

VI-30

連続合成2主桁橋の設計計算システムの構築

川崎重工業 正会員 山本晃久, 大垣賀津雄, 石毛立也, 猪本真
 C R C 総研 正会員 佐野秀昭, 酒井和男
 日本道路公団 中藁明広, 中村元, 川尻克利

1. はじめに

我が国において昭和30年代初頭から40年代中頃に掛けて、プレストレスする連続合成桁が建設されたが、橋らの研究¹⁾もあり、40年代中頃から50年代初頭まではプレストレスしない連続合成桁が建設されている。しかしながら、50年代より道路橋を中心にRC床版のひび割れ損傷事故が多発したため、これを境に連続合成桁の採用が控えられるようになった。

近年、RC床版の損傷メカニズムが輪荷重走行試験機を用いた研究等により解明されてきている。また横締めPC床版を有する少数主桁橋が多く建設されるようになり、その床版厚の増加に伴いせん断破壊に対して著しく強度が増加している。このような理由から、床版を永久構造物と考えることにより、連続合成桁を復活させようという動きが活発化している^{2), 3)}。このような状況の中で、近年の計算機の発達により、煩雑であった連続合成桁の設計計算を簡易にすべく、そのシステムを構築した。本文は、プレストレスしない連続合成桁の合理性を述べるとともに、構築した設計計算システムの内容を紹介するものである。

2. プレストレスしない連続合成桁

プレストレスする(ひび割れを許さない)連続合成桁と、中間支点部床版を鋼桁と鉄筋断面とで分担するというプレストレスしない連続合成桁の設計曲げモーメントを図1に比較する。同図から、後者の方が支間部の正曲げモーメントが大きくなり、安全側の断面設計を行うことができるといえる。一方、支点部付近はプレストレスしない(ひび割れを許す)連続合成桁の負曲げモーメントが減少し、一見、危険側の設計を行うように見受けられるが、その部分の剛性は床版を鉄筋に置き換えたものに低下しているため、結果として断面の設計寸法に大差がない。このような理由と施工費の面から、中間支点部床版のひび割れ幅を鉄筋にて制御⁴⁾するならば、道路橋示方書II⁵⁾にも示されているプレストレスしない連続合成桁の方が合理的であるといえる。

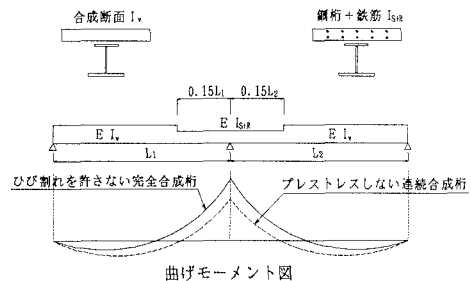


図1 設計曲げモーメントの比較

3. 解析モデル

(1) 解析モデル

基本的に2主桁橋を前提としているが、場合によっては3～4主桁構造も取扱い可能である。移動型枠を用いて支間中央部の床版から施工するピアノ鍵盤工法の場合でも、計算対応できるように床版の分割施工位置に解析上の格点を設ける。

(2) 仮定剛度

仮定剛度は、種々荷重に対して適切な値を採用するものとする。表1に各荷重と主桁の仮定剛度との関係を示す。同表中のnは、解析において見込む合成断面における鋼とコンクリートのヤング係数比である。

表1 設計荷重と主桁剛性

基本荷重		主桁剛性		組合せケース			
記号	種別	支間部	中間支点部	1	2	3	4
D1	鋼重	I_s	I_s	○	○	○	○
D2	床版前死	I_s	I_s	○	○	○	○
D3	床版後死	$I_v(n=7)$	$I_v(n=7)$		○	○	○
D4	橋面工	$I_v(n=7)$	I_{s+g}		○	○	○
ER	施工時	$I_s \& I_v(n=7)$	$I_s \& I_v(n=7)$	○			
CR	クリープ	$I_v(n=14)$	$I_v(n=14)$			○	○
SH	乾燥収縮	$I_v(n=21)$	$I_v(n=21)$			○	○
T	温度差	$I_v(n=7)$	$I_v(n=7)$				○
L	活荷重	$I_v(n=7)$	I_{s+g}		○	○	○
増倍係数		床版		1.00	1.00	1.00	1.00
		鋼桁		1.25	1.00	1.00	1.15

注) I_s : 鋼桁断面, I_v : 合成断面, I_{s+g} : 鋼桁+鉄筋断面

キーワード: 2主桁橋, 連続合成桁, 設計計算, クリープ, 乾燥収縮, 温度差

連絡先: 〒136 東京都江東区南砂 2-6-5 TEL: 03-3615-5135 FAX: 03-3615-6988

4. 設計計算

(1) 後死荷重, 活荷重

後死荷重, 活荷重に対する断面力の算出および変形の計算は, 中間支点付近のひび割れ発生を考慮し, 鉄筋のみを鋼桁断面に考慮する. この時の<鋼桁+鉄筋断面>とする範囲は, 図1に示した $0.15L$ の範囲とする.

(2) クリープ, 乾燥収縮, 温度差荷重

床版コンクリートのクリープ, 乾燥収縮および床版と鋼桁との温度差による応力度を計算する場合の不静定力の算出においては, 床版を加味した合成断面を考慮する.

図2に示すように, クリープを考える場合のモーメント荷重 M の載荷範囲は, 後死荷重により正曲げモーメントを発生する範囲とする. 上述の通り $0.15L$ で定義した範囲ではひび割れを許容し, 乾燥収縮モーメントは考慮しないこととする. 床版と鋼桁との温度差荷重は正負を考慮して重ね合わせる. 連続桁の場合, 中間支点部のこれらの不静定反力を考慮した $M + \Delta M$ が設計曲げモーメントとなる. これらの荷重と主荷重の重ね合わせを行うと部分的に床版が引張応力を受けるが, その際, 床版コンクリートを無視した断面にて照査する.

(3) 床版施工ステップ解析

移動型枠を用いた PC 床版施工を行う場合, 図3に示すように, 床版が鋼桁と逐次合成されることになるが, 各施工ステップの計算のデータ編集をシステム化し, 床版の前死荷重と後死荷重の分離解析や, ジャッキアップダウンを行う場合などに対応できるものとした. 計算出力としては, 前死荷重と後死荷重の曲げモーメントのみならず, 施工時の各断面の鋼桁や床版の応力度が出力される. 特に, 既に施工した前径間の床版端部(例えば図3において, 5ブロックを打設する時の1ブロック端部)が, 隣接径間の床版施工時に大きな応力を受けるので, 移動型枠など施工時荷重を考慮した施工ステップ解析は, 実施設計において重要となる. また床版施工は数ヶ月を要するが, その材令の違いによるクリープや乾燥収縮による発生モーメントは, 無視するものとした⁶⁾.

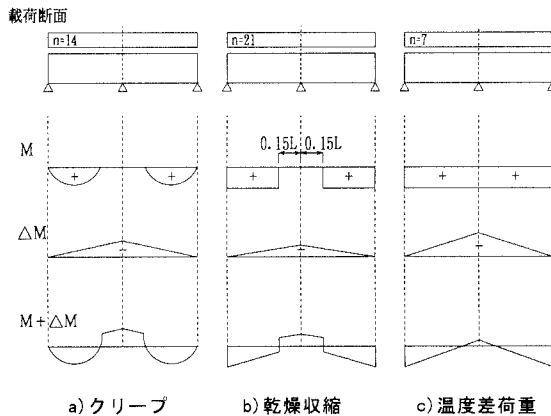


図2 クリープ, 乾燥収縮, 温度差荷重

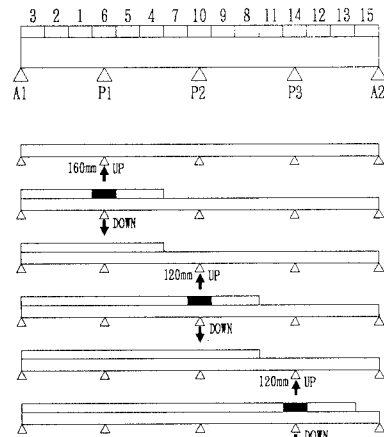


図3 床版施工ステップ解析

5. まとめ

プレストレスしない連続合成桁の合理性を示し, その計算システムの内容を紹介した. 今後は, PC 床版の設計とひび割れ制御の計算⁷⁾の部分とを構築する予定である. 本文がこの種の2主桁橋の設計作業省力化につながれば幸いである.

[参考文献] 1) 橋善雄先生遺稿集刊行事業会編集: 橋善雄先生遺稿集, 昭和45年12月, 2) 鋼橋技術研究会: 合理化省力化研究部会報告書, 平成7年3月, 3) 関西道路研究会: 連続合成桁の復活に向けて, 平成10年3月, 4) 日本橋梁建設協会: PC床版を有するプレストレスしない連続合成桁設計要領(案), 平成8年3月, 5) 日本道路協会: 道路橋示方書・同解説I~V, 平成8年12月, 6) 西尾, 大垣, 江田, 石毛, 川尻, 奥井, 連続合成2主桁橋—千島の沢川橋—のクリープ, 乾燥収縮に関する解析的研究, 土木学会第54回年次学術講演会概要集, 平成11年9月, 5) G. Hanswile: Zur Rißbreitenbeschränkung biverbundtragern, Januar 1986