

ずれ止めの変形を考慮した連続合成桁の3次元FEM解析

埼玉大学 正会員 奥井義昭 中央コンサルタンツ 正会員 山田直哉
日本道路公団 正会員 山田金喜 芦塚憲一郎 長岡技術科学大学 正会員 長井正嗣

1. はじめに

場所打ち PC 床版を用いた連続合成 2 主桁橋は中小スパンの経済的な橋梁形式として定着し、その設計法が技術基準として取りまとめることが出来るレベルにまでなっている。しかし、今後架け替え時の急速施工への対応や更なるコスト削減を目指すためには、プレキャスト床版をも採用可能な連続合成桁構造の設計法を示す必要あるものと思われる。その際、現在の許容応力度法によって設計されるずれ止めと比較して、施工上の制約から大幅にずれ止めを削減する必要がある。また、設計法自身も現行の許容応力度法から限界状態設計法へ変更になることが予想され、限界状態設計法を視野にいたした設計法の開発が必要となる。そこで、本報告では北関東自動車道南指原川橋をモデルに FEM 解析によりその可能性を検討した。

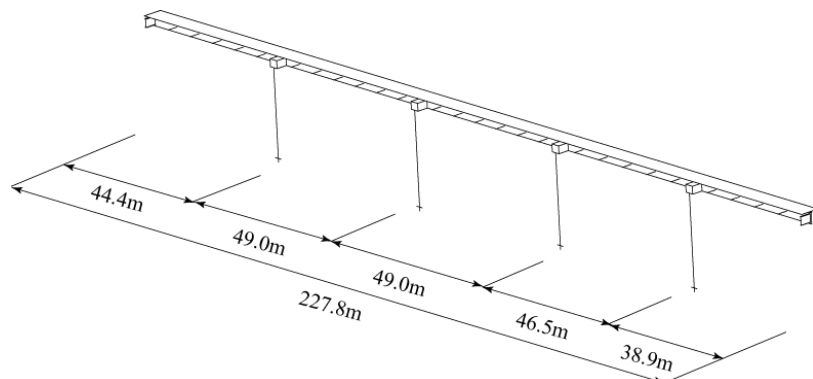


図 1 解析モデル：全体アウトライン

2. 解析モデル

解析モデルのアウトライン図を図 1 に、桁端部のみの拡大図を図 2 に示す。対称性を仮定して半橋分のみをモデル化し、下フランジははり要素、ウェブ、上フランジ、床版はシェル要素、橋脚ははり要素、基礎は線形ばねを用いてモデル化した。また、コンクリート床版と鋼桁間はスタッドの変形を考慮するために、水平方向の非線形ばねを用いた。この非線形ばねの水平せん断力とず

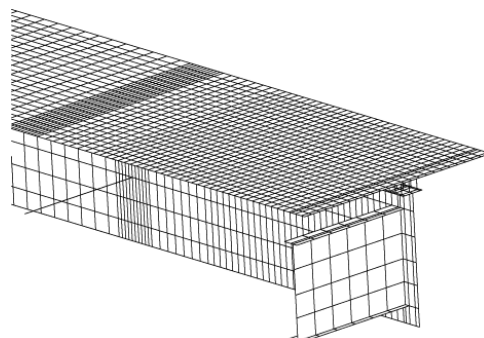


図 2 解析モデル：端部拡大図

れ量の関係は、スタッドの押し抜き実験より得られたずれ量－せん断力関係を参照して、図 3 の赤線で示すように、折れ線でモデル化した。コンクリートの材料モデルは引張応力下でのひび割れを考慮し、分布ひび割れモデルを用いて、図 4 に示す応力－ひずみ関係を考慮した。この応力－ひずみ関係は Tension stiffening 効果を考慮して決定したものであり、鉄筋は埋め込み要素として別途考慮されている。

3. 荷重ケース

着目位置は、比較的大きな水平せん断力が作用する桁端部と中間支点部の 2 箇所とし、各々使用限界状態時と終局限界状態時を考慮した。表 1 に使用時に関する荷重の組み合わせを示す。終局時については、乾燥収縮、温度変化、温度差とともに、1.3D+2.0L (D: 死荷重, L: 活荷重)を考慮した。

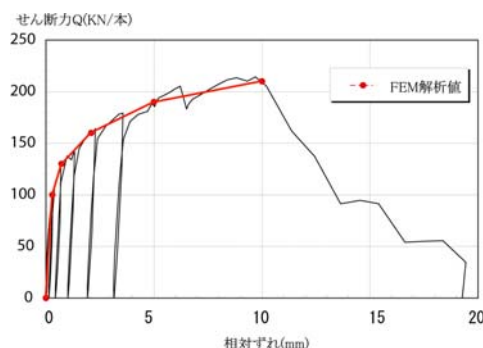


図 3 ずれ量－水平力関係

キーワード：ずれ止め、3次元FEM、合成桁、限界状態

連絡先：〒338-8570 さいたま市桜区下大久保 255 電話/FAX 048-858-3558

3. 解析結果および考察

解析は、上り線と下り線の両方について行われたが、紙面の都合上、ここでは上り線の結果のみを示す。下り線についても、ここで示した上り線の結果とほぼ同様な結果を得ている。

中間支点部に着目した際の終局時と使用時のずれ量の分布を図5、6に示す。使用時、終局時とも中間支点直上から少し離れた所でずれ量が最大となることが分かる。ここで示した中間支点部に着目したケースと、桁端部について着目したケースの計算結果もまとめたものを表2に示す。表中には使用時の限界ずれ量と終局時のせん断力も示してある。使用時の限界ずれ量に関しては、文献[1]に従い終局時のせん断力の50%のせん断力が生じる際のずれ量とした。この表から、桁端部よりは中間支点部の方がより厳しく、桁端部のずれ止めはさらに削減できる可能性があることが分かる。さらに、より厳しい中間支点近傍においても応答値は限界値の半分程度であることが分かる。

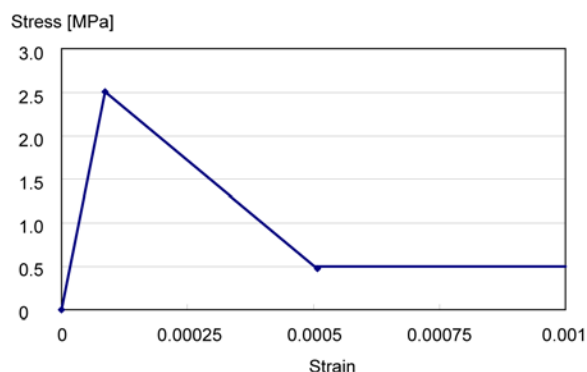


図4 コンクリート応力-ひずみ関係

表1 荷重の組み合わせ（使用限界時）

	桁端部着目	中間支点部着目
後死荷重	考慮	考慮
活荷重	—	考慮
温度変化	-30 度	+40 度
温度差	鋼桁+10 度	コンクリート +10 度
乾燥収縮	考慮	

表2 解析結果のまとめ

	使用時 ずれ量(mm)	終局時 せん断力(kN/本)
桁端部	0.07	23.3
中間支点部	0.16	96.7
限界値	0.37	210

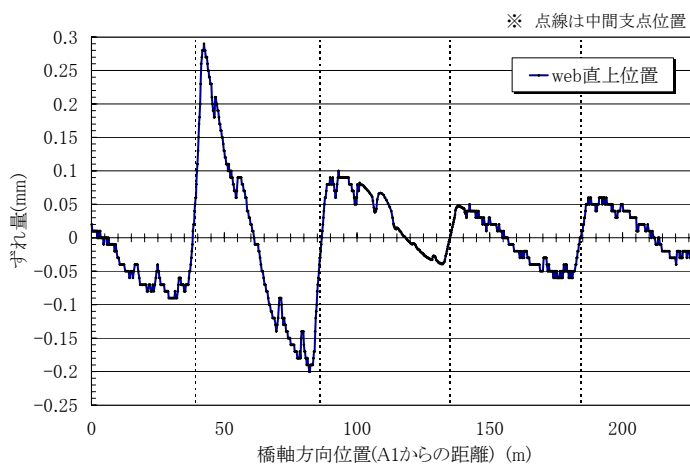


図5 スタッドのずれ量の分布（終局時）

4. まとめ

実橋に関して、ずれ止めの変形を考慮した3次元 FEM 解析を行い水平せん断力とずれ量を求め、プレキャスト床版合成桁の実現の際に重要となるずれ止め削減の可能性について検討した。今後、使用時と終局時に対し安全係数をどの程度取るべきかといった検討が必要であるが、今回の報告がそのための一助になれば幸いである。

なお、限界状態としては疲労限界も考慮する必要があるが、これについては別途検討を行っており、今回のスタッド配置が安全であることを確認している。

参考文献：[1]鋼構造物設計指針 Part B 土木学会

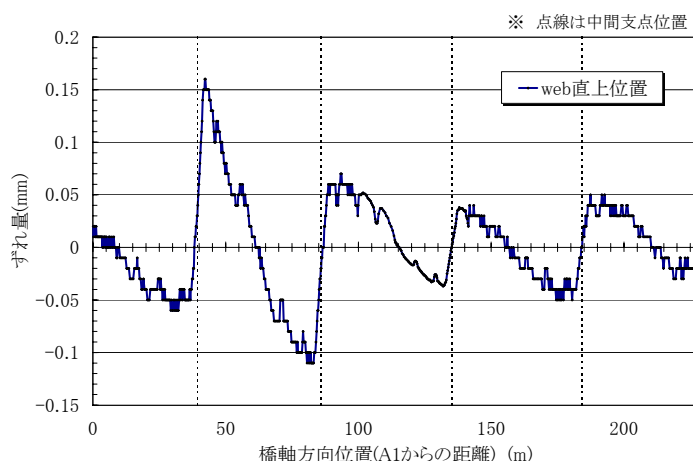


図6 スタッドのずれ量の分布（使用時）