

断続合成構造の床版分担断面力に関する検討

○川田工業

正会員 辻角 学^{*1}

レールウェイエンジニアリング

正会員 保坂鐵矢

パシフィックコンサルタンツ

正会員 武居秀訓

早稲田大学

フェロー 依田照彦

1. はじめに

床版ひび割れを許容する設計において連続合成桁の中間支点上の設計は、ひび割れ幅決定の主たるパラメータである鉄筋応力に支配される。従来は支点部のジャッキアップ・ダウンによるプレストレスの導入により解決されてきたこの問題も、主に経済性から近年の施工例は減少しており、発生鉄筋応力の低減を図って中間支点付近の鋼桁断面を大きくしている設計例も少なくない。支間の延長に伴ってこの傾向は顕著となる。

ひとつの解答として、鉄道橋では以前より断続合成構造が提案されている。断続合成構造は負の曲げモーメント域を非合成あるいは柔合成とすることで床版に生じる引張力を低減するものであり、近年でも北陸新幹線の建設例¹⁾があるが、現在の設計方針は多くの局面で安全側に誘導せざるを得ないのが実情であった。本検討は床版が分担する断面力に主眼を置いて、実挙動を反映した設計法を提案しようとするものである。

なお、柔合成を用いる場合には“弾性合成”あるいは“不完全合成”という言葉が使われる場合もあるが、本検討では非合成のみを想定しており、用語の使い分けを行わずに“断続合成”としたことを付記しておく。

2. 解析モデルと検討目的

2次元非線形解析プログラム（UC-win/WCOMD）を使用し、図-1 のモデル（CASE1,2）により床版軸力の算出を行った。対象とした断面は、床版：750x160、鋼桁：H-600x200x11x17 である。荷重は床版のひび割れ前・初期ひび割れ・完全ひび割れ各状態を想定して、それぞれ 100kN・200kN・1000kN を考慮した。解析検討の目的は下記2点にある。

- 完全合成・断続合成の比較から床版軸力の低減、およびひび割れ後の床版分担軸力の変化を確認する。
- 後述する理論値との比較を行い、設計で想定すべき断面力算出方法を考察する。

3. 理論値の算出

断続合成桁負曲げ部の床版分担軸力は、図-2 に示すように完全合成桁としての値を非合成区間で均すことにより求められる。床版分担軸力は合成断面全体に掛かる曲げモーメントから算出されるが、この曲げモーメント算出モデルの非合成区間入力剛性をパラメータとして4種類の理論値を算出した。即ち、①鋼桁・コンクリート床版合成断面、②鋼桁・床版鉄筋合成断面、③鋼桁・床版コンクリート重ね梁断面、④鋼桁・床版鉄筋重ね梁断面である。

4. 完全合成・断続合成の床版分担軸力

完全合成・断続合成を比較した初期ひび割れ時および完全ひび割れ時の解析結果（床版分担軸力）をそれぞれ図-3 および図-4 に示す。ひび

われ前の結果は、初期ひびわれ時の結果と荷重比による線形

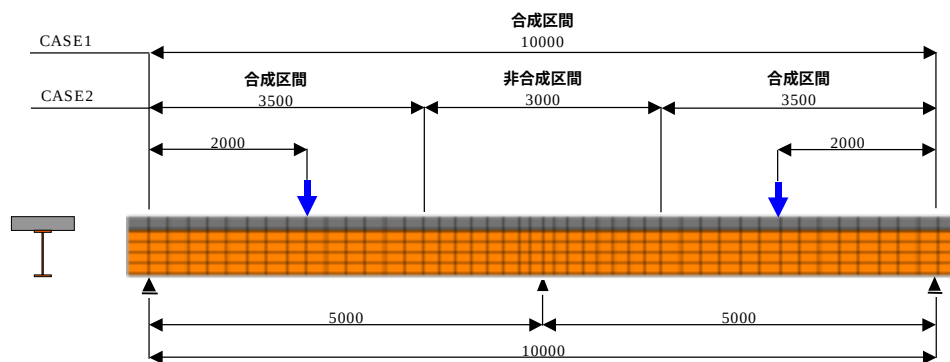


図-1 解析モデル

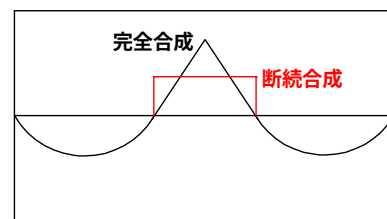


図-2 床版分担軸力の考え方

キーワード：断続合成構造，鉄道，床版軸力，非線形解析

※1 〒114-8562 東京都北区滝野川 1-3-11

TEL 03-3915-3301

FAX 03-3915-4327

関係であったため示していない。結果より想定通りの分担軸力低減が認められ、低減比を断続合成／完全合成で考えると、ひびわれ前および初期ひびわれ時で 46%，完全ひびわれ時で 59%である。

5. 理論値との比較

断続合成桁の初期ひびわれ時および完全ひびわれ時の床版分担軸力に関して、解析値・理論値で比較した結果をそれぞれ図-5 および図-6 に示す。

断面力算出時に非合成区間を重ね梁と評価する考え方もあるが、結果からは初期ひびわれ時（およびひびわれ前）の床版分担軸力が鋼・コンクリートおよび鋼・鉄筋の合成桁としての理論値に近似していることが分かる。即ち床版が健全である限り、非合成区間と完全合成区間の断面剛性は何ら変わるものではないということであり、このことは図-3・図-4 において支間部の値が完全合成・断続合成で一致していることから明らかである。図-7 にイメージとして示すように、非合成区間は平面保持しない仮想的な合成桁断面と考えることで上記の結果は理解できる。また、完全ひびわれ時の床版分担軸力は図-6 を見る限り、重ね梁としての理論値を近似しているように見えるが、鋼桁・鉄筋合成断面としての理論値に比べて大きな差は無く、若干の安全側設計を行う上からも鋼桁・鉄筋合成断面として断面力算出を行うことが望ましいと思われる。

6. まとめ

- 床版分担軸力を低減できる断続合成桁が、より長支間への適用を期待できる構造であることを確認した。
- 非合成区間は平面保持しない合成桁断面として考えることが出来、その床版の設計に際しては、非合成区間を合成断面（有害なひびわれ幅以下とする設計では鋼桁・鉄筋合成断面）として考えることで安全側の設計を行うことが出来る。
- 非合成区間の断面算定は、断面全体に掛かる曲げモーメントから算出される床版・鋼桁各々の分担断面力により行えばよく、床版の分担断面力は非合成区間の値を均すことにより求められる。鋼桁の分担断面力については今後の検討課題としたい。
- 非合成区間には、鋼桁上フランジを現場溶接する他、コンクリートとの付着を抑える対策が必要である。

「参考文献」 1) ABE, HOSAKA : Flexible Shear Connectors for Railway Composite Girder Bridges COMPOSITE CONSTRUCTION IN STEEL AND CONCRETE IV pp.71-80, United Engineering Foundation, Inc, (2000.5.28)
2) 保坂, 杉本 : 鉄道における最近の鋼・コンクリート複合橋梁, 橋梁と基礎 pp31-40 (2000.7) 3) 保坂, 武居, 稲葉, 辻角 : 断続合成形式の長支間断続合成桁への適用性について, 土木学会第 59 回年次学術講演会 (I), 2004.9

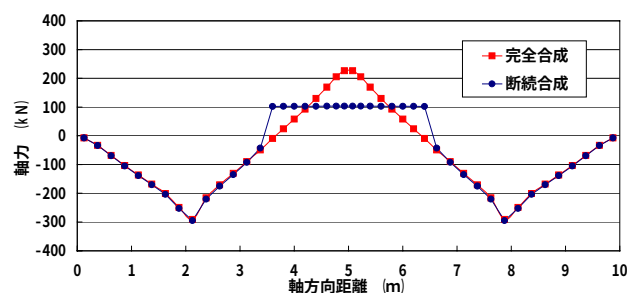


図-3 床版分担軸力（初期ひび割れ時）

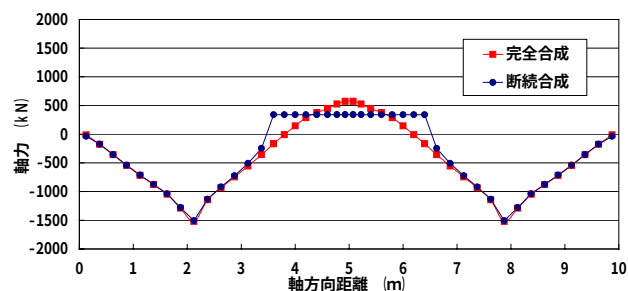


図-4 床版分担軸力（完全ひび割れ時）

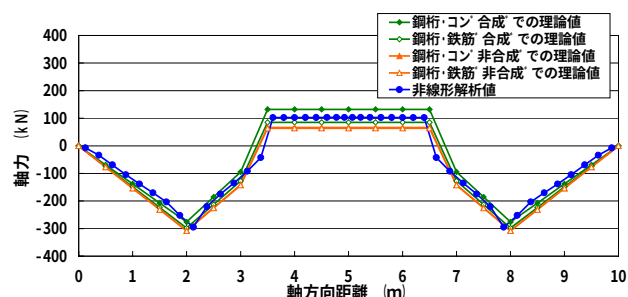


図-5 床版分担軸力（初期ひび割れ時）

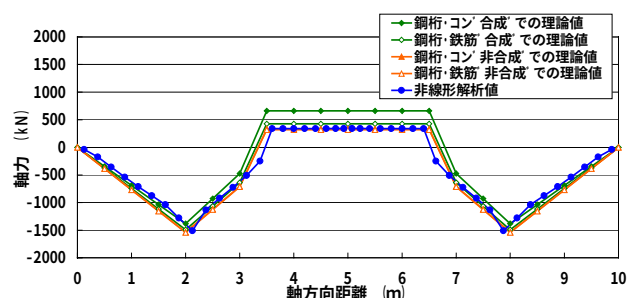


図-6 床版分担軸力（完全ひび割れ時）

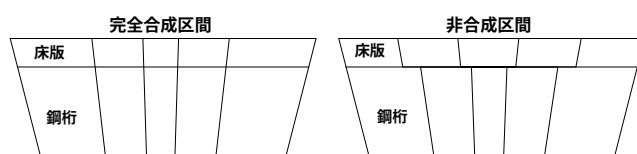


図-7 完全合成・非合成区間のひずみイメージ