

不完全合成桁のクリープ・乾燥収縮・ひび割れ解析に関する研究

長崎大学大学院	学生員	○	ブーンタナボン・ソムボン
新日本技研(株)	正会員		倉方慶夫
長崎大学工学部	正会員		松田 浩
新日本技研(株)	正会員		中村太一

1 はじめに

合成桁橋の設計に対して、欧米では実績のある設計規定が定着している。一方、日本ではコンクリート床版の損傷が報告された影響などにより、1980年代から合成桁橋の建設が控えられるようになった。しかし、近年経済性や耐久性を有する合成桁橋として、合理的な橋梁に対する研究開発・施工が進められている。

合理的な合成桁設計法を確立するために、RC床版の耐久性や長期の信頼性などの検討が重要なことである。本研究では、合成桁のRC床版のクリープ・乾燥収縮およびジベルのせん断強度を考慮した鋼コンクリート連続合成桁の解析プログラムを作成し、クリープ係数の相異やひび割れの発生の影響などについて検討を行うことを目的としたものである。

そこで、本研究の第一歩として合成桁橋の設計における基礎的なデータを得るため、開発した解析プログラムを用い、2径間連続合成桁モデルの数値解析を行った。さらに、クリープ・乾燥収縮の解析について、ヨーロッパの規定(CEB-CODE)は道路橋示方書(以下道示とする)の規定と比較することを試みた。

2 解析理論

2.1 不完全合成桁の解析

本解析では、多径間連続合成桁に対して床版の打ち継ぎ点でのせん断強度やひび割れを検討できるように、ジベルを弾性分布バネとして取扱ひ、RC床版と鋼桁の接合面のずれ変形(弾性的な変形)を考慮した合成の解析を行った。このような解析は不完全合成桁の解析という。

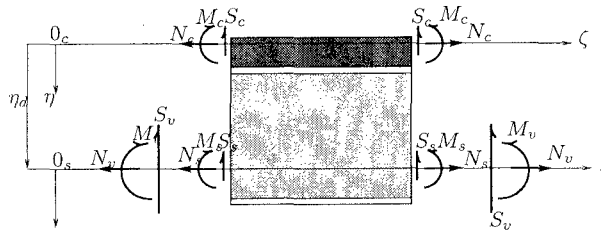


図-1 床版と鋼桁の個々の断面力、および合成断面の全体断面力

図-1によってジベルのせん断剛度(せん断バネ)を解析計算上に追加してつり合いの微分方程式を求めることができる。これによって、有限要素法を用いて不完全合成桁の剛性マトリックスを誘導し、合成桁の変位や断面力を数値計算する。ここで、 M_c 、 N_c はそれぞれ床版の曲げモーメントと軸力である。 M_s 、 N_s はそれぞれ鋼桁の曲げモーメントと軸力である。 M_v 、 N_v はそれぞれ合成断面全体の曲げモーメントと軸力である。ただし、 M_v は鋼桁の軸線上での値であり、合成断面の重心軸上での曲げモーメントではない。

2.2 クリープ・乾燥収縮の解析

クリープ・乾燥収縮の解析はクリープのフローひずみと遅れ弾性ひずみを考慮した応力ひずみ関係式とクリープや乾燥収縮が進行する時刻 $t_0 \sim t$ において鋼桁による自由収縮の拘束作用を考慮したひずみを用いた。次に、コンクリートのクリープ・乾燥収縮によってRC床版と鋼桁に発生する断面力を力のつり合い式および適合条件を用いて、各部材の等価節点を誘導した。

3 CEB-CODEと道路橋示方書

CEB-CODEの規定を道路橋示方書(以下道示と略称する)の規定と比較すると、道示では設計計算において、クリープ係数と最終乾燥収縮度は常に一定値を用いている。一方、CEB-CODEではクリープ係数や乾燥収縮度は実験における基本値

(ブレンコンクリートの値)と様々なパラメータから計算するように規定されている。この計算に必要なカテゴリとしてセメントの種類、コンクリートの設計基準強度、外気の気温、相対湿度、仮想部材厚、コンクリートの材齢などがあげられる。したがって、CEB-CODEでのクリープ係数や乾燥収縮度は現場の環境やコンクリートの様々なパラメータによって大きく変化する。

4 解析対象モデルと計算条件

本解析では、図-2に示すような2径間連続合成桁を対象として、クリープ・乾燥収縮の解析を行なった。CEB-CODEの規定値を表1に示す。なお、道示の規定値は、最終収縮度 ε_x は 20×10^{-5} を、クリープ係数 φ_2 は $\varphi_2 = 2.0, \varphi_1 = 4.0$ を用いた。

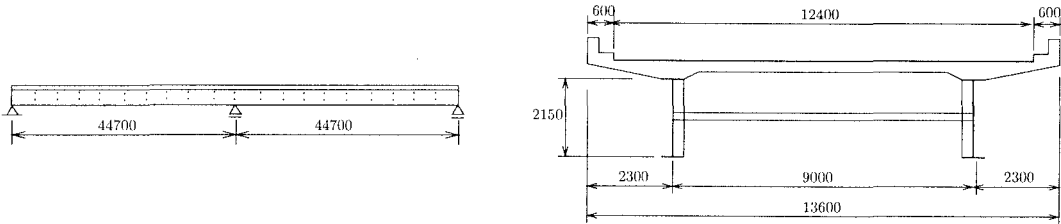


図-2 2径間連続合成2主桁橋

表1 CEB-FIP コードの規定値

相対湿度 RH(%)	コンクリートの基準強度 f_{ck} (MPa)	仮想部材厚 H_0 (mm)
50	30	300
80	30	300

5 解析結果と考察

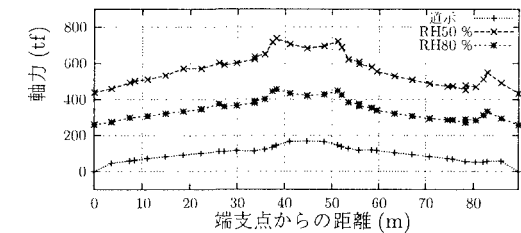


図-3 乾燥収縮によるコンクリート床版の軸力

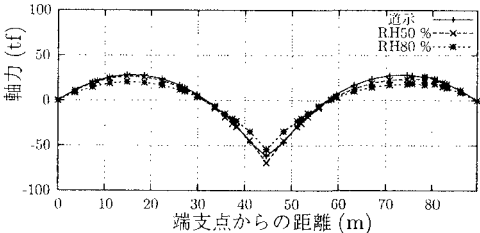


図-4 クリープによるコンクリート床版の軸力

乾燥収縮に関しては、図-3に示すように、道示の規定とCEB-CODE規定による解析結果は大きく異なり、特にCEB-CODEの(RH50とRH80)の方は、中間支点部で道示の結果の約2倍のコンクリート床版の軸力となっている。

また、クリープに関しては、図-4に示すように、道示とCEB-CODEの規定による解析結果はほとんど同じ結果であるが、中間支点部には、クリープにより大きな圧縮力が作用していることがわかる。

6 おわりに

本報告では、クリープ・乾燥収縮に関する合成桁を不完全合成桁(弾性的合成桁)で解析を行った。また、クリープ係数・乾燥収縮量については、CEB-CODEのように実験に基づいた値(ブレンコンクリートとしての量)を用い、床版中の鋼材と鋼桁による拘束を考慮すべきである。最後に、本研究の成果では、合成桁設計の基礎的データになると考えている。

【参考文献】

1) 日本道路橋協会：道路橋示方書・解説 鋼橋編,1994
2) 川上 洵 他訳：コンクリート構造物の応力と変形 [クリープ・乾燥収縮・ひび割れ]
3) 倉方慶夫 他：連続鋼合成桁における鉄筋コンクリート床版の設計上の課題, 第一回鋼橋床版シンポジウム講演論文集,1998
4) 浜田純夫 他：不完全連続合成桁の有限要素解析, 土木学会論文報告集, 第265号,1977.9