

外ケーブル方式多径間連続合成桁の経時挙動に関する研究

日本構造橋梁研究所 正会員○ 小坂 崇*
 大阪工業大学工学部 正会員 栗田章光**
 大阪工業大学大学院 学生員 中條潤一**

1. はじめに

近年、わが国では外ケーブル工法が既設橋梁の有力な補強工法の一つとして用いられるようになってきた。しかし、新設橋に外ケーブル工法が使用された例は数例しか見られない。そこで、著者らは外ケーブル工法に関する一連の研究の一つとして、外ケーブルを有する多径間連続桁橋の経時挙動解析を行った。本文では解析方法、および数値解析結果について報告する。

2. 解析方法

解析方法は、高次の不静定構造物の解析が容易に行えるように、剛性マトリックス法によって解析を行った。外ケーブル部材の取扱いについては、偏心結合変換マトリックスによりケーブル部材を考慮して解析を行った。

解析の対象としている構造系は、合成桁の図心軸から偏心して外ケーブルが取り付けられた場合であるから、一般に桁要素とケーブル要素の間に、無限大の剛度を持つ仮想部材を設けて解析を行うこともできる。この方法は従来の平面骨組みの構造解析プログラムでも計算が可能という利点があるが、その場合、非現実的な剛度を持つ仮想部材の影響により、計算誤差が大きくなる。そこで、本研究では既往の研究¹⁾により誘導された、偏心結合変換マトリックスを用い、仮想部材を設けずに計算を行う。ここで、外ケーブル要素の剛性方程式をたてると式(1)のよう表せられる。

$$f = T_e^T \cdot R^T \cdot K \cdot R \cdot T_e \cdot \delta + T_e^T \cdot f_f \quad (1)$$

ここに、 f は材端力のベクトル、 δ は材端変位のベクトル、 f_f は荷重項のベクトル、 T_e は偏心結合変換マトリックス、 R は座標変換マトリックス、 K はケーブル要素の剛性マトリックスである。

3. 数値解析と考察

解析の対象とする橋梁は外ケーブルを有する単径間を含む8径間までの連続合成桁である。対象橋梁は床版がコンクリート床版、桁が鋼の鋼・コンクリート合成桁である。コンクリート床版と鋼桁とは完全に合成されているものと仮定する。外ケーブルの配置形状についてはクイーンポスト形式とした。ケーブルの配置形状の決定は既往の研究に基づき死荷重に対して最も効果的な配置とした²⁾。

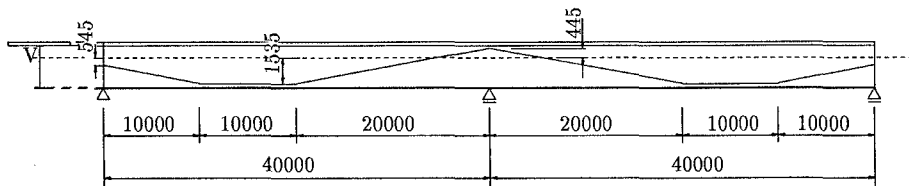


図-1 対象橋梁の側面図 (単位 [mm])

Keywords : 外ケーブル、多径間、連続桁、クリープ、乾燥収縮

* 〒541 大阪市中央区備後町 1-5-2 TEL:06(203)2552 FAX:06(203)2553

** 〒535 大阪市旭区大宮 5-16-1 TEL:06(952)3131 FAX:06(957)2131

径間長については、単径間では40[m]、2径間では図-1に示すとおり、3径間以上については中央径間を50[m]、側径間を40[m]として、ケーブルの配置形状については図-1と同様の形状とした。その他の解析条件を表-1に示す。

表-1 数値解析条件

断面 [m ²]	合成桁	$A_v = 1.6 \times 10^{-1}$	死荷重 [tf/m]		q=1.0	
	コンクリート床版	$A_b = 6.0 \times 10^{-1}$	ヤング係数 [tf/m ²]	コンクリート	$E_b = 3.5 \times 10^6$	
断面2次 モーメント [m ⁴]	鋼桁	$A_s = 6.0 \times 10^{-2}$		鋼	$E_s = 2.1 \times 10^7$	
	外ケーブル	$A_p = 5.542 \times 10^{-4}$		外ケーブル	$E_p = 2.0 \times 10^7$	
断面2次 モーメント [m ⁴]	合成桁	$I_v = 1.242 \times 10^{-1}$	クリープ 係数の 最終値	遅れ弾性クリープ	$\phi_{d,\infty} = 0.4$	
	コンクリート床版	$I_b = 2.0 \times 10^{-3}$		フロークリープ	$\phi_{f,\infty} = 1.6$	
	鋼桁	$I_s = 3.567 \times 10^{-2}$		乾燥収縮に伴うクリープ	$\phi_{s,\infty} = 4.0$	
外ケーブル導入張力 [tf]		P=70	乾燥収縮ひずみ量の最終値		$\epsilon_{s,\infty} = 200 \times 10^{-6}$	

図-2に連続桁の各径間数における外ケーブル張力の変化量を示す。これは、死荷重、クリープ、および乾燥収縮による張力変化量のトータルの値をプロットしたものである。図に示す値はケーブルに対して引張、つまり張力が増加することを示している。トラスモデルとは外ケーブルの取り付け位置の偏心を考慮し、節点毎にケーブルを分割してトラス要素として取り扱うモデルであり、図の値は各部材の張力変化量の平均値である。連材モデルとは、各節点の変位からケーブル全体の変位量を算出し、ケーブル内で一定の張力変化量を算出するモデルである。図-2より、3径間以上ではトラスモデルの方が若干張力変化量が大きいが、連材モデルと比べてもほぼ同様になるという結果が得られた。8径間の場合では導入張力70[tf]に対してトラスモデルで0.6%、連材モデルで0.8%張力が増加することがわかった。

図-3に死荷重、外ケーブル緊張力、クリープ、および乾燥収縮によるたわみの最大値を示す。それぞれのたわみの最大値が生じる位置が径間数および荷重毎に異なるため、それぞれの傾向は若干異なるが、3径間以上ではほぼ変化がないことがわかった。今回の解析条件では、乾燥収縮による影響が最も大きいことがわかった。

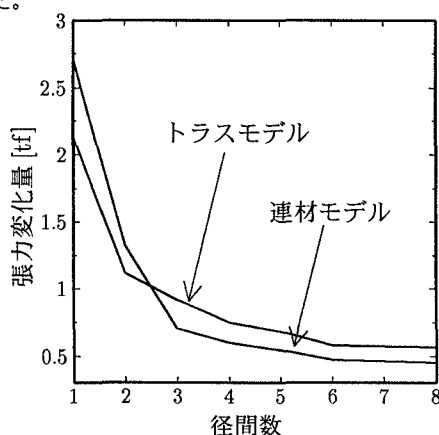


図-2 外ケーブル張力の変化量

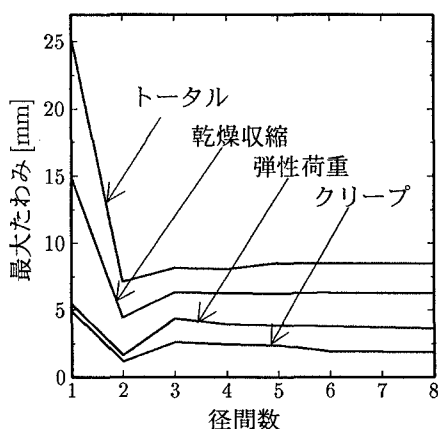


図-3 各荷重によるたわみの最大値

4. まとめ

以上のことより、本研究ではケーブルの偏心結合を考慮した剛性マトリックス法を用いて外ケーブルを有する多径間連続合成桁の弾性解析と経時挙動解析をおこないケーブル張力の変化量および、桁の変形を予測できることを示した。なお、本研究は文部省科学研究費・基盤研究(C)（研究代表者：栗田章光）の助成を受けて行われている。

参考文献

- 1) 中井 博・栗田章光・富田耕司・瀬野靖久：外ケーブルを有する鋼・コンクリート合成桁橋のクリープ・乾燥収縮による影響評価，鋼構造年次論文報告集，1995。
- 2) 祖川・小坂・栗田・瀬野：連続桁橋における外ケーブルの配置形状に関する研究，平成7年度年講，1995。
- 3) 小坂 崇：外ケーブル方式多径間連続合成桁橋の経時挙動に関する研究，大阪工業大学修士学位論文，1997。