

コンクリート充填鋼管を用いた長大複合斜張橋用合成 2 主桁の床組み FEM 解析

鹿島技術研究所 正会員 吉田健太郎¹⁾
 鹿島技術研究所 正会員 古市 耕輔¹⁾
 新日本製鐵(株) 正会員 富永 知徳²⁾
 新日本製鐵(株) 正会員 松岡 知巳²⁾

1. はじめに

著者らは、図 - 1, 2 に示す、コンクリート充填鋼管合成 2 主桁（以下、充填鋼管合成 2 主桁と略す）を主桁の一部に用いた長大複合斜張橋の開発を行っている^{1) 2)}。通常の PC 箱桁のウェブ間隔は 4 m ~ 8 m 程度と小さく、フランジを全断面有効として扱えることが多いのに対して、図 - 2 に示すように、検討モデルの充填鋼管合成 2 主桁及び PC エッジガーダーは主桁間隔が 20m 以上と非常に大きく、せん断遅れの影響が大きいことが予想される。

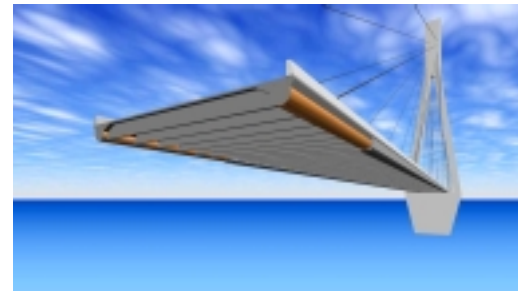


図 - 1 コンクリート充填鋼管複合斜張橋

また、斜張橋では主桁に作用した斜材張力が大きいため、主桁から床版に斜材張力をスムーズに伝達することが重要である。このため、自重及び斜材張力から床版への力の伝達状況を把握することを目的として、3次元線形 FEM を行い、有効幅の考え方を用いて検討を行なった。

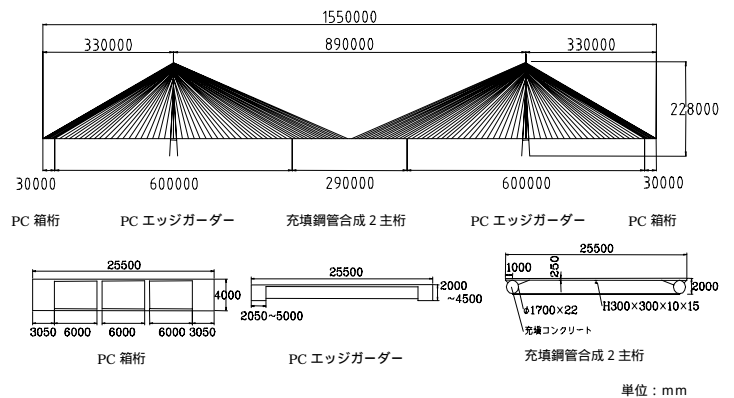


図 - 2 検討モデル

2. 解析モデル

解析ケースは、表 - 1 に示す 4 ケースとした。解析モデルは、桁断面中央に対して対称構造であるため、断面中央から半分をモデル化した。断面内の各要素は、図 - 3 に示す通りである。桁は、斜材定着部 11 箇所分に当たる軸方向 115m をモデル化し、鋼横桁を 3.3m ごとに配置した。今回、充填鋼管合成 2 主桁は、鋼管と床版接合部、鋼管と充填コンクリート間のずれはないものとして取り扱った。自重による床版への力の伝達状況は、10m ごとに配置している斜材定着部位置に、図 - 4 に示す鉛直方向の弾性バネを配置し、床版に発生する応力により確認した。自重は、「道路橋示方書・同解説（以下、道示と略す）、共通編」（社）日本道路協会、平成 8 年 12 月³⁾を用いた。斜材張力による床版への力の伝達状況は、図 - 5 に示すように、境界条件は片持ち梁とし、その反対端の主桁図心に加えた水平単位荷重の床版への伝達状況により確認するものとした。

桁は、斜材定着部 11 箇所分に当たる軸方向 115m をモデル化し、鋼横桁を 3.3m ごとに配置した。今回、充填鋼管合成 2 主桁は、鋼管と床版接合部、鋼管と充填コンクリート間のずれはないものとして取り扱った。自重による床版への力の伝達状況は、10m ごとに配置している斜材定着部位置に、図 - 4 に示す鉛直方向の弾性バネを配置し、床版に発生する応力により確認した。自重は、「道路橋示方書・同解説（以下、道示と略す）、共通編」（社）日本道路協会、平成 8 年 12 月³⁾を用いた。斜材張力による床版への力の伝達状況は、図 - 5 に示すように、境界条件は片持ち梁とし、その反対端の主桁図心に加えた水平単位荷重の床版への伝達状況により確認するものとした。

表 - 1 解析ケース

主桁形状	解析ケース
充填鋼管合成 2 主桁	自重
	斜材張力
PC エッジガーダー	自重
	斜材張力

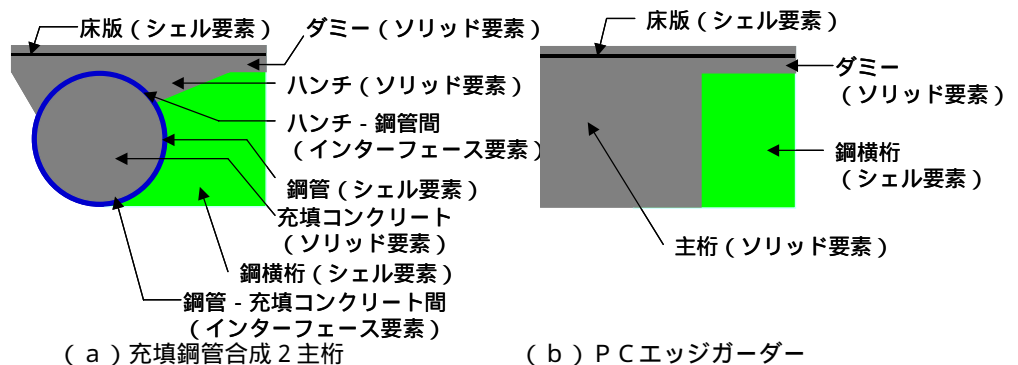


図 - 3 モデル要素

キーワード：斜張橋，複合構造，鋼管，合成桁，有効幅，せん断遅れ

1) 〒182 - 0036 調布市飛田給 2 - 19 - 1 TEL0424 - 89 - 7076

2) 〒293 - 8511 富津市新富 20 - 1 TEL0439 - 80 - 3124

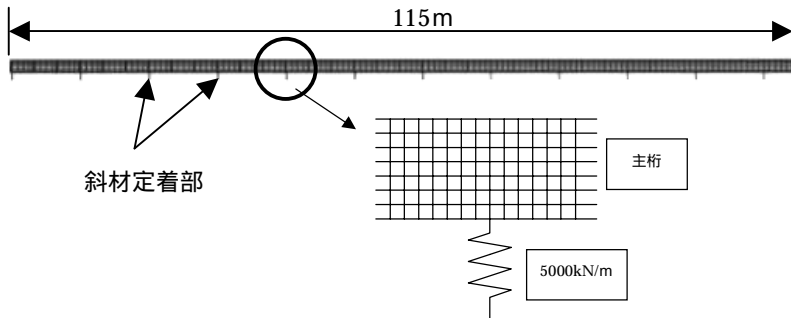


図 - 4 自重に対する有効幅の把握に用いた境界条件

3. 結果及び考察

充填鋼管合成2主桁及びPCエッジガーダーの床版に作用する橋軸方向応力から、次式により有効幅を求めた

4) (図 - 6 参照)

$$\lambda = \frac{\int_0^b \sigma(y) dy}{\sigma_{\max}} \quad (1)$$

ここで

λ : 有効幅

b : 床版幅員 $\times \frac{1}{2}$

y : 床版端部から $\sigma(y)$ 作用位置まで距離

$\sigma(y)$: 橋軸方向応力度の分布

σ_{\max} : 最大応力度

自重に対する有効幅を、図 - 7 に示す。解析結果から算出した有効幅は、両主桁ともに 8.0~9.0m でほぼ同じ値を示した。これは「道示、鋼橋編」((社) 日本道路協会, 平成 8 年 12 月)⁴⁾ により算出した有効幅が 3.5m であるのに対して 2.4 倍の有効幅となっている。

次に斜材張力の水平成分に対する力の伝達状況を、図 - 8 に示す。両主桁ともに、橋軸方向に載荷点から約 35m の位置で有効幅が 12.75m となり、全断面有効となった。ここでは、主桁図心に水平単位荷重を加えたが、実際の斜材定着部では、ほぼ主桁全断面に力が導入されるため、若干短い距離で床版へ力が分散するものと考えられる。

4. まとめ

有効幅の考え方をを用いて、床版に作用する力の伝達状況の確認を行った。自重に対する有効幅は、8.0~9.0m であること、斜材張力の水平成分に対しては約 35m で一様に分散することを確認した。ただし、斜材定着部近傍の局部応力や自重以外の荷重に対しては別途検討を行なう必要がある⁵⁾。

参考文献

- 1) Masayuki OKIMOTO, Tomonori TOMONAGA, Yoshihiro HISHIKI, Kousuke FURUICHI: Long-span Composite Cable-Stayed Bridge with New Hybrid Girder, IABSE SYMPOSIUM, pp.149-154, 1998.
- 2) 吉田健太郎, 日紫喜剛啓, 古市耕輔, 沖本真之: コンクリート充填鋼管を用いた長大複合斜張橋の終局強度と変形性状, 構造工学論文集, Vol.46A, 2000.
- 3) (社) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 共通編, pp.10, 平成 8 年 12 月.
- 4) (社) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説, 鋼橋編, pp.253-256, 平成 8 年 12 月.
- 5) 小松定夫, 北田俊行: 斜張橋のシアラグ解析とその設計計算への適用に関する研究, 土木学会論文報告集, 第 254 号, pp.13-26, 1976.

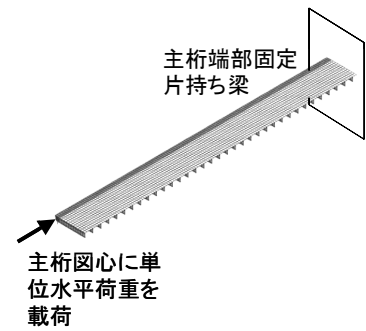


図 - 5 斜材張力の床版への伝達状況の把握に用いた境界条件

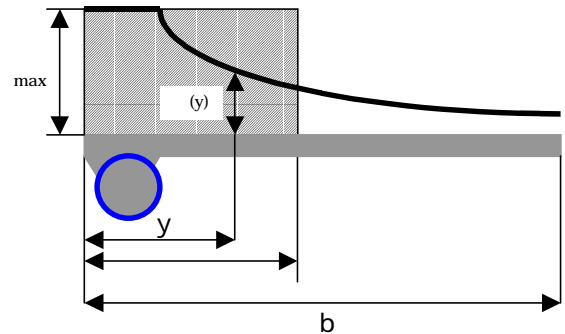


図 - 6 せん断遅れと有効幅の定義

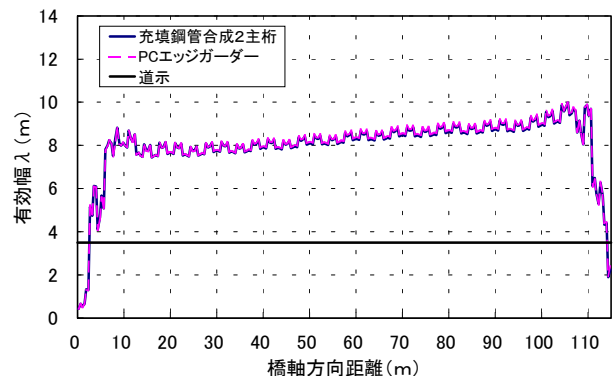


図 - 7 自重に対する有効幅

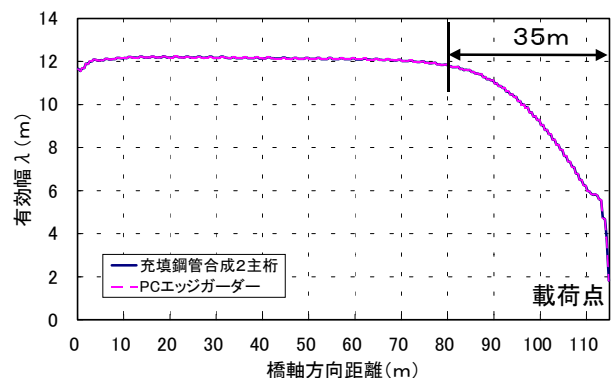


図 - 8 斜材張力の水平成分に対する有効幅