

(I-23) 外ケーブルを考慮した合成桁のクリープ・乾燥収縮の経時挙動解析

早稲田大学大学院 学生員 ○大島 昌益
早稲田大学理工学部 フェロー 依田 照彦

1 はじめに

合成・複合構造は鋼・コンクリート両者の特性を活かした構造物であり、現在多岐にわたって利用されている。しかし、合成桁においてはコンクリート床版のクリープ・乾燥収縮によって、桁全体の変形や、外ケーブルを有する場合の緊張力に影響が生じるとされている。¹⁾

そこで、本研究では、外ケーブルを有する合成桁を対象とし、汎用有限要素法プログラムを用い、コンクリート部分にクリープ・乾燥収縮が生じたときの経時挙動解析を行い、桁の変形、反力、コンクリート床版部分のひずみ等を調べ、既往の実験結果¹⁾と比較した。

2 解析手法

解析モデルは、既往の研究で用いられた2径間連続合成桁の実験供試体¹⁾とした。この供試体の概要図を図1に、側面図と断面図を図2に示す。また、材料特性などの解析条件を表1に示す。モデル化にあたってはコンクリート床版部にはソリッド要素、鋼桁部にはシェル要素、内、外ケーブルには梁要素を用い、桁の境界条件は3点固定支持の不静定系とした。また、横断面方向には軸対称性を利用してハーフモデルを用いた。クリープを生じさせる持続荷重としては内・外ケーブルによるプレストレス力および後死荷重を考えた。また、ケーブルそれぞれの緊張力は1本あたり内ケーブル10tf、外ケーブル35tfである。なお、クリープ・乾燥収縮の予測式については、道路橋示方書を参考にした。解析値と実験値との比較は外ケーブル張力導入直後から行うことにした。

表1 解析条件

ヤング係数 (kgf/cm ²)	コンクリート床版	4.2×10^5
	鋼桁	2.10×10^6
	外ケーブル	1.91×10^6
	内ケーブル	2.00×10^6
単位体積重量 (kgf/cm ³)	コンクリート	2.50×10^{-3}
	鋼材	7.85×10^{-3}
クリープ	遅れ弾性クリープ係数 $\phi_{d,\infty}$	0.4
	フロークリープ係数 $\phi_{f,\infty}$	1.6
乾燥収縮	乾燥収縮によるクリープ係数 $\phi_{s,\infty}$	1.4
	ひずみ量の最終値 $\epsilon_{s,\infty}$	1.75×10^{-4}
導入応力 (kgf/mm ²)	外ケーブル	126.3
	内ケーブル	25.1

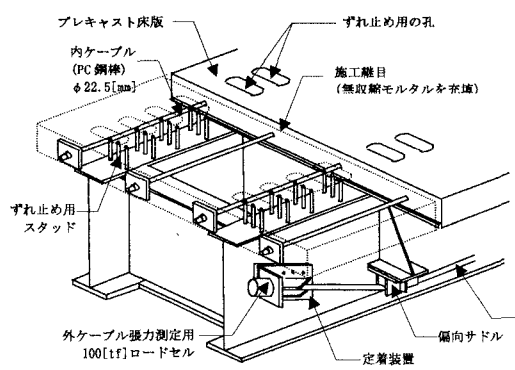


図1 解析対象概要図

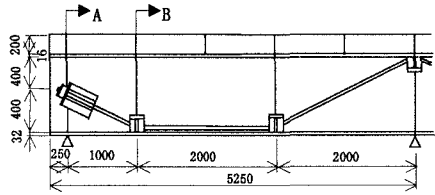


図2 側面図と断面図

スラブ	2000×200
上フランジ	200×16
ウェブ	800×9
下フランジ	250×32
主桁間隔	1000

単位[mm]

キーワード：合成桁、外ケーブル、クリープ、乾燥収縮
連絡先：早稲田大学理工学部 〒169-8555 新宿区大久保 3-4-1 tel&fax:03(5286)3399

3. 解析結果

まず、図3に中間支点反力の経時変化を示す。実測値の経過日数は120日までとなっている。解析結果によれば、350日経過後で既往解析値¹⁾の量が約7tf、本解析値の量が約6tfとなった。両者にやや違いがあるものの、全体的には同じ様な挙動を示している。

次に、図4に支間中央部でのたわみの経時変化を示す。符号のマイナスは下向きのたわみを表す。実測値にばらつきはあるが、両解析値とも、測点2の実測値とほぼ一致している。

図5に外ケーブル張力の経時変化を示す。両解析値とも、実測値と同様に張力変化はあまりなかった。わずかな差はあるが、これはケーブルを連続モデルではなく、トラスモデルとして解析を行ったことが原因だと考えられる。

また、コンクリート床版図心でのひずみの変化量は解析開始時から終了時の350日経過後までで支間中央部で約150 μ 、中間支点部で約120 μ となった。

それぞれの図を比較すると、両方の解析値はほぼ一致し、実測値と比較しても同様な傾向となっており、解析の妥当性が実証できたと考えられる。

4. まとめ

ここに示したクリープ・乾燥収縮の経時挙動解析により、ほぼ実測値を予測出来ることが分かった。また、その絶対量も桁全体にとって大きな影響を及ぼさない量であることが確認できた。

また、外ケーブルの張力増加については、プレストレスによって持ち上がっていた桁がクリープ・乾燥収縮によって重力方向にたわみ、鋼桁の下フランジが引張域に移行したためである。しかしながら、今回のモデルにおいて、1点固定支持、2点可動支持の静定系のモデルとすると外ケーブルの張力は減少した。量としては解析では0.1tf程度であったが、実験結果と照らし合わせると実際には1tfほど減少すると考えられる。この理由は橋軸方向の移動を自由にさせることによって、桁自体はプレストレスによってたわみが押さえられる効果よりも、橋軸方向の力が卓越してしまったためである。

また、今回はデータを示していないが、クリープ・乾燥収縮によって、コンクリート床版が持ち上がる現象や、鋼桁とコンクリート床版がスタッド等のずれ止めで拘束されているため、コンクリートの接合部に引張応力が生じ、ひびわれを生じさせる可能性も無視できない。今後の課題としてこれらのミクロな部分の解析を行う必要があるだろう。

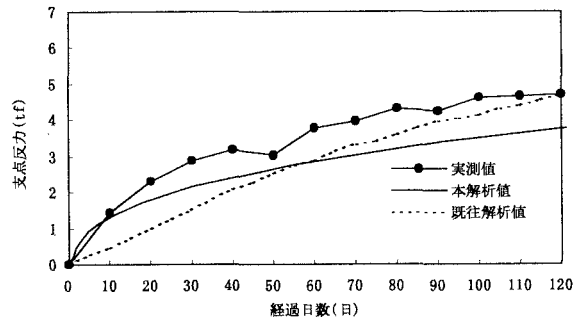


図3 中間支点反力の経時変化

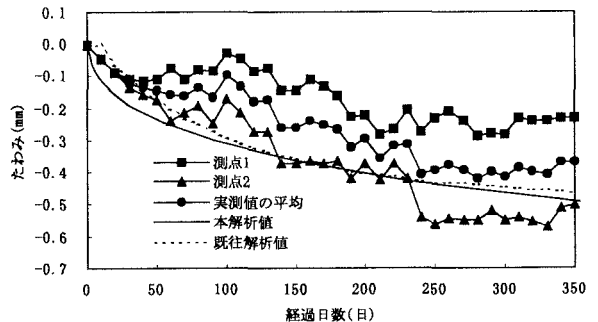


図4 支間中央部でのたわみの経時変化

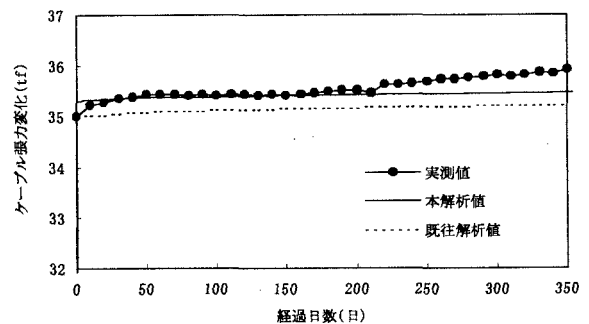


図5 外ケーブル張力の経時変化

参考文献 1) 小坂、栗田、平野、大山、中條：外ケーブル方式多径間連続合成桁のクリープおよび乾燥収縮挙動に関する研究，構造工学論文集 Vol. 44A, 1998. 3