

外ケーブルの終局荷重作用時張力増分量算定式に関する一考察

日本道路公団 静岡建設局 正会員 青木 圭一
(株) 日本構造橋梁研究所 正会員 花島 崇
オリエンタル建設 (株) 正会員 正司 明夫
オリエンタル建設 (株) 正会員 ○近藤 琢也

1. はじめに

近年、プレストレストコンクリート構造の橋梁において経済性や維持管理の面で有用性が認められる外ケーブル構造が多く採用されている。外ケーブル構造では、終局荷重作用時における外ケーブルの張力増分量を正確に考慮することにより、終局時の必要鋼材量を軽減することが可能となり、施工性及び経済性が向上する。張力増分量を算出するひとつの方法として材料非線形および幾何学的非線形解析を考慮した複合非線形解析があるが、解析プログラムの調達やデータ作成の煩雑さから、設計において常にこれを用いることは効率的ではないため、多数の張力増分量算定の簡易式が提案されている。

角谷らは、文献1）において波形鋼板ウェブ構造の張力増分量の算定式を提案している。本検討では、この提案式の適用拡大を図るため、3径間の変断面1室箱桁橋に対して複合非線形解析により張力増分量を算出し、その結果を用いて張力増分量算出のための簡易式を提案した。

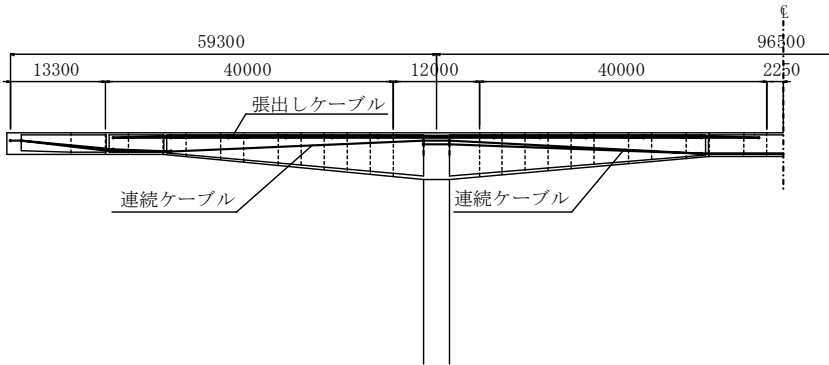
2. 解析モデル

表－1に解析ケースを、図－1に解析対象モデル橋梁を示す。解析モデルは3径間の変断面1室箱桁橋で橋軸方向は対称形状とし、ラーメン構造と連続桁構造について検討した。また、ケーブル配置は全外ケーブル方式と内外ケーブル併用方式を検討し、内外併用タイプは連続ケーブルのみを外ケーブル構造とした。荷重状態は、中央断面、柱頭部および側径間に着目し、3ケースの活荷重載荷状態を想定した。

解析は複合非線形解析を用いて行った。主桁断面にはファイバー要素を使用し、鉄筋の配置も考慮した。プレストレスは内力として入力し、断面力には施工段階の影響、クリープおよび乾燥収縮の影響を考慮した。終局状態の判定は主桁断面の圧縮ひずみが3500μに達したときとした。

表－1 解析ケース

解析ケース	ケーブル配置	構造形式	着目位置
case1R	全外ケーブル	ラーメン	中央断面
case2R		〃	柱頭部
case3R		〃	側径間
case1C		連続	中央断面
case2C		〃	柱頭部
case3C		〃	側径間
case1I	内ケーブル・外ケーブル併用	ラーメン	中央断面
case2I		〃	柱頭部
case3I		〃	側径間



図－1 解析対象モデル（ラーメン構造）

キーワード 外ケーブル構造，張力増分量，定式化

連絡先 〒102-0093 東京都千代田区平河町2-1-1 オリエンタル建設（株）第二技術部 TEL 03-3261-1176

3. 解析結果および張力増分量の定式化

張力増分量は、終局荷重載荷状態の外ケーブルの変形状態が大きく関係するため、外ケーブルの定着間距離（ L ）と有効高さ（ dp ）との比率と相関が大きくなる。したがって、本報告においては、 dp/L をパラメーターとする張力増分量の算出式を提案する。図-2に dp/L と各ケーブルの張力増分量の関係を示す。図は構造ごとに全荷重ケースの結果を示している。また、全外ケーブル構造では、張出し架設用の外ケーブルと連続ケーブルがあるため、これらを分けて図示している。この図から得た張力増分量（ $\Delta\sigma_p$ ）の算出式を式（1）に示す。

$$\Delta\sigma_p = \begin{cases} 0.0 & (L/dp > 50) \\ k \times dp/L \leq \Delta\sigma_{p\max} & (L/dp \leq 50) \end{cases} \quad (1)$$

ここに dp ；ケーブル有効高さ mm

L ；ケーブル定着間距離 mm

k ；ケーブル種別毎に設定される係数

張出しケーブル； $k = 1200$

連続ケーブル； $k = 4000$

$\Delta\sigma_{p\max}$ ；構造別、ケーブル種別毎に設定される限界値

張出しケーブル限界値

$$; \Delta\sigma_{p\max} = 350 \text{ N/mm}^2$$

連続ケーブル限界値（ラーメン構造）

$$; \Delta\sigma_{p\max} = 400 \text{ N/mm}^2$$

連続ケーブル限界値（連続桁構造）

$$; \Delta\sigma_{p\max} = 450 \text{ N/mm}^2$$

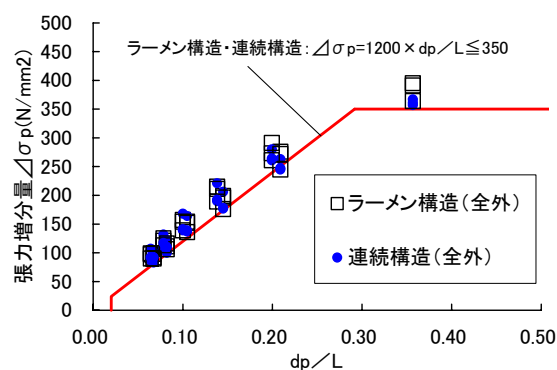
式-1は角谷らの式における k および $\Delta\sigma_{p\max}$ の値を変更したものである。角谷らの報告する波形鋼板ウェブ橋の結果と比較すると、ラーメン構造の連続ケーブルでは同じ係数となった。張出しケーブルでは、波形鋼板ウェブ橋が側径間と中央径間で k の値を変えているのに対し、本報告のモデルでは1つの定数で表現が可能となった。

4. おわりに

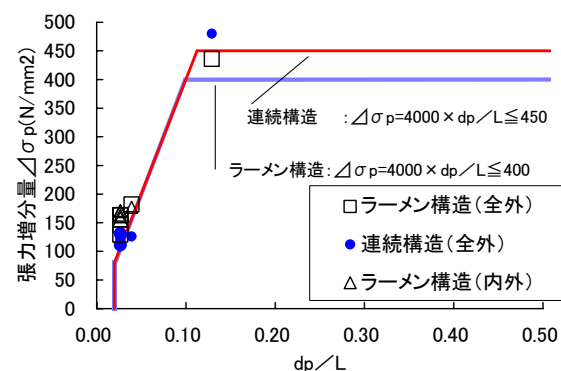
張力増分量を簡便に算出し設計に考慮することは、外ケーブルの配置本数の多い橋梁では鋼材量を減らせるため、より経済的な設計が期待できる。本報告は、1室箱桁変断面を有する3径間の張出し架設を想定した一般的な橋梁に対して検討を行ったものである。今回の検討では限られた構造を対象としており、全ての構造形式に適用できるものではないが、今後多くの構造形式や内ケーブルと外ケーブルの配置比率を変化させた場合などについて、更なる検証を行うことにより、その精度を確認することが可能であると考えられる。また、今回の解析モデルでは外ケーブル偏向部の摩擦を考慮していないが、これを考慮した場合についての結果を検証することも必要であると考えられる。

参考文献

- 1) Tsutomu Kadotani et al.: A study of the ultimate strength prestressed concrete bridges with corrugated steel plate webs with a entirely external cable structure, The first fib congress 2002 Session5 pp. 295～pp. 302



(a) 張出ケーブル張力増分



(b) 連続ケーブル張力増分

図-2 張力増分量