

I - A146

連続合成2主桁橋のずれ止め設計法に関する一検討

川崎重工業* 正会員 川口喜史 川崎重工業* 正会員 大垣賀津雄
 川崎重工業* 正会員 八部順一 長岡技術科学大学** 正会員 長井正嗣

1. はじめに

近年、合理化・省力化橋梁として、PC床版を用いた連続合成2主桁形式の橋梁が認められつつある。

筆者らは、PC床版を有する広幅員の連続合成2主桁橋モデルを想定したFEM解析を行い、その立体挙動を詳細に検討して、各構造部材に発生する付加応力等の性状およびその度合いを明らかにした¹⁾²⁾。さらに、横桁間隔および横桁位置をパラメータとした検討を行い、横桁の設計について考察した³⁾。また風荷重や地震荷重等の面外力に対する解析を行い、構造各部の力学特性を把握した⁴⁾。

この種の2主桁橋は床版支間が5~12mと大きいため、主桁上の床版の回転拘束によって発生する偶力等、ずれ止めに作用する橋軸直角方向力に対しても抵抗できるように設計する必要がある。

そこで本研究では、立体FEM解析の結果から、ずれ止め作用力を明らかにする。また、主構造簡易計算および橋軸直角方向の横フレーム計算を行えば、ずれ止め作用力を評価できることを述べる。以上の検討をもとにここでは、PC床版を有する連続合成2主桁橋のずれ止めの設計に関する考察を行う。

2. 解析内容

(1) 対象橋梁

本FEM解析の対象とする橋梁は、図1に示す3径間(3@60m)連続合成2主桁橋とした。横断面形状は、主桁高さ2.9mのI型断面で、主桁間隔12m、総幅員18mとした。対傾構や下横構は省略し、横桁は主桁腹板高の中央位置に6m間隔で配置した。床版は全断面有効のPC床版を想定した。

(2) 解析モデル

①FEM解析：上記の対象橋梁を用いて、主桁腹板と床版を板要素で、その他部材をはり要素でモデル化した立体FEM解析¹⁾を実施した。

②主構造簡易計算：一本梁モデルの対する骨組計算によりずれ止めに作用する橋軸方向せん断力を計算した。

③横フレーム計算：橋軸直角方向のずれ止めせん断力と偶力に関する簡易な評価方法として、支間部の横断面に着目し、〔床版-横桁位置垂直補剛材-横桁〕で構成される平面の横フレームモデルを考え³⁾、梁理論を用いた骨組計算を行った。

(3) 荷重および荷重の組合せ

合成後死荷重+活荷重(D_2+L)、風荷重(W)および地震荷重(D_2+ER)の各組合せについて計算を行った。

3. 計算結果と考察

これらの計算結果から、以下のことがわかった。

(1) D_2+L 載荷時の橋軸方向せん断力は、主構造簡易計算とFEM解析とがよく一致することから、 D_2 と L の影響線載荷状態に対して主構造簡易計算を行い、現行の道路橋示方書Ⅱに従ってずれ止めに作用する水平せん断力を求める従来の手法を用いることができる。

(2) 橋軸直角方向せん断力は横桁位置で比較的大きな値を示すので集中して生じるもののその値は小さく、

キーワード：連続合成2主桁、ずれ止め(頭付きスタッド)、有限要素法

* 〒136 東京都江東区南砂 2-11-1 TEL: 03-3615-5135 FAX: 03-3615-6988

** 〒940-12 新潟県長岡市上富岡町 1603-1 TEL: 0258-46-6000 FAX: 0258-47-0019

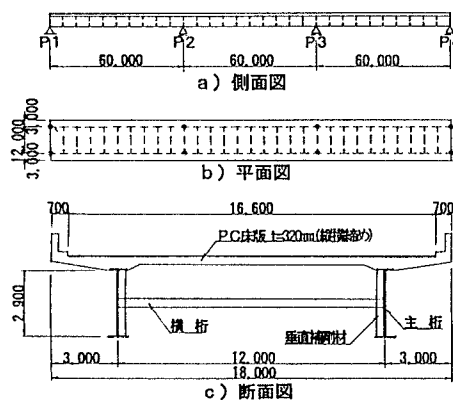


図1 解析対象橋梁

橋軸方向のせん断力でずれ止めを設計すればほぼ安全である。また、これらの直角方向せん断力は、横フレーム計算により妥当な値を求めるとができる。

(3) ずれ止め作用する橋軸直角方向偶力 $M^{1)3)}$ を図2に示す。 D_2+L 載荷時の横桁位置で偶力が大きくなること、中間支点部付近は地震のケースが大きくなることわかる。これらの偶力は比較的大きなものであり、横桁位置で集中して発生することを念頭に設計する必要がある。また、偶力は横フレーム計算により安全に評価することができる。

4. ずれ止めの設計

ずれ止めの形状は道示Ⅱに示されている頭付きスタッドを前提とし、その照査法と設計例を以下に示す。

(1) 照査法 スタッド群が偶力を受けるとして、最外側スタッドの引抜きせん断応力 τ_d がコンクリート床版の許容せん断応力 τ_a を満たすか否かによる杭方式として照査する。偶力によるコンクリートの引抜き力 q_d は(a)式で求められる（図3参照）。ここに、スタッド間隔 L_D が広い場合はコーン状破壊、狭い場合は三角柱状破壊をするものと仮定し、(b)式にてせん断断面積 S を算出する。

$$q_d = \frac{M_D}{L_d} \times y_d \cdot A_d \cdot L_D, \quad \tau_d = \frac{q_d}{S} \quad (a)$$

$$S = \sqrt{2}\pi H^2 \quad (L_D \geq 1.6H : \text{コーン状})$$

$$S = 2\sqrt{2}HL_D \quad (L_D < 1.6H : \text{三角柱状}) \quad (b)$$

M_D : 1m 当たりのスタッド群に作用する偶力

L_d : スタッド1列分の断面二次モーメント

y_d : 最外側スタッドまでの距離

A_d : スタッド1本当たりの断面積

L_D : 橋軸方向スタッド間隔

τ_d : 最外側スタッドでのコンクリートの引抜きせん断応力

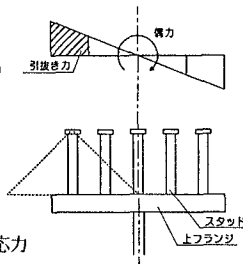


図3 スタッドの引抜き照査

(2) 設計例 $d22 \times H150$, $d25 \times H200$ の2種類のスタッドを上フランジ幅を500mmに設定し、横方向に7本/列配置

として検討した。その結果では、横桁位置で偶力によるコンクリートの引抜きに耐えることができなかった。そこで、引抜きせん断に有効な長尺のスタッド $d22 \times H250$, $d25 \times H250$ （横方向配置：7本/列）を用いて道示Ⅱに従って橋軸方向せん断力に対してスタッドの配置を決定し、それを偶力に対して照査した結果を図4に示す。その結果、ほとんどの横桁位置においてコンクリートの許容せん断応力 τ_a を満足するものとなったが、スタッド間隔が比較的大きな支間部（橋軸方向位置 12, 18, 24 m）の横桁部分では、なお偶力による引抜きに対して十分ではなかった。

5. まとめ

連続合成2主桁橋のずれ止めの設計を行う際に考慮すべき点と今後の課題を以下に整理する。

- ①横桁位置の橋軸直角方向偶力によるスタッドの引抜きには、安全側の評価を得ることができるという観点から杭方式により照査したが、RC方式も考えられるので、その考え方は今後の課題とする。
- ②偶力による引抜き照査の結果から横桁位置では、橋軸方向にさらに密にスタッドを配置する、長尺スタッドを用いる、上フランジ幅を広げる等の部分的なスタッド設計の変更が必要となる。

参考文献

- 1) 坂井藤一, 八部順一, 大垣賀津雄, 橋本靖智, 友田富雄: 合成2主桁橋の立体挙動特性に関する研究, 構造工学論文集, Vol.41A, pp.945~954, 1995.3
- 2) 長井正嗣, 本田晃英, 中山康士, 坂井藤一, 八部順一: 合成2主桁橋の対称鉛直荷重下の断面変形挙動, 鋼構造年次論文報告集, 第3巻, pp.297~304, 1995.11
- 3) 坂井藤一, 八部順一, 大垣賀津雄, 橋本靖智: 合成2主桁橋の横桁配置に関する研究, pp.31~38, 橋梁と基礎, 1997.3
- 4) 坂井藤一, 八部順一, 大垣賀津雄, 佐川孝一: 面外荷重作用下の合成2主桁橋の立体挙動に関する検討, 第51回年次学術講演会講演概要集VI-220, 1996.9

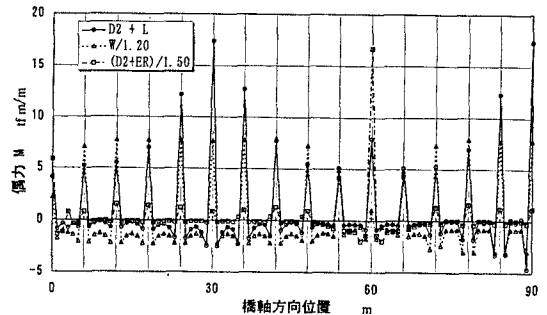


図2 橋軸直角方向偶力の分布

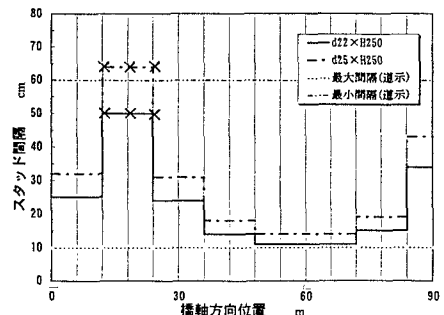


図4 偶力による照査