

(58) PC斜張橋の斜材定着部横げたの有効幅に関する検討 — 那須グリーンCC PC斜張橋 —

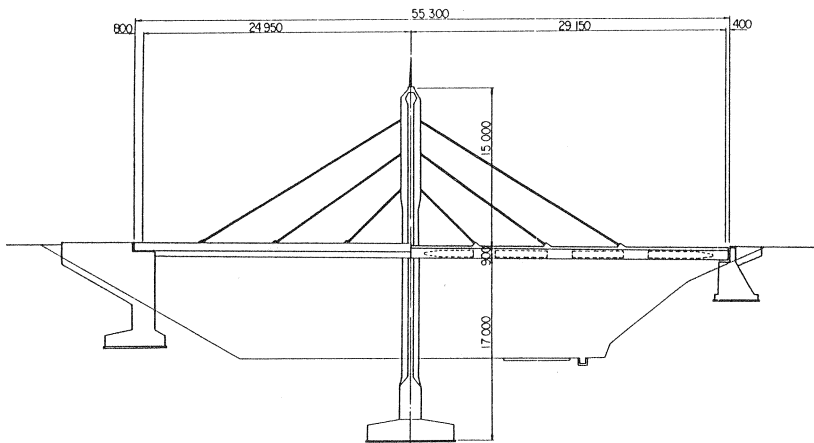
株式会社 間 組 原田 雅男
ケドウ リョウウ
〇 工 藤 朗 太

1. はじめに

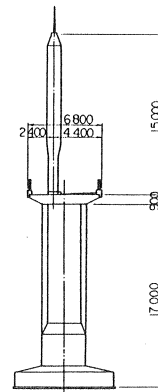
本橋は、那須グリーンコースクラブ内の町道横断橋として架設された橋長55.4mの2径間連続PC斜張橋である。斜材は独立一本柱によるセミファン型一面吊り、主げたはPC中空床版構造を採用している。本橋の特徴としては、図-1の構造一般図に示すように、主げたの吊り上げ位置が構造中心から橋軸直角方向に1.0m偏心していること、支間割りが24.95m+29.15mと左右非対称となっていることが挙げられる。

一方、PC斜張橋の斜材定着部横げたの設計において、有効幅の設定方法は道路橋示方書・同解説 III コンクリート橋編（以下「道示」略称）の中間横げたの規定に準じて行なわれているのが一般的なようである。しかし本橋のように主げたが中空床版構造で、一点で吊り上げる構造の有効幅の算定においては「道示」の規定が当てはまらない場合もあると思われる。そこで筆者らは、立体要素を用いたFEM解析により斜材定着部横げたの有効幅に関する検討を行なった。本論文はその結果について報告するものである。

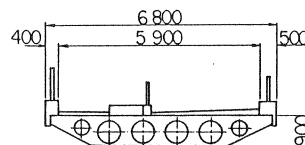
側面図



主塔部正面図



主桁標準断面図



2. 解析概要

立体要素を用いたFEM解析はMSC/NASTRAN（有限要素法による汎用構造解析プログラム）により行なった。以下にその概要を説明する。

2-1. 解析モデル

構造解析モデルを図-2に示す。境界条件は、

図-1 構造一般図

主塔側の端部断面については鉛直方向と橋軸方向の変位を、橋台側については鉛直方向の変位をそれぞれ拘束した。なお、境界条件は、他のいくつかの組み合わせによる解析結果をもとに検討し、前記の条件を採用した。

2-2. 荷重

本検討では以下に示す目的でそれぞれの解析ケースを設定した。

CASE-1: 曲げモーメントに対する有効

幅の検討

CASE-2: 軸方向力に対する有効幅の検討

CASE-3: 設計荷重時における横げたの安全性の確認

各ケースでの荷重状態は表-1に示すとおりである。なお活荷重については、これにより発生する横げたの応力度や斜材張力が死荷重に比して小さいことから、今回は対象としなかった。

本橋の横締めPC鋼材配置を図-3に示す。

2-3. 解析結果

以上の条件により解析を実施した。なお、本検討の着目成分は図-2に示すY方向の応力度 σ_y である。スラブ上面の σ_y 分布を各解析ケース毎に図-4に示す。

その結果を要約すると以下ようになる。

1) CASE-1 (図-4(a))

スラブの上面において、最大で 18.0 kgf/cm^2 と大きな引張応力度が発生している。しかし引張応力度が 5.0 kgf/cm^2 を上回る領域は支圧版中心位置付近に集中している。

2) CASE-2 (図-4(b))

横締めPC鋼材の定着端付近では若干の応力集中の傾向が見られるが、導入プレストレス力は中央に向かってほぼ45度方向に分布し、横げた(図-2充実部)上面の圧縮応力度は 20.0 kgf/cm^2 前後となっている。

3) CASE-3 (図-4(c))

横げた部における応力度の分布は、断面内全体に渡り $5.0 \sim 20.0 \text{ kgf/cm}^2$ の圧縮応力度となっている。

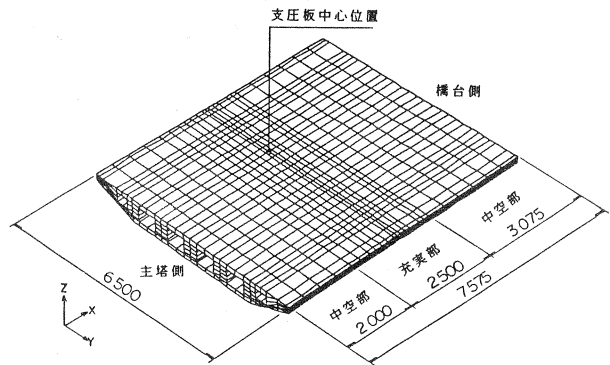


図-2 構造解析モデル

表-1 対象状態一覧

ケース名	対象状態
CASE-1	主げた自重, 橋面荷重, 斜材調整力
CASE-2	横締めプレストレス力
CASE-3	CASE-1 + CASE-2

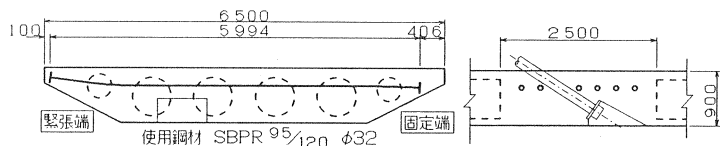


図-3 横締めPC鋼材配置

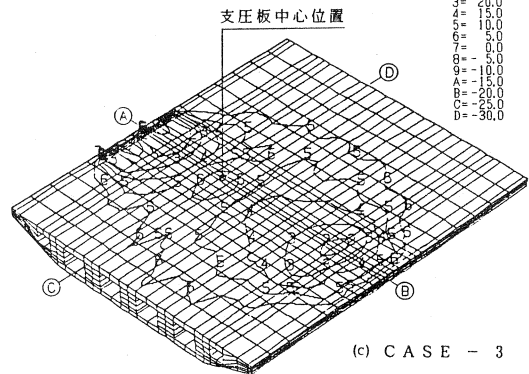
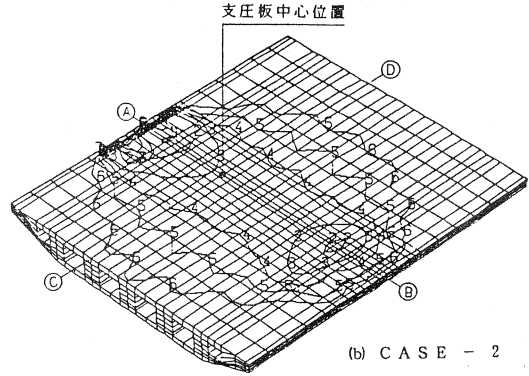
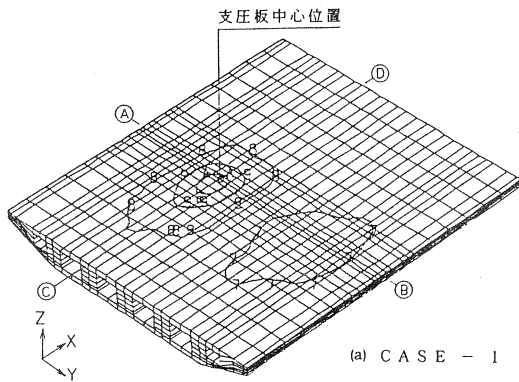


図-4 スラブ上面の σ_y 分布

3. 有効幅の検討

有効幅の検討は、FEM解析と設計計算のそれぞれの応力度分布を比較することにより行なった。横げた上縁の応力度分布の比較を図-5に示す。なお、設計計算における応力度算出の条件は表-2に示すとおりである。

3-1. 曲げモーメントに対して

CASE-1の荷重状態では、断面②（吊り上げ位置）付近においてFEM解析値の方が設計計算値よりも大きな引張応力度を示している。このことから、設計計算では断面②付近における曲げモーメントに対する有効幅が過大に設定されていたと考えられる。

一方、「道示」において、有効幅の設定は次の二つの考え方に分けられている。

- (1) 主げたや支点横げたなどの直接支持されたけたに対する有効幅の考え方
- (2) 中間横げたの間接支持されたけたに対する有効幅の考え方

そこで、FEM解析で得られた図-6に示す応力度分布をもとに、(1)の考え方で次式により有効幅 b を算定した。

$$b = \int_0^L \sigma_y dx / \sigma_{y \max} \quad \text{—— 式①}$$

(記号については図-6参照)

これらの設定方法により求めた有効幅と断面②に

表-2 設計計算での
応力度算出条件

項目	内容
有効幅	「道示」の中間横げたの規定により設定
断面力	立体骨組解析

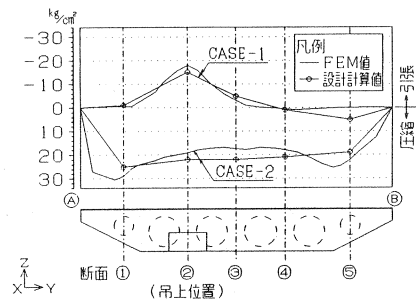


図-5 応力度の比較

においてそれぞれの有効幅を用いて算出した応力度を表-3に示す。この結果、考え方(1)により算出した応力度の方がFEM解析値($\sigma_y=18.0\text{kgf/cm}^2$)に近い結果を与えるようである。また、この場合の有効幅は中間横げたとして算出した有効幅の70%前後の値となっている。

表-3 有効幅と断面②の応力度

	有効幅 (cm)	引張応力度 (kgf/cm ²)	備考
本検討結果	270	19	式①による
設計計算値	384	14	考え方(2)

3-2. 軸方向力に対して

CASE-2の荷重状態では、断面②～断面④の範囲でFEM解析値の方が設計計算値よりも 5.0kgf/cm^2 前後の小さな圧縮応力度を示している。このことから設計計算では軸方向力に対する有効幅が過少に設定されていたと考えられる。

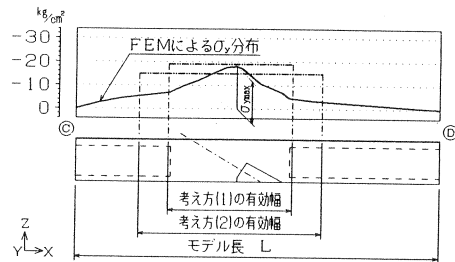


図-6 有効幅と応力度分布

以上のことから、「道示」に記されているように、曲げモーメントと軸方向力に対する有効幅は別々に設定する必要があることが判る。

4. 横げたの安全性の確認

斜材定着部横げたは橋梁全体の安全性に対し重要な部材であるため、設計荷重作用時においてもひび割れの発生を防止することにし、PCI種で部材設計を行なった。

中間横げたの有効幅の考え方で設計計算を実施し、横締めPC鋼材は図-3の配置形状で6本(導入プレストレス約360l)とした。しかし、3.で述べたように軸方向力に対する有効幅が過少に評価される可能性があるため、横げた内の応力度を把握する目的でFEM解析を実施した。その結果、2-3.3)で説明したようにPCI種の条件を満足していることが確認できた。

5. まとめ

本橋のようなPC中空床版構造を1点吊りした場合の斜材定着部横げたは、主げたや支点横げたなどの直接支持されたけたと中間横げたの間接支持されたけたとの中間的な特性を持つと考えられるが、有効幅に関しては直接支持されたけたに近いと思われる。したがって、斜材定着部横げたの設計に当たっては主げた構造、斜材型式および荷重形態等を考慮し、かつ斜材定着部横げたの特性を十分に把握して有効幅を設定する必要がある。

6. おわりに

本橋は、斜材の架設を終了し斜張橋としての外観を現しており、現在橋面工を施工中である。完成後は、当ゴルフ場の表玄関に位置する本橋が訪れるゴルファーのランドマークになるものと期待している。

本報告が、今後PC斜張橋の設計に携わる方々に少しでも役立てば幸いである。

最後に、本橋の設計・施工にあたり多大なるご協力を頂いた関係各位には、この場を借りて深く感謝の意を表します。