

## 連続合成桁橋中間支点部の補剛材取付位置への残留応力の影響

東京都立大学 ○学生会員 宮下 健治  
 東京都立大学大学院 正会員 野上 邦栄  
 東京都立大学大学院 正会員 山沢 哲也

### 1. 研究背景と目的

建設経費縮減という社会的要求が、現在わが国で高まっている。鋼橋の設計においては、主に鋼重を減少させ軽くすることが経済的であると考えられてきた。しかし、工数が増えることにより製作手間がかかり工期が長くなる傾向にあることや、人件費の高騰と鋼材価格の安定に伴い、鋼重を減らすことが必ずしも経済的とは限らなくなってきた。かえって、多少鋼重が増しても製作が容易な構造の方が省力化され経済的になる可能性もあり、より合理性を追求した橋梁形式として、少数主桁橋が1990年中頃から注目され、活発に研究が行われている。このような少数主桁橋には水平補剛材がないので、腹板は従来の構造に比べて厚くなる可能性がある。さらに、連続合成桁橋の中間支点部ではせん断力の作用により、腹板が特に厚くなる可能性がある。したがって、鋼重が増し、輸送上の問題から部材長の制限を受ける場合がある。そこで、中間支点部にのみ水平補剛材を取り付けることで腹板厚を低減することができれば、材料費・継手部の両方の面から、より経済的な設計が可能となる。

ところで、鋼橋のような溶接された部材には残留応力が不可避免的に存在する。残留応力は部材の強度を低下させることが多く、その影響を無視することはできない。そこで、本研究では、連続合成桁橋中間支点部パネルの終局耐力の立場からの水平補剛材の最適な配置に及ぼす残留応力の影響について、解析的な検討を行うこととした。

### 2. 数値解析手法

#### 2.1 モデル諸元

数値解析は汎用有限要素法解析ソフトウェア MARC2001 を使用し、モデルの形状は連続合成桁橋中間支点部に着目して図1-(a)に示すI型断面をもつ腹板パネルを想定した。なお、支点部モデルは図1-(b)に示す5パネルを対象とし、両端のそれぞれ1パネルは面外方向変位が生じないよう腹板厚  $t=38\text{mm}$  とし、あくまで中央1パネルに着目して検討を行う。境界条件は、腹板の載荷辺を単純支持とし、上フランジを床版による拘束効果を考慮して橋軸方向のみ拘束した。

#### 2.2 幾何学的特性・材料特性

鋼桁部には4辺形厚肉線形シェル要素<sup>1)</sup>を用いた。降伏条件は Von-Mises、構成則は完全弾塑性とした。

#### 2.3 解析条件

(1)荷重条件 荷重条件は図2に示すように、i)等曲げ、ii)不等曲げとして縁端部に曲げを載荷した。不等曲げを載荷することで、より現実的な荷重載荷状態のもとで水平補剛材最適取付位置の検討を行うことができるのではないかと考えた。荷重勾配は床版合成後のものとして  $\phi=1.25$  とした。

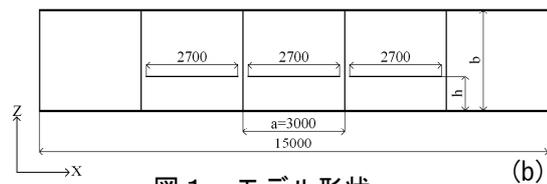
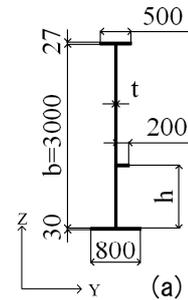


図1：モデル形状

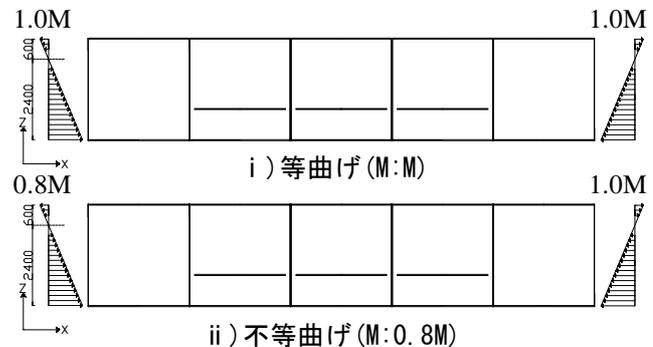


図2：荷重条件

キーワード：水平補剛材、中間支点部、連続合成桁橋、残留応力

連絡先：〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学 TEL：0426-77-1111

(2) 水平補剛材取付位置  $h/b$  水平補剛材取付位置  $h/b$  を  $h/b=0.20\sim 0.44$  と変化させて解析を行った。

(3) 残留応力 残留応力を腹板、上下フランジ、補剛材に対して図3に示すように考慮する。解析は残留応力を考慮したモデルと考慮しないモデルの2パターンで行った。

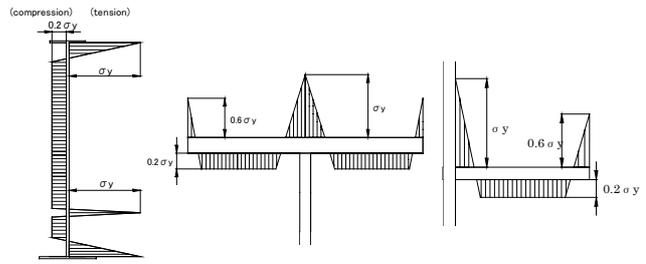


図3：残留応力分布

3. 解析結果

(1) 等曲げ (M:M) 等曲げを載荷したときの水平補剛材取付位置と終局強度の関係を図4に示す。横軸は水平補剛材取付位置  $h/b$ 、縦軸はモデル全体にかかる限界の曲げモーメント  $M_u$  である。このときには、残留応力を考慮したモデルでは  $h/b=0.37$ 、残留応力を考慮しないモデルでは  $h/b=0.35$  が最も耐荷力が高くなった。また、同じ水平補剛材取付位置において残留応力を考慮したモデルは考慮しないモデルに比べて耐荷力が1～2%減少することがわかった。図6に  $h/b=0.37$  のモデルの終局時における変形モード図を示す。

(2) 不等曲げ (M:0.8M) 不等曲げを載荷したときの、水平補剛材取付位置と終局強度の関係を図5に示す。このときには、残留応力を考慮したモデルでは  $h/b=0.37$ 、残留応力を考慮しないモデルでは  $h/b=0.35$  が最も耐荷力が高くなった。また、同じ水平補剛材取付位置において残留応力を考慮したモデルは考慮しないモデルに比べて耐荷力が2～4%減少することがわかった。図7に  $h/b=0.37$  のモデルの終局時における変形モード図を示す。

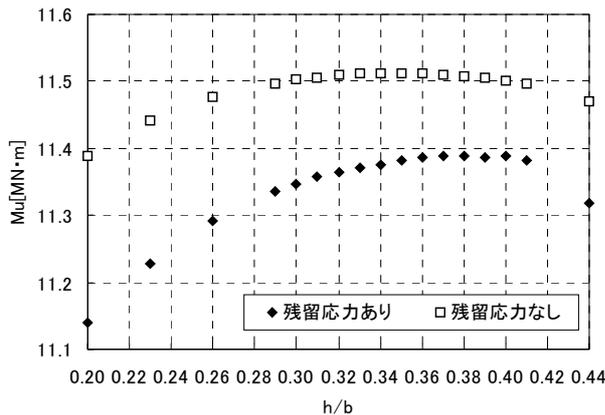


図4：等曲げ載荷時の  $h/b-M_u$  の関係

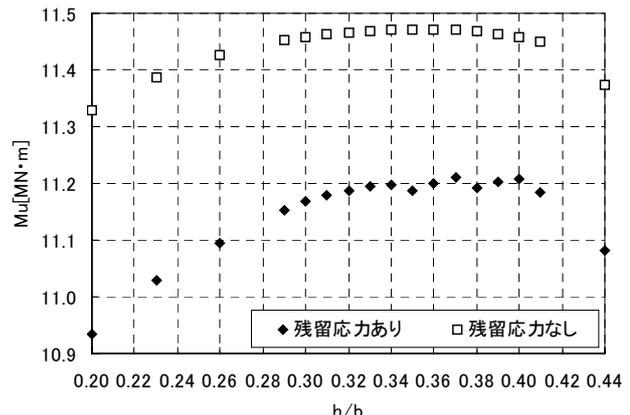
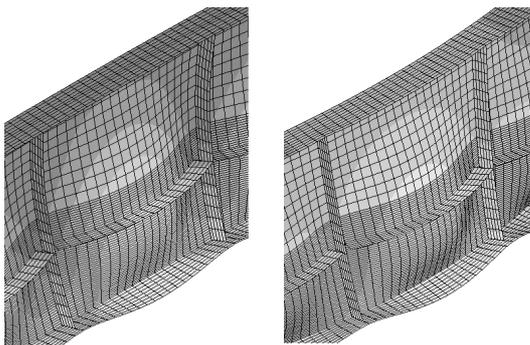
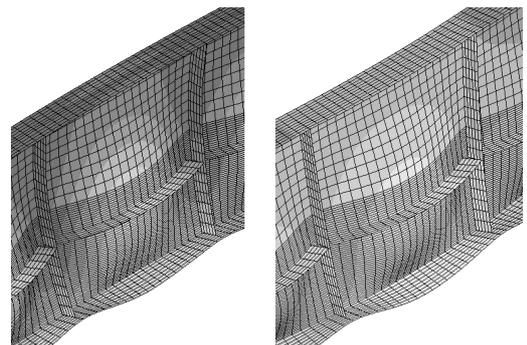


図5：不等曲げ載荷時の  $h/b-M_u$  の関係



残留応力あり 残留応力なし  
図6：等曲げ載荷時の変形モード図  
( $h/b=0.37$ 、変形倍率 70 倍)



残留応力あり 残留応力なし  
図7：不等曲げ載荷時の変形モード図  
( $h/b=0.37$ 、変形倍率 70 倍)

4. 結論

- (1) 同じ水平補剛材取付位置においては、残留応力を考慮したモデルは考慮しないモデルに比べて耐荷力が1～4%減少する。
- (2) 耐荷力が最も高くなる水平補剛材取付位置は、残留応力を考慮したモデル ( $h/b=0.37$ ) は考慮しないモデル ( $h/b=0.35$ ) に比べて上フランジ側上がる。

参考文献 1) MARC,C 編,1998 2) 日本道路協会 道路橋示方書・同解説, (I)共通編,(II)鋼橋編,2003