

I 桁と箱桁を併用した鋼連続桁橋（１）－計画と設計－

開発技建株式会社 正会員 ○吉村 訓和
開発技建株式会社 正会員 近藤 治

開発技建株式会社 正会員 品田 雅人
長岡技術科学大学名誉教授 正会員 長井 正嗣

1. はじめに

新潟中央環状道路は、国際拠点港湾新潟港（東港区）から西蒲区へ至る、延長約 45km の幹線道路であり、「防災・救援首都」としてのまちづくりや、新潟市の拠点性を高める重要な路線である。

本橋は上記、新潟中央環状道路が北陸自動車道（以下、北陸道）を跨ぐために計画された橋梁である。（図-1）

上部工形式は、側径間を少数 I 桁橋とし、最大支間となる中央径間の北陸道跨道部を細幅箱桁とした鋼 5 径間連続桁である。（図-2,3）

ここでは、主桁断面が支間の途中で I 桁から箱桁構造へ変化する連続桁構造の計画と設計について述べる。

2. 橋梁計画概要

予備設計時では、経済性等の観点から桁高 $H=2.9\text{m}$ の鋼 5 径間連続非合成少数 I 桁橋が選定されていた。しかし、詳細設計を実施するにあたり、本橋の跨道部の支間が少数 I 桁形式の上限値に近い支間長となっており、耐風安定性等に懸念が残ることや、本形式は桁高が高く、北陸道走行車へ圧迫感を与える等の課題があった。

この課題の対策としては、主桁断面を箱桁とすることが解決策となるが、側径間も含め全径間箱桁形式とすることは経済性に劣る。このため、本橋では跨道部の径

間を細幅箱桁とし、側径間を I 桁とする連続構造を採用した。この結果、主桁断面は、側径間の I 桁から中央径間の箱桁へ変化する構造となった。これにより、桁高を 70cm 程度低くでき、北陸道跨道部への圧迫感を軽減した。また、最大支間である跨道部を I 桁に比べねじり剛性の高い箱桁とすることにより、耐風安定性の向上と送出し架設時の安定性の向上を図った。なお、本橋の計画位置は、軟弱地盤の圃場部となっており、土工部は深層混合処理等の地盤改良が計画されている。橋梁工費は、桁高を抑えることで増加するが、道路縦断を 70cm 程度下げることにより盛土や地盤改良費を縮減でき、橋梁と土工部を含めた全体工費は、当初の計画と同程度に抑えることができた。

3. 主桁断面変化部の接合

主桁の断面が I 桁から箱桁へ連続して変化する構造は、図-4 に示す事例がある。これは、橋脚支点上で箱構造の横梁を介して曲げモーメント等を伝達する構造である。この構造は実績もあり、支点部での接合のため、安心感も高い。しかし、負曲げ最大位置で I 桁と箱桁を接合するため、桁高を 2300mm 程度とし試算した結果、SM570 材を使用してもフランジ幅の狭い I 桁部フランジが 70mm 程度と厚くなり、ボルト接合が不可能となるなど合理的でない。また、架設工法は、架設時の北陸



図-1 橋梁イメージパース

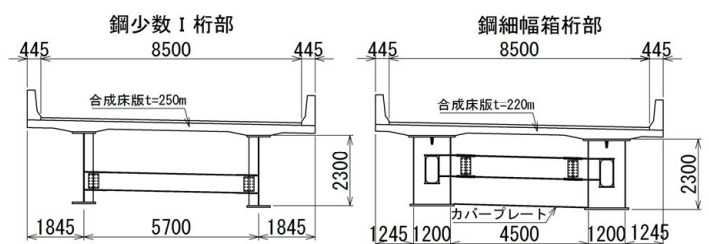


図-2 橋梁断面図

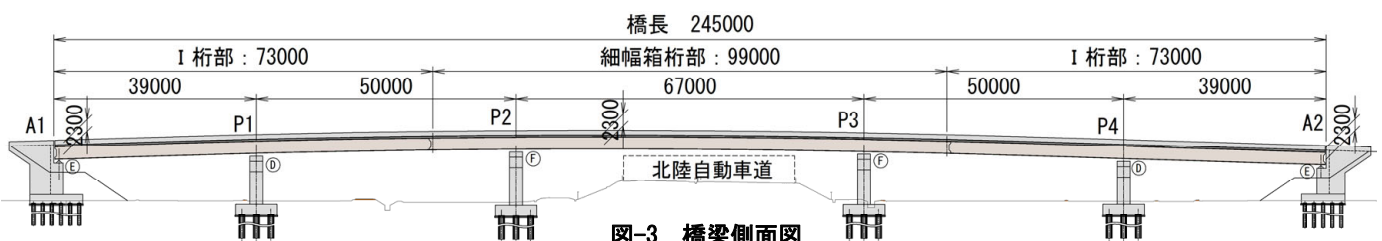


図-3 橋梁側面図

キーワード 合理化橋梁, I 桁と箱桁の接合構造, I 桁, 細幅箱桁, 3 次元 FEM 解析

連絡先 〒950-0914 新潟県新潟市中央区紫竹山 7-13-16 開発技建株式会社 TEL 025-245-7131

道への規制や経済性より、跨道部の径間を一括して送出す計画としているため、この接合構造の場合、重量の大きい横梁部が送出し先端に位置することから、架設時の桁補強量の増加が懸念された。このため、本橋では接合部を曲げモーメントが正負交番するインフレーションポイント付近とし、**図-5**に示す構造を採用した。これにより、僅かであるが鋼重軽減が図れ、経済的となった(**表-1**)。

しかし、支間の途中で剛な横梁等を介さずに、I 桁と箱桁を直接接合する構造事例はほとんどない。本橋では、接合部の構造に対して 3 次元 FEM 解析を行い、応力性状や局部応力を把握し、具体的な接合部の構造や細目を決定した。

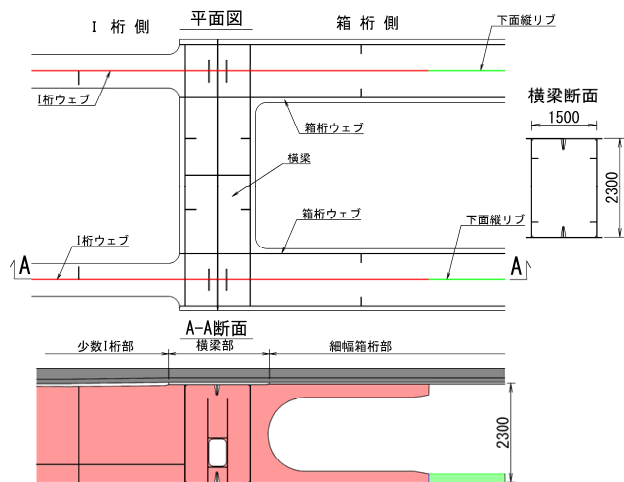


図-4 支点部での接合構造

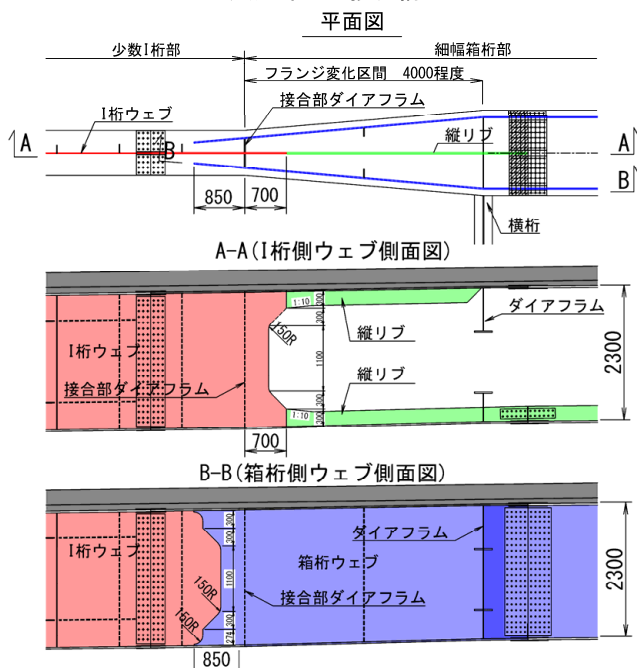


図-5 採用した正負交番部での接合構造

表-1 接合構造の比較

	支点部横梁接合案	正負交番部接合案
鋼重	550 t/橋	541 t/橋
製作工数	1758	1736

4. 接合部の構造

接合部の構造概要を**図-6**に示す。

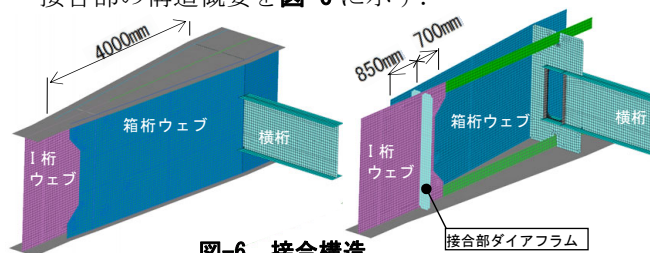


図-6 接合構造

フランジは、垂直応力の伝達を円滑にするため、長さ 4m 程度の変化区間を設け、フランジ幅を擦り付ける形状とした。ウェブは、I 桁の 1 枚から箱桁の 2 枚へ変化する。ウェブの垂直応力とせん断応力は、接合部のダイアフラムを介して伝達する構造とした。ウェブ端部は、接合部ダイアフラムから製作性に配慮して、それぞれ 70~90cm 程度ラップさせる形状とした。さらにウェブ端部は、**図-5**に示すように、応力集中の改善や応力伝達を円滑にするため、 $R=150\text{mm}$ のフィレットを設けた。

横桁は、箱桁のウェブ間隔が変化する箇所に設置する構造とした。なお、横桁取付け位置は、構造が変化する接合部とする構造も考えられた。しかし、FEM 解析の結果、横桁取付け部のダイアフラムに対して、部分的に高い応力が確認されたことや、ウェブ間隔が 500mm 程度と狭隘な箇所での溶接等の製作性に考慮し、この位置には設置しなかった。

また、接合部は、ねじり剛性の低い I 桁からねじり剛性の高い箱桁へと構造が変化する。I 桁と箱桁では、偏載荷時の主桁の変形が異なる(**図-7**)ため、桁のねじり剛性差による床版への付加応力の発生等が懸念された。そこで FEM 解析を実施した結果、付加応力は小さく、問題とならないと判断し、本接合構造を採用した。

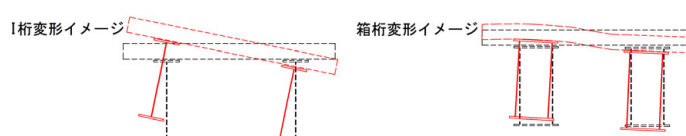


図-7 主桁変形イメージ

5. おわりに

本橋では、支間の途中で I 桁と箱桁を接合し、合理化を図った鋼連続桁を採用した。跨線橋、跨道橋等は桁高制限や最大支間長の関係より橋梁全体の形式が決定されている事例も多い。こうした橋梁は、異なる形式や断面を連続化することで耐震性、走行性等に優れた合理的な構造となる可能性がある。本稿が、こうした橋梁計画の参考になれば幸いです。

最後に、本構造の採用にご理解を頂いた新潟市関係各位及び、本構造へのご指導、助言を頂いた NEXCO 東日本関係各位に御礼申し上げます。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説，平成 24 年 3 月
- 2) 比留，勝田，美島，芦田，若林：鋼 I 桁と鋼箱桁を組み合わせた合理化橋梁の提案，土木学会第 64 回年次学術講演会（平成 21 年 9 月）