

ストラットアンドタイ方式による複合ラーメン橋剛結部の設計

—常磐自動車道 浅見川橋—

JH 東北支社 正会員 西川 孝一 JH いわき工事事務所 渡辺 二夫
 埼玉大学 フェロー 町田 篤彦 宮地鐵工所 正会員 山下 久生
 宮地鐵工所 正会員 佐藤 徹

1. まえがき

浅見川橋の7径間連続複合ラーメン鉸桁橋は、これまでの研究成果^{1), 2)}を基にしたストラットアンドタイ方式による剛結部設計法を採用している。この方式はコンクリート構造のトラス理論に基づく応力伝達機構から、剛結部コンクリートを主桁と横桁で取り囲む構造とすることで、接合部の対角方向に圧縮ストラットと引張タイを形成し、圧縮応力はコンクリート、引張応力は鋼部材により伝達するという考え方である（図-1）。ここではストラットアンドタイ方式による設計法の概要とともに、設計法の妥当性を確認するために実施した実橋応力計測結果と、計測結果を検証するためのFEM解析結果からの考察も合わせて報告する。

2. ストラットアンドタイ方式による設計の概要

トラス理論に基づく耐荷機構が形成される場合、その耐荷力はせん断耐力として評価する方法が鋼-コンクリートサンドイッチ構造で示されている³⁾。浅見川橋の剛結部はこの設計法を準用し、終局限界状態に対する照査を行うこととした。浅見川橋の剛結部構造を写真-1に示す。

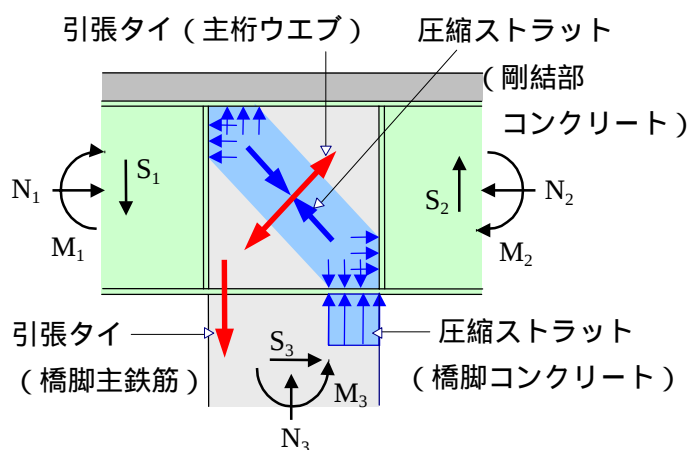


図-1 剛結部の耐荷機構



写真-1 剛結部の構造

剛結部の終局耐力の計算は下式に示す通り、圧縮ストラットの圧壊耐力と引張タイである主桁ウェブのせん断降伏耐力との累加耐力として評価している。設計計算ではコンクリート耐力を確保するために、主桁フランジの拡幅を行っており（写真-1を参照）、これが剛結部の特徴的な形態となっている。

$$V_{ud} = V_{ucd} + V_{usd} = 1.25 \sqrt{f'_{cd}} \cdot b \cdot D \cdot \frac{1}{\gamma_{bc}} + D \cdot t_w \cdot f_{syd} \cdot \frac{1}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{\gamma_{bs}} \quad (\text{N}) \quad (\text{ただし, } V_{ucd} > V_{usd} \text{ である})$$

ここに、 f'_{cd} ：コンクリートの圧縮強度 $= f'_{ck}$ (設計基準強度) / γ_c (材料係数 = 1.3)

b ：耐力厚（橋軸直角方向の奥行き）、 D ：耐力幅、 t_w ：主桁ウェブ厚

f_{syd} ：鋼材の降伏強度 $= f_{yk}$ (基準降伏応力度) / γ_s (材料係数 = 1.05)

γ_{bc} ：コンクリートの部材係数 = 1.3、 γ_{bs} ：鋼の部材係数 = 1.15

キーワード：複合ラーメン橋、剛結部、ストラットアンドタイ、設計法

連絡先：〒980-0021 仙台市青葉区中央3-2-1, JH 東北支社, Tel: 022-217-1826, Fax: 022-217-1903

3. 実橋応力計測およびFEM解析

実橋の剛結部において、ストラットアンドタイの形成を確認する目的で応力計測を実施した。応力計測時の載荷荷重は、RC床版施工時のコンクリート荷重とした。計測結果の例として、隣接径間の片側1径間に床版コンクリートが載荷された状態における、主桁ウェブの主ひずみ分布を図-2に示す。また、計測結果を検証するためのFEM解析結果から、計測結果に対応する主ひずみ分布を図-3に、剛結部コンクリートの3次元的主ひずみ分布の例を図-4に示す。

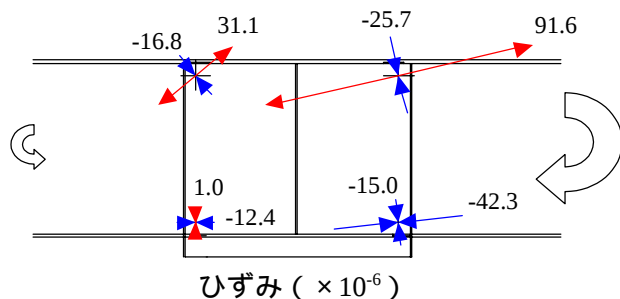


図-2 計測主ひずみ（外桁ウェブ）

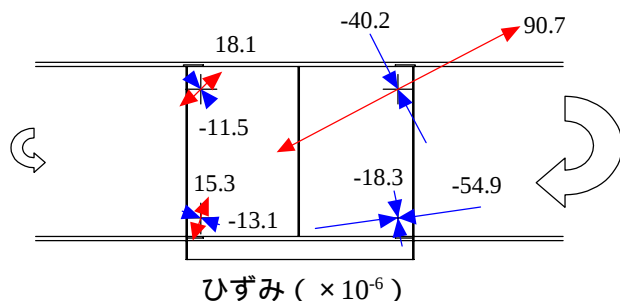


図-3 解析主ひずみ（外桁ウェブ）

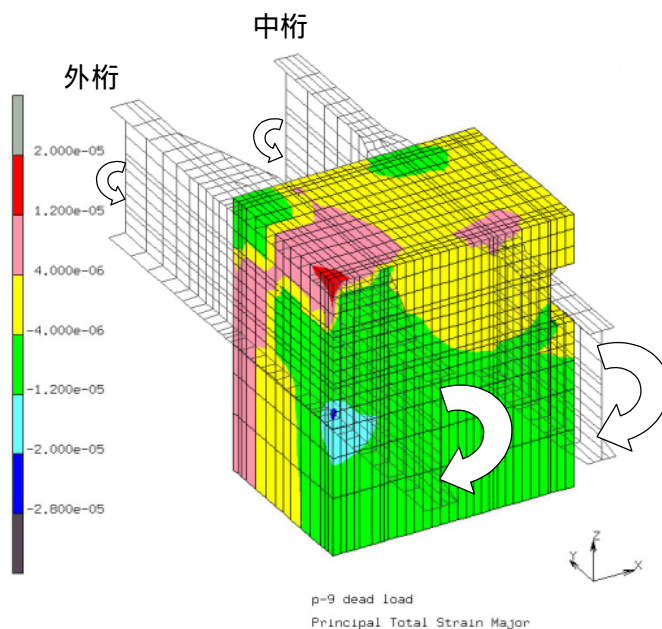


図-4 コンクリート主ひずみコンター図

これらの結果によれば、計測主ひずみと解析主ひずみは値、方向とも良く一致している。また、この時のコンクリート主ひずみからは、剛結部で圧縮ストラットと引張タイの形成されている様子が確認できることから、実橋においてもストラットアンドタイが形成されているものと予測することができる。

4. まとめ

浅見川橋では、これまでに実施された載荷実験およびFEM解析等から得られた知見を応用し、ストラットアンドタイ方式と呼ぶ設計法にまとめ、実橋への適用を行った。この方式による応力伝達機構の考え方は実際の挙動を良く反映しており、このことが応力計測やFEM解析からも確認できたことは大きな成果である。

この設計法の複合橋梁への適用は初めてのことであるため、設計断面力に動的解析による終局断面力を用いるなど、多少安全側となるような部材設計を行うように配慮している。ストラットアンドタイ方式をより合理的で経済性も追求できる設計法として確立するためには、設計断面力をどのように考えるべきかは重要であり、今後も検討を行なっていきたいと考えている。また今回は多主桁橋への適用であったが、将来的には剛結部構造のあり方を整理することにより、少数主桁橋への適用も十分可能であるとも考えている。

<参考文献>

- 1) 佐藤, 清水, 太田, 町田: 複合ラーメン橋の接合部設計法に関する一提案, 構造工学論文集 Vol. 45A, P.1431 ~ P.1438, 1999年 3月, 土木学会
- 2) 長谷, 井ヶ瀬, 紫桃, 清水, 佐藤: 鋼桁 - RC橋脚剛結部の応力伝達と耐荷機構に関する実験的研究, 構造工学論文集 Vol. 46A, P. 1491 ~ 1500, 2000年 3月, 土木学会
- 3) 土木学会: 鋼コンクリートサンドイッチ構造設計指針(案), 平成 4年12月