

(142) 中子沢橋の計画と設計

アジア航測株式会社 正会員 ○登石 清隆
 新潟県小千谷土木事務所 藤野 和男
 新潟県小千谷土木事務所 池田 武司
 新潟県道路維持課 笠松 康志

1. はじめに

新潟県では、世界で初めて合成アーチ巻立て工法により施工した城址橋や、国内で初めて波形鋼板ウェブ複合箱桁を採用した新開橋など、有用な橋梁技術に先駆けて取り組んできた。現在施工中である中子沢橋は、新開橋に続き波形鋼板ウェブPC複合箱桁構造を採用し、波形鋼板ウェブ製作の簡素化やパートボンドケーブル方式(仮称)等の新しい技術を導入した。本文ではこの中子沢橋の計画と技術的特徴について報告する。

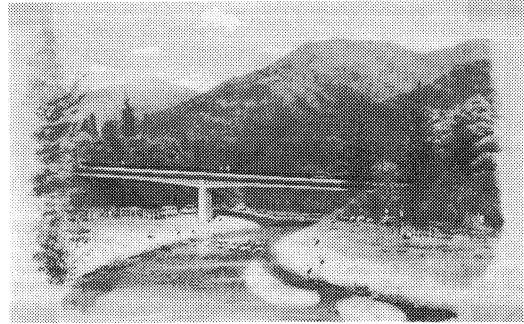


写真-1 完成予想図

2. 橋梁の概要

橋梁概要を図-1、表-1に示す。計画条件としては、

- ①河川・砂防条件及び桁下活用条件から2径間とする。
 - ②左岸側径間部を梁式支保工、右岸側径間部を枠組支保工による現場打ち施工が可能であるが、国内有数の豪雪地域で、施工期間が限定されること。
 - ③完成後村に管理移管されることから、将来の維持管理が容易なこと。
 - ④経済性・施工性等の他、景観面でも優れていること。
- などがあげられた。

表-1 設計条件

路線名	村道中子沢中家線(村道代行業)
道路規格	3種4級
橋長	97.00m
幅員	車道部: 8.00m 歩道部: 3.50m
設計荷重	B活荷重 雪荷重: 100kgf/m ²
斜角	A1、P: 90° A2: 左60°
上部工形式	2径間連続波形鋼板ウェブPC複合箱桁
施工方法	オールステー징施工
使用材料	コンクリート σ _{ck} =400kgf/cm ²
	縦締めPC鋼材 19S15.2B
	横締めPC鋼材 1S28.6
	鉛直締PC鋼材 φ32(端横桁)
	波形鋼板ウェブ SM400~SM570

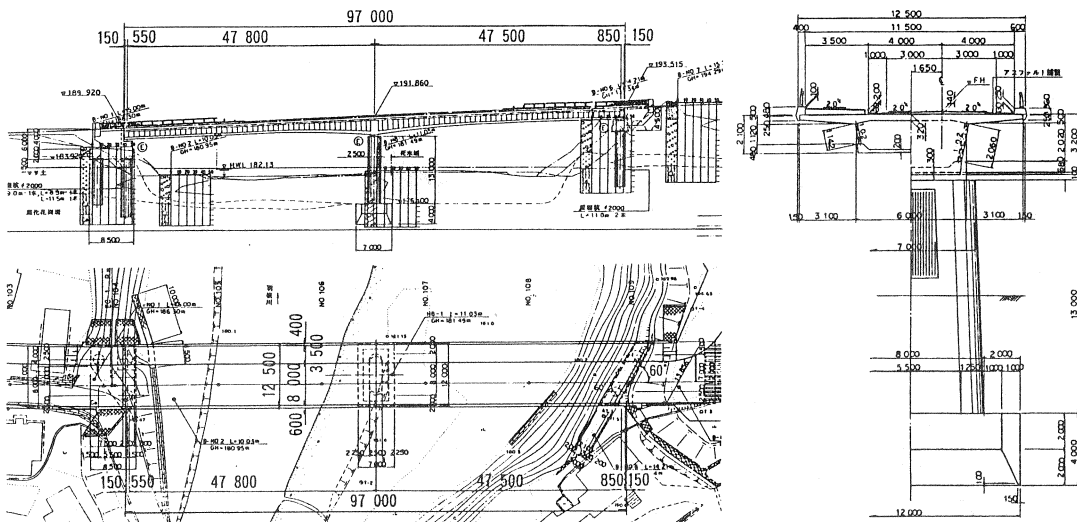


図-1 橋梁一般図

これらの条件に対し波形鋼板ウェブPC箱桁構造は、

- ・同規模の鋼橋と比較して再塗装面積が約1割と少なく、管理上の障害とならないこと。
- ・技術的改善を図ることにより場所打ちPC箱桁と比較し経済的で、施工期間が短縮できること。
- ・外観等が特徴的であり、地域おこしに側面からの貢献ができること。

などの優位性があり、検討の結果、本構造を採用した。

表-2 上部工主桁断面の比較

断面図	P C 連続箱桁		波形鋼板ウェブPC複合箱桁		
主桁断面積	支間中央 $A_{c1}=6.831\text{m}^2$ 中間支点 $A_{c2}=9.490\text{m}^2$		支間中央 $A_{c1}=5.958(6.602)\text{m}^2$ 中間支点 $A_{c2}=6.563\text{m}^2$		
使用材料	コンクリート $\sigma_{ck}=350\text{kgf/cm}^2$ 801 m^3 (1.00)		コンクリート $\sigma_{ck}=400\text{kgf/cm}^2$ 721 m^3 (0.90)		
	型枠 2,583 m^2 (1.00)		型枠 2,090 m^2 (0.81)		
	縦締めPC鋼材 12S15.2B(320t型) 30.4t(1.00)		縦締めPC鋼材 19S15.2B(505t型) 28.5t(0.94)		
	鉛直締PC鋼材 SBPR95/120 $\phi 32$ 3.7t		波形鋼板ウェブ SM400 SM490Y SM570 36.1t		
上部工反力 (t)	A1	P	A2	計	
	死荷重反力 R_d	570	1,560	590	2,720 (1.00)
	活荷重反力 R_l	140	310	140	590
工期	12ヵ月(橋体工現場工期 7.5ヵ月)		10ヵ月(橋体工現場工期 5.5ヵ月)		

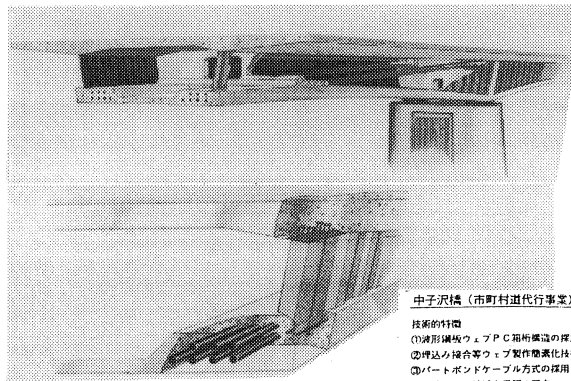
3. 橋梁の技術的特徴

本橋は次の3つの技術的特徴がある。

- ①波形鋼板ウェブ複合箱桁構造の採用。
- ②波形鋼板ウェブ製作の簡素化技術の採用。
- ③パートボンドケーブル方式の採用。

本構造は国内で2橋の実績があり、近年注目を集めている複合構造の一つであるが、波形鋼板ウェブの製作コスト等の面で改善の余地が残されていた。本橋では大学研究機関の最新の研究成果や、海外の最新技術情報等の知見を取り入れ製作における簡素化を図った。

また、施工は河川条件からオールステージング施工できるため全外ケーブル方式を基本とし、外ケーブルの弱点である曲げ破壊性状の改善を図るため、最大曲げモーメントの生ずる下床版の一部区間を内ケーブルとした新しい配置方式を採用した。



中子沢橋(市町村道代行業)

技術的特徴

- ①波形鋼板ウェブPC箱桁構造の採用
- ②準込り複合等ウェブ製作簡素化技術の採用
- ③パートボンドケーブル方式の採用
- ④建設コスト削減と景観の向上

写真-2 構造概要

3.1 波形鋼板ウェブ製作の簡素化

コスト削減の大きな要因は、波形鋼板ウェブの製作精度管理を容易にすることと製作を省力化することにあることから、本橋では次の改善を図った。

- ①波形鋼板ウェブとコンクリート床版の接合方法。
- ②波形鋼板ウェブの現場連結方法。
- ③鋼道路橋設計ガイドラインによる省力化断面構成。

(1) ウェブとコンクリート床版の接合方法の改善

これまでの国内外での本構造事例では、波形鋼板ウェブと上下コンクリート床版とは鋼フランジとジベルを介して接合されている。しかしウェブが波形形状のため、ウェブとフランジは全自動溶接が適用できず、手溶接のため製作費が高くなる大きな要因となっていた。このため接合部について、コンクリート中に直接埋込む接合鉄筋方式や貫通鉄筋方式等の研究が行われ、実橋への適用が期待されていた。本橋では接合鉄筋方式を取り入れ、上床版型枠の施工性等を考慮し下床版部の接合に対して適用することとした。

(2) 現場連結方法の改善

波形鋼板ウェブは通常の鋼橋と同様、輸送上の長さの制約から現場で連結する必要がある。

波形鋼板の加工はプレス加工で行うが、プレス後のスプリングバックによる『もどり』が生じ、結果的にウェブ長さの誤差につながるため、この『もどり』が生じないように製作手間を要していた。しかし、研究成果によれば10mm程度のスプリングバックが生じても力学的特性への影響は1%以下であり、問題とならないことが報告されている。このことから本橋では、精度確保に要する製作工数を低減でき、ウェブ部材長の製作誤差が生じても対応が容易な重ねせ隅肉現場溶接を採用することとした。

表-3 現場接合方法の比較

	第1案	第2案	第3案	第4案
概略図				
ウェブ連結	添接板ボルト接合	フランジボルト接合	突合せ現場溶接	重ねせ隅肉現場溶接
フランジ連結	添接板ボルト接合	接合しない	突合せ現場溶接	接合しない(3cmの隙間)
構 造 性	○	○	○	○
製 作 性	△	△	△	○
施 工 性	○	○	△	△
外 観	△	○	○	○
事 例	鋼橋では一般的	松ノ木7号橋(秋田県)	新開橋(新潟県)	ドール橋(フランス)
判 定				採 用

3) 改善の効果

接合方法および連結方法のほか、鋼道路橋設計ガイドラインによる改善方法の効果を表-4に示す。これらの改善により工場製作費ベースで約40%低減でき、上部工工事費を3%縮減している。

表-4 改善の効果

	従 来 型	改 善 型
概略図		
改 善 点	<ul style="list-style-type: none"> 床版接合: スタッドジベル接合 ウェブ連結: 突合せ現場溶接 or フランジボルト接合 省力化製作: 従来型 	<ul style="list-style-type: none"> 埋込み接合 重ねせ隅肉現場溶接 鋼道路橋設計ガイドライン
経 済 性	1.00 (工場製作費ベース比較)	0.60

3.2 パートボンドケーブル方式の採用

波形鋼板ウェブ構造はコンクリートウェブがないため、外ケーブル方式の併用が前提となる。また本橋はオールステージング施工であることから全外ケーブル方式も考えられたが、本橋では内ケーブルおよび外ケーブルのそれぞれの利点を最大限に活用し、PCケーブルを最大曲げモーメント区間で部分的に下床版コンクリート内に埋込む方式を採用することとした。

この方式は次の利点がある。

- ①外ケーブルと比較し、終局時の曲げ破壊耐力が増加する。
- ②内ケーブルと比較し施工性の改善が図れる。
- ③鋼材偏心量が大きく確保でき経済的となる。

表-5 曲げ破壊安全度の比較

	全外ケーブル方式		パートボンドケーブル方式	
	⑥断面	⑧断面	⑥断面(外)	⑧断面(内)
曲げ破壊安全度	1.04	1.00	1.04	1.23

※ 外ケーブル部の計算はPC鋼材増加応力を20kgf/mm²とし、引張鉄筋量を同一として比較した。

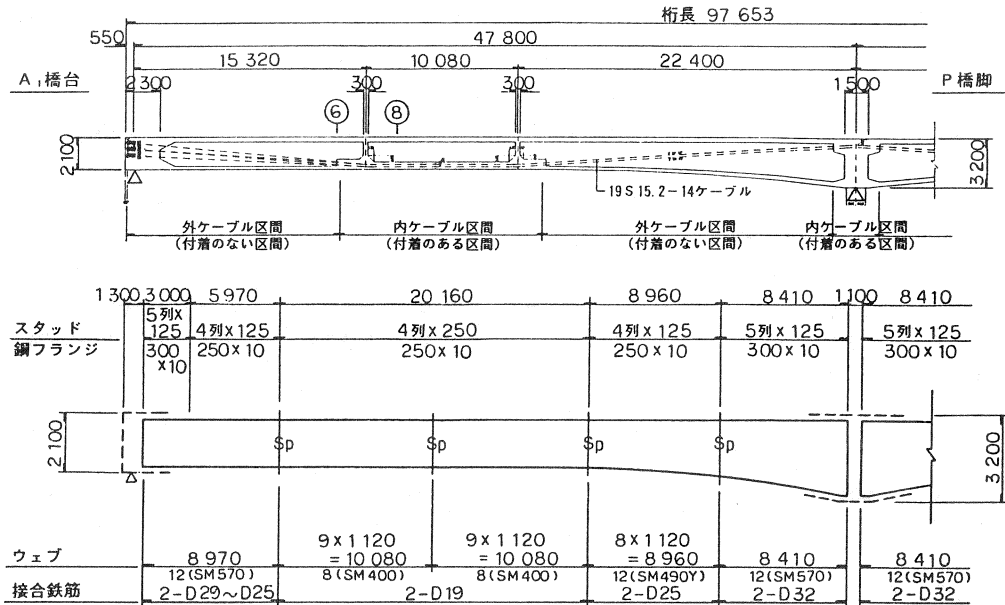


図-2 主桁構造

4. まとめ

施工性・経済性の向上を図るため、最新技術を活用した中子沢橋の計画と技術的特徴について概要を述べた。『建設コストの縮減』が大きな課題となっている今日、本橋で計画した波形鋼板ウェブ構造の採用や製作簡素化技術、パートボンドケーブル方式は時代に良く適合した技術であると考えられる。また、本橋では、桁下空間利用や波形プレスサイズを考慮して桁高を低めに設定しているが、桁高の制約がない場合、さらに経済性の向上が図れるものと思われる。本文が今後の橋梁計画の参考になれば幸いである。

最後に、本橋の設計にあたりご指導をいただいた池田横浜国立大学教授に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 山口恒太・山口隆裕・池田尚治：波形鋼板ウェブを有する複合PC構造のせん断挙動について，第5回プレストレストコンクリートの発展に関するシンポジウム論文集，pp339~344，1995.10
- 2) 加藤修平・高橋恵悟・諏訪栄二：波形鋼板ウェブPC連続桁を用いた松ノ木7号橋の計画と設計，土木学会第48回年次学術講演会概要集，第1部，pp1168~1169，1993.9
- 3) 須合孝雄・上平謙二・立神久雄ほか：波形鋼板ウェブPC箱桁の鋼板製作誤差の影響評価に関する研究，土木学会第51回年次学術講演会概要集，共通，pp176~177，1996.9