

# 斜角を有する鉄骨鉄筋コンクリート桁の用心鉄筋の効果に関する解析的検討

前橋工科大学 社会環境工学科 ○小島宏太  
前橋工科大学 社会環境工学科 谷口 望

鉄道総合技術研究所 池田 学  
鉄道総合技術研究所 福本 守

## 1. はじめに

鉄骨鉄筋コンクリート桁（SRC 桁）は鋼をコンクリートの中に埋め込むことで耐荷性、耐久性を向上させたものである。鉄道橋における SRC 桁は PC 桁や RC 桁では施工が厳しい場所に適用する事例が多い。

その中でも、地形や線形の関係から斜角を有する桁を用いることがあるが、その場合、主桁相互にたわみ差が生じるなど発生する応力、ひずみが複雑になる。その対策として、RC の斜めスラブの設計方法<sup>1)</sup>を準用し、鈍角部に用心鉄筋を配置することになっているが、SRC 桁におけるこの用心鉄筋の補強効果は十分に検証されていない。

## 2. 目的

そこで本研究では、SRC 桁をモデル化した解析を行い、用心鉄筋による補強効果を確認し、その配置の必要性や方法について考察した。2 次元的な構造計算では、ねじれる力を再現出来ないため SRC 桁（図-1）について有限要素法（解析コード FINAL）を用いて解析を行った。

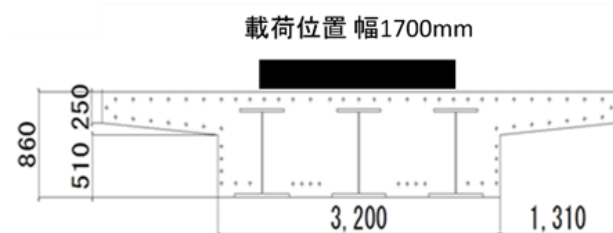


図-1 SRC 桁の断面図（単位 mm）  
（支間 20m）

## 3. 解析方法

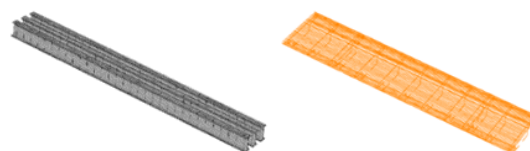
SRC 桁のモデルは鉄道構造物等設計標準の設計計算例「H 鋼埋め込み桁」（単純桁）を基に想定している。図-1, 2 および表-1 の条件で弾性体と仮定した構造物を基本形とし、これに斜角の角度をパラメータとして解析を行った。解析ではあらゆる斜角の時もスパンおよび断面の寸法は変えていない。斜角の角度の種類とし

て、90 度～45 度の間で 5 度ずつ変化させ、10 種類のモデルに対して解析を行った。コンクリート中に埋め込む鉄骨、鉄筋の要素の概要については図-2 に示す。

また、斜角の桁の用心鉄筋については、圧縮側鉄筋、スターラップの間隔にあわせて 1 本ずつ配置した。配置方法については図-3a) ～c) のとおりである。

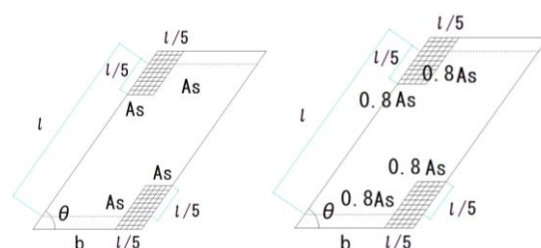
表-1 使用材料

|        | 弾性係数               | 設計基準強度            | 設計引張降伏点           | ポアソン比 |
|--------|--------------------|-------------------|-------------------|-------|
|        | kN/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> | N/mm <sup>2</sup> |       |
| コンクリート | 28                 | 30                | -                 | -     |
| 鉄筋     | 200                | -                 | 345               | 0.3   |
| 鉄骨     | 200                | -                 | 315               | 0.3   |

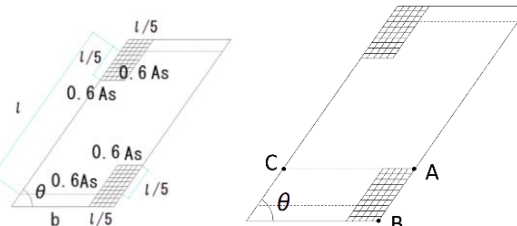


a) 鉄骨のモデル b) 鉄筋のモデル

図-2 コンクリート中の要素のモデル



a) 60 度 > θ ≥ 45 度 b) 75 度 > θ ≥ 60 度



c) 90 度 > θ ≥ 75 度 d) 評価点について

図-3 用心鉄筋の配置と評価点について  
（線路直角方向の配置範囲は幅の半分以下）

図-3 中の  $A_s$  については用心鉄筋を配置する範囲の圧縮側鉄筋の単位幅あたりの断面積で、細目上定められ

キーワード SRC 桁 斜角桁 FEM

連絡先 〒3710816 群馬県前橋市上佐鳥町 460-1 前橋工科大学 社会環境工学科 TEL027-265-0111

る最小鉄筋量を想定している。また、今回用いる評価点を図-3d)に示す。また、載荷条件については標準列車荷重(EA-17)<sup>1)</sup>を用いた。載荷モデルは、支間20mに様に力がかかると仮定した。つまり170kNの車輪軸9個分の合計1530kNを載荷面積で除し、等分布荷重 $0.045\text{N/mm}^2$ として断面の軌道位置に載荷するものとした。載荷位置は図-1に示す通りである。

#### 4. 結果と考察

##### 4.1 用心鉄筋配置前

直桁モデルにおける最大たわみの初等梁理論との比較を表-2に示す。両者の値はほぼ一致することから、解析モデルは妥当であると判断した。また、同じコンターレンジでの床版上面におけるMises応力の比較(図-4)を行うと、鈍角側の主桁直上部に大きな応力が生じていることが分かった。しかし、鈍角部端部(張り出しスラブ部)には大きな応力は生じていない。これは、載荷位置と支点位置の関係上、主桁部で応力を分担し、張り出しスラブには応力が伝わっていないためと考えられる。桁端断面では、鈍角側の主桁と張り出しスラブリの接合部(図-4 D点)が最も値が大きくなっていた。

##### 4.2 用心鉄筋配置後

各解析モデルにおいて、用心鉄筋を図-3のとおりに配置したときの床版上面(評価点A, B)の応力変化を、図-5, 6に示す。ただし応力は90度の時を1として示した無次元化応力である。また90度の時の絶対値を赤矢印にて示す。なお、凡例の「適性補強」は図-3a)～c)の通りに鉄筋を配置したものであり、「鉄筋径2倍」は適正補強の鉄筋径を2倍にして配置したものを示している。各図より、斜角があるとスラブ鈍角端部の引張応力は大きくなっていることが分かる。また、評価点Cは角度が小さくなるとともに、鈍角側に伝わる応力が大きくなったため、相対的に小さくなっている。なお、図-3a)～c)の通りに用心鉄筋を配置することによって減少する応力はおおよそ2～4%と限定的であった。鉄筋径を大きくする、入れる本数を多くするなどの解析を行った場合、応力をさらに減らせることが分かったが、本構造の場合、そもそもスラブ鈍角端部の引張応力は小さく、ひび割れ幅があまり大きくならないレベルであると考えられる。また、本構造の場合、用心鉄筋は張り出しスラブではなく主桁上に配置したほうが効果的であると考えられる。

#### 5. まとめ

スパン20mの斜角SRC桁をモデル化し、解析を行い鈍角部に配置する用心鉄筋の補強効果の確認を行った。用心鉄筋の配置により発生応力の低減効果を確認したが、張り出しスラブ部には大きな応力が生じなかったため、用心鉄筋の効果はあまり見られない結果となった。一方、用心鉄筋の配置にあたっては、応力が大きくなる、鈍角側主桁上に配置する方が、効果的であると推測される結果となった。

表-2 たわみの比較 (単位: mm)

| 初等理論による計算値 | FEM解析値 $\theta=90$ 度 |
|------------|----------------------|
| 16.307     | 16.29                |

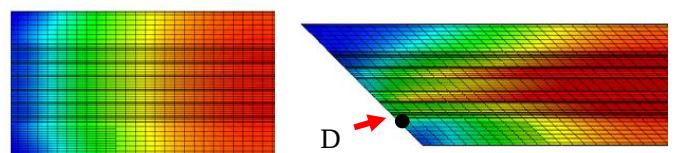


図-4 床版上面のMises応力の比較

(左が $\theta=90$ 度, 右が $\theta=45$ 度,  $\theta$ は鋭角側角度を示す)

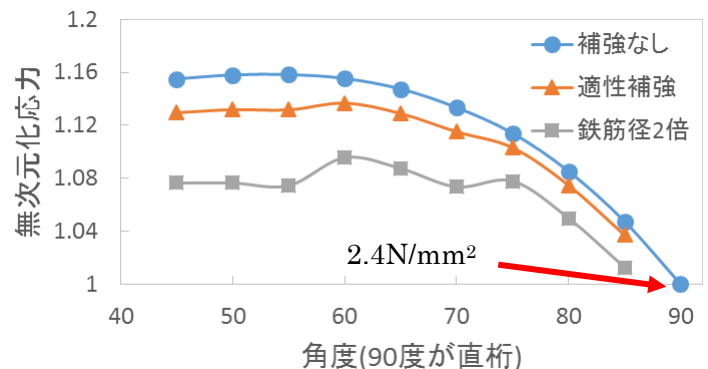


図-5 評価点AのMises応力の変化

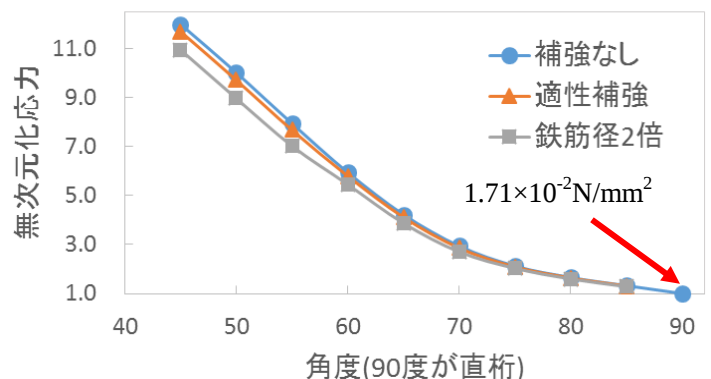


図-6 評価点BのMises応力の変化

#### 参考文献

- 1) SI単位版 鉄道構造物等設計標準・同解説 鋼とコンクリートの複合構造物, 運輸省鉄道局監修, 鉄道総合技術研究所編, 平成14年12月20日