

(24) 鋼・コンクリート混合桁形式を採用した大牟田連続高架橋（仮称）の接合構造の設計

横峯 正二¹・貴志 友基²・石倉 昇³・崎本 繁治³・中山 元³

¹正会員 国土交通省有明海沿岸道路出張所（〒832-0824 福岡県柳川市三橋町藤吉字中無田495）
E-mail: yokomine-m8910@qsr.mlit.go.jp

²正会員 （財）海洋架橋・橋梁調査会（〒812-0013 福岡県福岡市博多区博多駅東二丁目5-19）
E-mail: y.kishi@k5.dion.ne.jp

³正会員 （株）オリエンタルコンサルタンツ（〒812-0011 福岡県福岡市博多区博多駅前三丁目10-24）
E-mail: ishikura@oriconsul.co.jp
E-mail: sakimoto@oriconsul.co.jp
E-mail: nakayama@oriconsul.co.jp

一般国道 208 号有明海沿岸道路の大牟田川に架かる大牟田連続高架橋（仮称）は、橋長短縮によるコスト削減を目的として、5 径間連続鋼・コンクリート混合箱桁橋を採用した。渡河部の中央径間部を支間 150 m の鋼床版箱桁とし、側径間部に支間約 50m の PC 箱桁を剛結させることで、断面力のバランスを図った。鋼桁とコンクリート桁の接合構造は、ずれ止めと支圧板により荷重伝達を行う「中詰めコンクリート後面プレート方式」を採用したが、桁に軸圧縮力が作用しない桁橋形式における実績は少ない方式であった。

本稿は、鋼・コンクリート混合桁橋における接合部構造の設計概要の他、ずれ止めと支圧板の荷重分担率算定および、接合部全体の応力性状把握のために実施した接合部全体の F E M 解析結果について報告するものである。

Key Words : 鋼・コンクリート混合桁橋, 接合部, 孔明き鋼板ジベル, F E M 解析

1. はじめに

一般国道208号有明海沿岸道路大牟田IC～大牟田北IC区間の大牟田川を渡河部に位置する大牟田連続高架橋（仮称）は、河川渡河部において5径間連続鋼・コンクリート混合桁形式を採用している。

本橋は、コスト削減をめざし、渡河橋の橋長短縮および単価の高い鋼床版箱桁の桁長縮小を図るため、鋼桁とコンクリート桁を剛結一体化した鋼・コンクリート混合桁形式を採用した。本橋の橋梁諸元を以下に示す。

道路規格：第1種3級（自動車専用道路）

橋梁形式：5径間連続鋼・PC混合箱桁橋

橋 長：354.0m

支 間 長：49.0+53.0+150.0+53.0+49.0m

有効幅員：9.50m

施工方法：PC桁部 固定支保工架設

鋼 桁 部 トラックレンバント架設

トバレン張出し架設

2. 混合橋の特徴

1連の橋梁の中で鋼とコンクリートを組み合わせることにより、力学特性や経済性の向上を図った混合構造の採用事例が増えている。我が国における本構造形式の実績としては、1991年に供用された生口橋をはじめとして、多々羅大橋や木曽川橋・揖斐川橋、新川橋などが挙げられる。国内における桁橋形式の実績を表-1に示す。

交差条件により長支間が必要となる中央径間に軽い鋼桁、側径間に重いコンクリート桁とした混合橋を採用することにより、断面力バランスの大幅な改善が可能となり、コスト削減効果がある。^{1)~2)}

表-1 国内における混合桁橋形式の実績

橋梁名	上部工形式	橋長(m)	最大支間(m)
新川橋	5径間連続混合桁	278.0	118.0
吉田川橋	3径間連続混合桁	155.0	76.0
美濃関JCT	12径間連続混合桁	524.6	69.5
ランプ橋	11径間連続混合桁	503.0	89.0
塩坪橋	2径間連続混合桁	119.4	75.65

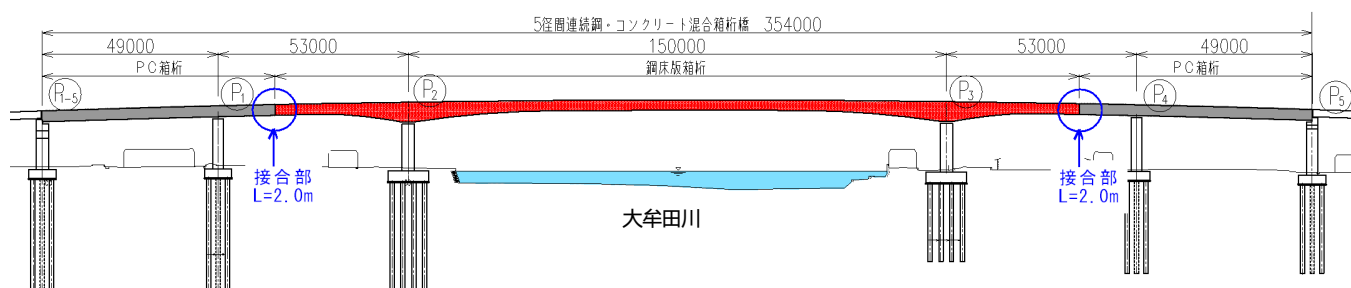


図-1 大牟田連続高架橋（仮称）の一般図

3. 上部工設計

本橋の橋梁一般図を図-1に示す．上部工の設計概要を下記に示す．

主桁断面形状は，箱幅4.5mの1室箱断面を採用し，桁高は渡河部の航路限界，P.C.桁との整合，運搬および施工性を配慮し，2.8～5.5mの変断面とした．P.C.桁は，鋼断面との整合，経済性などに考慮し，P.C.ポストテンション1室箱桁を採用した．構造解析は，P.C.桁架設，鋼桁（TCベント架設），鋼桁（張出し架設）の架設ステップを考慮した三次元骨組み解析を実施した．支承は免震支承を採用した

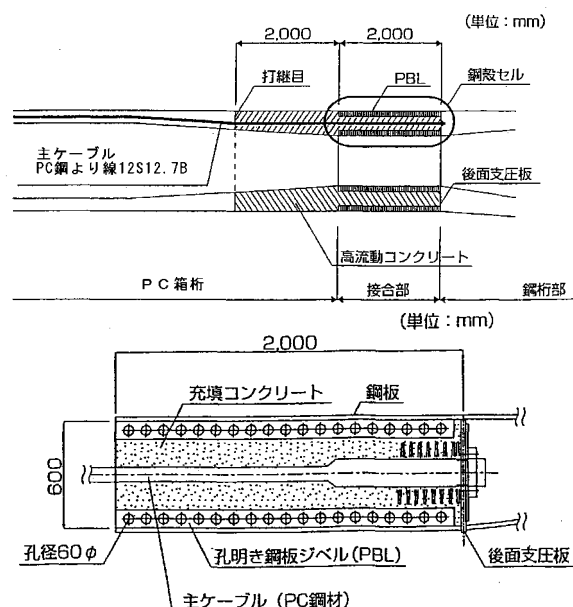


図-2 接合部の構造

4. 接合部の設計

(1) 接合部の構造

接合部は剛性の異なる鋼箱桁とP.C.箱桁間の応力伝達がスムーズに行える構造とする必要がある．そこで，本橋の接合部形式は新川橋，吉田川橋（JH四国支社）にて施工実績がある「中詰めコンクリート後面プレート方式」を採用した．この形式は鋼箱桁断面の周縁とウェブ部をマルチセル断面とし，鋼殻セル内に中詰めコンクリートを充填した後面プレート構造である．なお，本形式は混合斜張橋での実績が多く^{3)～4)}，中詰め部とP.C.桁でコンクリートが連続一体化していることにより，力の伝達性に優れ，接合面での応力集中の軽減^{7)～8)}が期待できる．

鋼殻セル内に設置するずれ止めは，「孔明き鋼板ジベル (Perforated Bonded Leiste, 以降 PBL)^{5)～6)}を採用した．

従来の頭付きスタッドが鋼フランジに1個ずつ溶植する必要があるのに対して，PBLは鋼板に孔を開けるだけでよく，製作・施工が容易である．PBLの力学的性質として，供用荷重レベルではずれの少ない特性を有し，かつ疲労の影響を受けにくいいため，混合桁接合部のずれ止め構造に適している．

また，接合部は断面力が小さくかつ正負交番しない位置とし，経済性・施工性を考慮して決定した．

(2) 接合部の設計方針

接合部が橋梁構造の弱点とならないようにするため，十分な耐力を確保する必要がある．そのため，作用断面力に対して鋼およびコンクリート断面がそれぞれ単独で負担できる断面とした．

本橋は桁橋形式であるため，断面力は曲げモーメントが卓越するため，接合部の鋼殻セルの上下には引張り応力および圧縮応力が発生する．本橋のセル位置は，負の曲げモーメント領域としているため，上フランジには引張り，下フランジには圧縮応力が作用する．

ずれ止めと後面支圧板の荷重分担率は，実施例および鋼殻セル単体としたFEM解析の結果を基に設定した．

5. 接合部のFEM解析

(1) 解析目的

鋼桁とPC桁の接合部は「中詰めコンクリート後面支圧板方式」を採用している。この方式は、ずれ止めと後面支圧板によって応力伝達する構造であるが、本橋においては、以下の2点が課題となった。

混合斜張橋の実績例は、接合部では軸圧縮力が卓越しているが、本橋は桁橋形式のため、接合部では曲げモーメントが卓越するため、接合部に引張応力が発生する。

桁形式での実績例の多くは、多室箱断面であるのに対して、本橋は1室箱断面であり局部的な応力集中が危惧された。

上記のように、接合部の応力伝達およびその近傍での鋼桁・PC桁の応力性状を把握し、設計計算の妥当性を確認するため、接合部全体をモデル化した立体FEM解析を実施した。

(2) 解析モデル

解析モデルは図-3に示すように、接合部およびその近傍にある鋼桁・PC桁を含んだ立体モデルとした。

鋼桁部は4節点のシェル要素、PC桁は8節点のソリッド要素、PC鋼材は棒要素、PBLについてはバネ要素としてモデル化した。

解析に用いた荷重条件としては、架設ステップに考慮した死荷重および活荷重の設定を行った。

なお、解析プログラムはMSC-NASTRANを使用した。

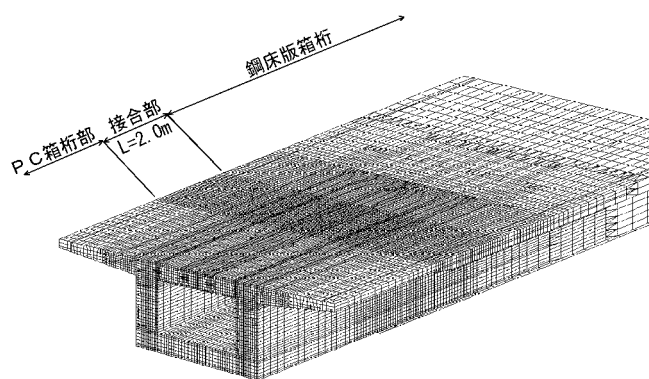


図-3 FEM解析モデル

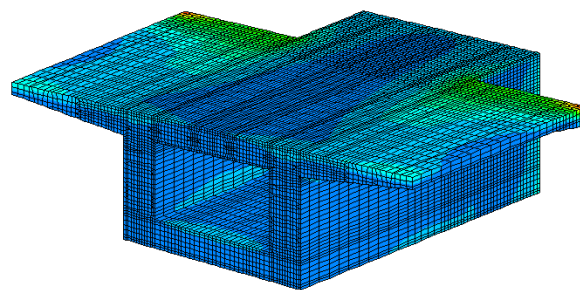


図-4 コンクリート部材の軸応力度

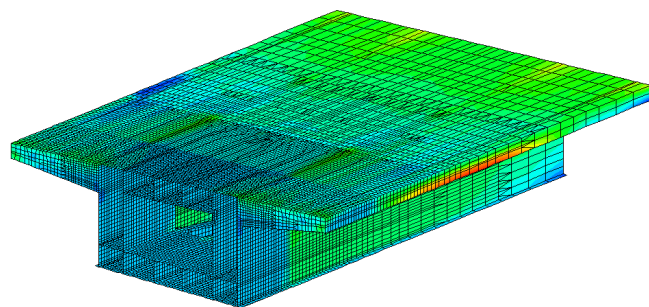


図-5 鋼部材の主応力度

(3) 解析結果

図-4にコンクリート部の軸方向応力度、図-5に鋼桁部の主応力度を示す。これらの結果から、PC鋼材の定着部などの応力集中箇所を除けば、設計計算上での応力度とFEM解析での応力度は概ね一致しており、設計計算の妥当性を確認した。

6. おわりに

近年、コスト縮減や構造の多様化および合理化への取り組みが積極的に行われている。その一つとして、鋼とコンクリートに代表される異種材料を組み合わせた複合構造が注目され、様々な構造検討が実施されており、採用事例が増加している。

本橋は軸圧縮力が作用しない桁橋形式の混合橋として、ほとんど実績のない支間長（最大支間150m）であり、今後の更なる構造の合理化、技術確立に向けて有用となれば幸いである。

謝辞：最後に本設計にあたり、有明海沿岸道路出張所ならびに国土交通省九州地方整備局、福岡国道事務所の皆様には的確なご指導を賜りました。心よりお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 望月, 山田, 安藤, 縄田, 高田, 宮地: 鋼・P C 混合橋 (新川橋) の設計と施工, 橋梁と基礎, 2000.11.
- 2) 縄田, 高田, 木本, 宮地, 柳沢, 岩田: 新川橋 (鋼・P C 複合上部工) 工事の設計・施工, 川田技報 Vol.19, 2000.1.
- 3) 山岸, 西本, 矢野, 生口橋主桁接合部の設計・施工, 本四技報 Vol.15, 1991.4.
- 4) 藤原, 森山, 川西: 多々羅大橋上部工の実施設計, 本四技報 Vol.22, No88, 1998.10
- 5) Fritz Leonhardt, Wolfhart Andra, Hans-Peter und Wolfgang Harre : Neues, vorteilhaftes Verbundmittel für Stahlverbund-Tragwerke mit hoher Dauerfestigkeit, Beton-und Stahlbetonbau, 1987
- 6) Dieter Kraus, Otto Wurzer: Bearing Capacity of Concrete Dowels, Composite Construction Conventional and Innovative Conference Report, 1997.9.
- 7) 多田, 山岸, 生口橋の設計・施工 - 主として接合部について - , 第2回合成構造の活用に関するシンポジウム講演論文集, 1989.9.
- 8) 山岸, 西本, 梶川, 森田, 生口橋主桁接合部の設計について, コンクリート工学年次論文報告集 Vol.12-2, 1990.

Adoption of steel-concrete composite box girder for design work on rigid structure for Omuta Viaduct

Masaji Yokomine, Yuuki Kishi, Noboru Ishikura, Shigeharu Sakimoto, Gen Nakayama

In order to reduce the total cost, bridge length of Omuta Viaduct (provisional name), a 5-span continuous girder bridge, located over Omuta River across National Route No.208 Ariyake Sea Coastal Road, was shorten by adopting steel-concrete composite box girder.

The center span over the river was designed to be 150m long with steel plate deck and steel box girder, and PC box girders, approximately 50m long, were jointed to the side spans for the purpose of balancing the stress resultant.

The Filling Concrete Back Plate Method was selected for the rigid structure of steel and concrete girder to transfer the load through shear connector and bearing plate, but it is a rare case to adopt this method to a bridge where axial compressive stress does not work.

This research is to report the design summary of rigid structure of steel and concrete girder, calculation of load distribution for shear connector and bearing plate, and result of FEM analysis that was conducted to study the whole stress of rigid structure.