の変更による結果を示す。溶接脚長を全周で8mmとすれば応力集中係数の最大値に改善がみられる(約5.8%)。側面の応力伝達を増加させれば前面の応力が緩和されると見込みs68モデルを用いたがほとんど改善しなかった(約0.4%)。このことからこの場合においては、前面の溶接部分に応力の大半が伝達しているといえる。

5. まとめ

カバープレート溶接止端の最大応力集中係数とそれぞれについてのまとめを以下に示す。I型桁の寸法との関係について、フランジ厚が大きいと最大値は下がり、腹板高はほとんど影響しない。カバープレート長さを長くすると最大値は上昇するがある長さになると上昇率は小さくなる。カバープレート上面をカットしたモデルについて上面のカット長さを大きくすると小さくなる傾向があるが変化は小さい。溶接脚長の変更については脚長を大きくすると最大値は改善されるが、とくに前面部分の溶接脚長に支配される。

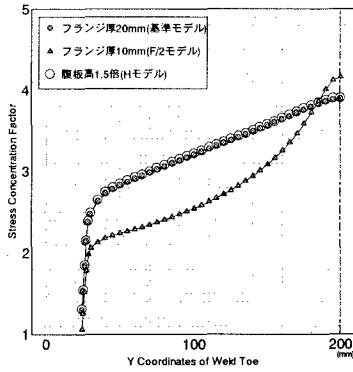


図3.1 フランジ厚と腹板高の影響

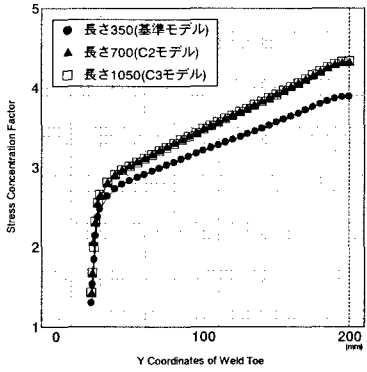


図3.2 カバープレート長さの影響

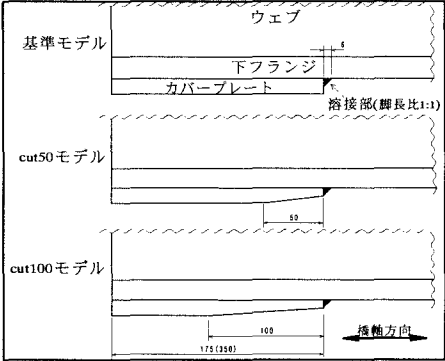


図4.1 上面カットモデルの断面図 (カバープレート部)

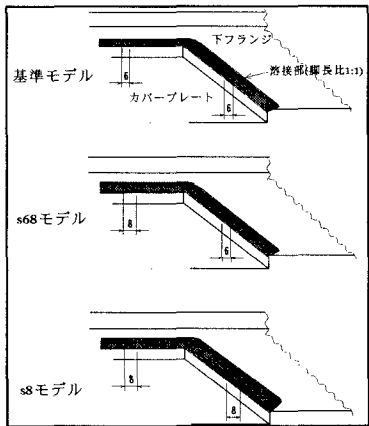


図4.2 溶接脚長の変更 (プレート部)

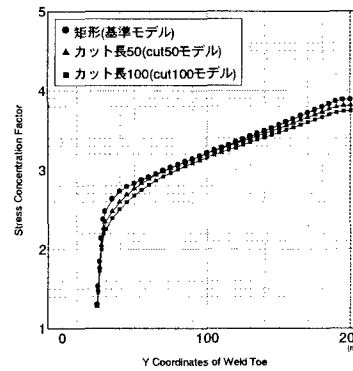


図4.3 上面カット長の影響

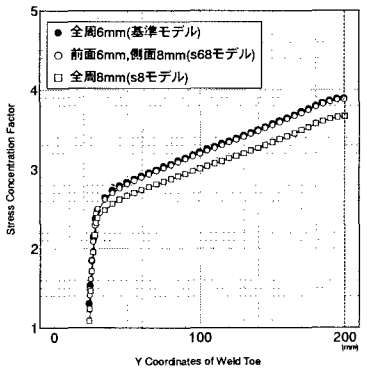


図4.4 溶接脚長の影響