



NS形ダクタイトイル鉄管 (呼び径500)による橋梁添架管 の施工について



新潟市水道局技術部管路課
幹線整備係 杉山 洋介

1. はじめに

新潟市は、信濃川・阿賀野川の2大河川によって形成された新潟平野の最下流部に位置し、これらの支川・派川である中小河川や低地の排水を目的とした人工河川も市内に多く流れている。

このような特徴、地域性を持った本市の水道事業は、明治43年に信濃川表流水を水源として計画給水人口65,000人の規模を有する全国14番目の市営水道として創設した。その後、5回の拡張事業と市町村合併により、計画給水人口874,080人、一日最大給水量567,732m³となっている。

本市は、昭和39年の新潟地震で地盤の液状化により管路を中心に甚大な被害を受けた。現在もこの経験を教訓に、配水管整備における取り組みの一つとして、地震時等における危険分散等を目的とする配水ブロックシステムの構築を進めるとともに、大ブロック間における相互連絡機能

の強化に取り組んでいる。

本年度、平成19年度より3ヵ年で取り組んできた松浜橋上流橋連絡管整備事業が完了する。この整備事業は、阿賀野川を挟む両給水区域の相互連絡管を整備するものであり、川幅約1kmの阿賀野川の横断については、新設される道路橋「松浜橋上流橋(ござれや阿賀橋)」への橋梁添架とした。添架管にはNS形ダクタイトイル鉄管(呼び径500)を選定し、施工については道路橋架設工事に合わせて進めてきた。整備事業全体としてはまだ完了を迎えていないが、今回は架設工事を終えた「松浜橋上流橋添架管」の設計と施工について報告する。

2. 松浜橋上流橋連絡管整備事業

(図1参照)

(1) 目的

新潟市では、平成17年度の広域市町村合併

以降、浄配水施設の集約化(統廃合)とこれに伴う広域連絡管の整備を進めている。阿賀野川以北については、南浜配水場(東港浄水場受水)・内島見配水場(東港浄水場受水)・長戸呂浄水場の3系統による給水から、広域連絡管整備計画により平成19年度末には長戸呂浄水場を休止し、南浜配水場及び内島見配水場の2系統での給水となる。

これにより、阿賀野川以北の浄水場は東港浄水場(東港企業団からの受水)のみとなるため、

非常時のバックアップとして、阿賀野川を挟む両配水場系の連絡路線の確保が必要となった。

ただし、水道単独では阿賀野川を横断することは非常に困難であり、施工費も多額となる。このため、新規ルートとして、平成21年9月の開通を目指し国土交通省が整備する一般国道113号松浜橋上流橋ルートを連絡路線に選定し、道路工事との同時施工により呼び径500の配水管を布設することとした。

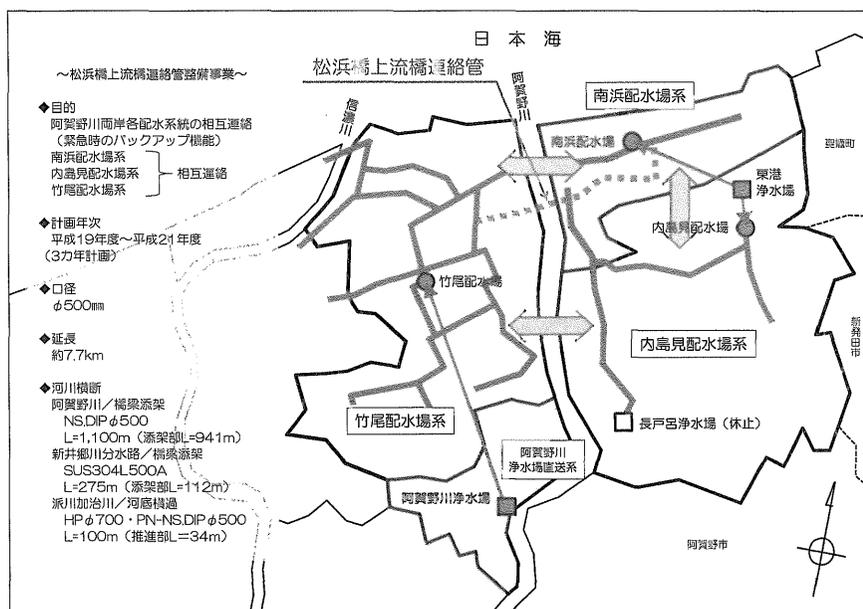


図1 松浜橋上流橋連絡管整備事業概要図

(2) 事業概要

計画年次:平成19年度～平成21年度(3カ年)

呼び径:500

管路延長:約7.7km(竹尾系呼び径500(東区松崎)～南浜系呼び径400(北区太夫浜))

単独施工区間(東区)L=約1.4km

道路築造工事同時施工区間

L=約3.5km

単独施工区間(北区)L=約2.8km

河川横断:阿賀野川,新井郷川分水路,派川加治川(3箇所)

阿賀野川/松浜橋上流橋への橋梁

添架

NS.DIP呼び径500 L=1,100m
(内添架部L=941m)

新井郷川分水路/新井郷川本線橋への橋梁添架

SUS304L500A

L=275m(内添架部L=112m)

派川加治川/推進工法による河底横過

HP呼び径700・PN-NS.DIP呼び径500 L=100m(内推進部L=34m)

事業費：総事業費 1,641百万円（松浜橋上流橋添架管工事費 325百万円）
今回の相互連絡管整備事業は、上水道事業における安全対策事業としての位置付けから、総事業費の2分の1が一般会計からの公営企業繰出金となる。

運用方法：完成後は、竹尾系・南浜系・内島見系の各配水本管が連絡され、緊急時には相互のバックアップが可能となる。通常時の利用方法は、現在の南浜系の一部を竹尾配水場からの給水とする。

3. 一般国道113号松浜橋上流橋事業

（図2参照）

（1）事業概要

事業名：一般国道113号松浜橋上流橋事業
事業主体：国土交通省（北陸地方整備局新潟国道事務所）直轄権限代行

目的：阿賀野川下流域における交通量の増加と、河川断面での交通容量不足に対し、慢性的な交通渋滞の緩和を目的とする。

区間：新潟市東区津島屋～新潟市北区西名目所 L=3.1km

道路計画：暫定形 2車線（Ⅰ期線）

完成形 4車線（Ⅰ期線＋Ⅱ期線）

完成時期：暫定形 新潟国体開催（平成21年9月）前の開通

完成形 未定

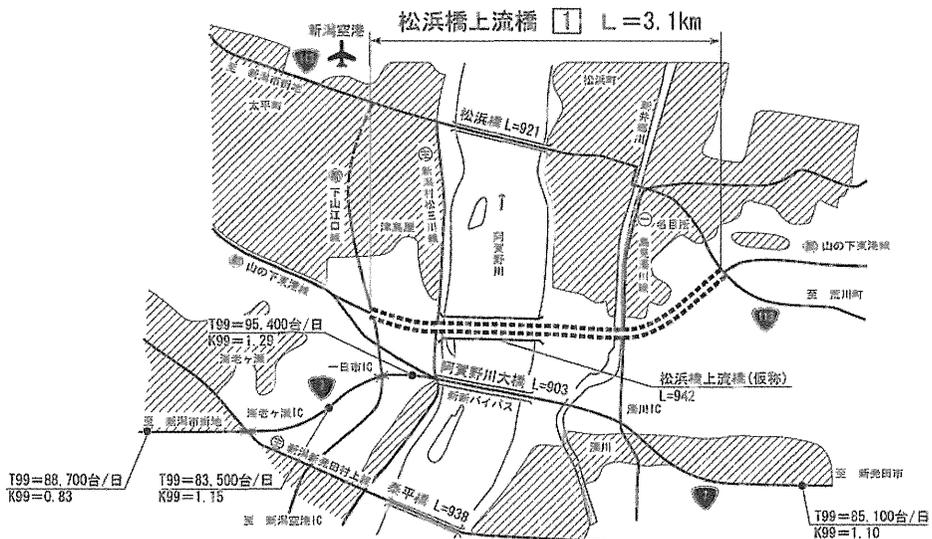


図2 一般国道113号松浜橋上流橋事業概要図（新潟国道事務所HPより）

幅員：暫定形 Ⅰ期線 $1.250\text{m} + 2 @ 3.500\text{m} + 1.250\text{m} + 2.750\text{m} = 12.250\text{m}$
完成形 Ⅱ期線 $0.500\text{m} + 2 @ 3.500\text{m} + 1.250\text{m} + 3.500\text{m} = 12.250\text{m}$
Ⅲ期線 $0.500\text{m} + 2 @ 3.500\text{m} + 1.250\text{m} + 3.500\text{m} = 12.250\text{m}$

橋種：鋼・開断面箱桁形式

橋長：L=937.0m

支間：2@約60m＋11@約74m（計13径間）

伸 縮: 中央部約±200mm・両端部各約±300mm

名 称: 松浜橋上流橋(仮称)として整備し、公募により「ござれや阿賀橋」に決定。「ござれや」とは地元の言葉で「おいでください」を意味し、毎年8月に阿賀野川両岸で開催される花火大会も「阿賀野川ござれや花火」という名称で親しまれている。

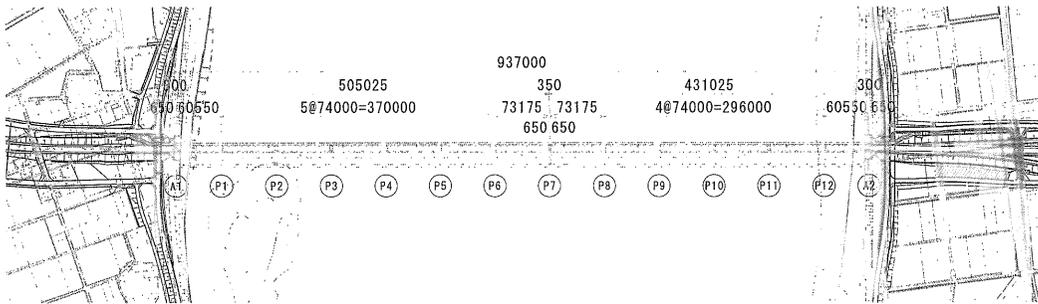


図3 松浜橋上流橋平面図

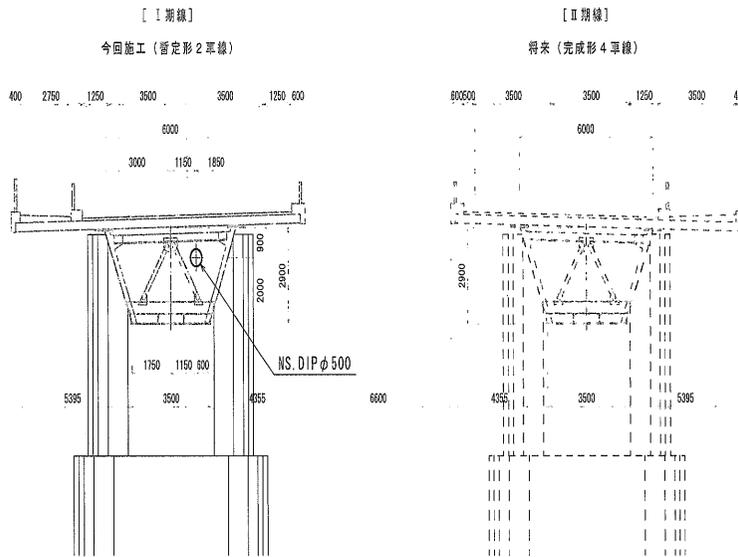


図4 松浜橋上流橋標準断面図

4. 松浜橋上流橋添架管の設計

(1) 設計条件

管路設計に際して、添架位置は環境の良い桁内部を選定したが、道路橋の詳細設計はほぼ完了していたため、橋桁鋼材の形状変更や切欠き等による構造上の影響・変更が最小となるよう占用位置を決定した。

その他の道路橋形状による各種制約や橋梁の設計伸縮量などの主な設計条件は以下のとおりである。

① 火気厳禁

箱桁形式であり、底面が塞がれていることや比較的コンパクトな形状となることから、桁内部での作業においては、原則火気厳禁とされた。

② 施工時間の短縮

道路の供用開始が間近であり、同時施工となる橋梁上部工事等の工程を遅らせることのないよう、作業の調整・協力体制に加えスピーディな施工が要求される。

③ 施工誤差への対応

橋長が長大であるため、施工精度の高さ及び施工誤差への対応が要求される。また桁架設時のキャンバーの沈み込みへの対応が必要となる。

④ 温度伸縮への追従

橋長が長大であるため、温度伸縮による橋桁全体の変位が大きい。

⑤ 設計伸縮量

橋梁の設計伸縮量から添架管の設計伸縮量を求め、図5に示すとおり対応可能な構造とする。

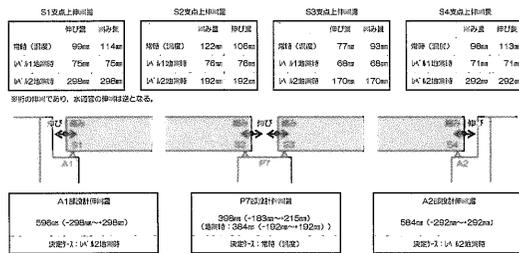


図5 松浜橋上流橋添架管設計伸縮量

⑥ 結露

橋梁は箱桁形式であり、底面が塞がれた形状となっているため、管路の結露水が橋桁内部に溜まり腐食を引き起こす可能性がある。このため、桁内部における結露対策が必要である。

(2) 管種選定

本管路は重要度の高い基幹管路である。日本水道協会発行の「水道施設耐震工法指針・解説(1997年版)」によれば、このような管路に用いる管種には、離脱防止機構を有する鎖構造継手のダクトイル鉄管、もしくは溶接鋼管とすることを推奨している。

本添架管において注目すべき項目としては、

施工性が挙げられる。まず、施工延長や工期などにより、橋台背面から管を送り込むような施工方法は非常に難しい。また、今回は箱桁内において原則火気厳禁となることから、箱桁内での溶接作業が不可能である。これらのことから表1に示すとおり施工性に優れるダクトイル鉄管を選定した。

表1 各管種の特徴(呼び径500)

	ダクトイル鉄管	溶接鋼管
規格	<ul style="list-style-type: none"> ・JIS G 5526,5527 ・JWWA G 113, 114 ・JDPAG 1042 等 	<ul style="list-style-type: none"> ・JIS G 3443, 3451, 3468 ・JWWA G 117, 118 ・WSP 047 等
耐震性能	<ul style="list-style-type: none"> ・継手の伸び、屈曲により地盤の変動に順応できる。 ・NS, S形等の継手は、大きな伸縮に対応でき、さらに離脱防止機能を有するので、より大きな地盤変動に対応できる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・溶接継手により一体化ができ、地盤の変動には管体の強度及び変形能力で対応する。 ・地盤変動の大きいところでは、伸縮撓管(継手)の使用又は厚肉化で対応できる。
施工性	<ul style="list-style-type: none"> ・接合は簡単な工具を使用するだけで済み、短時間で確実な施工ができる。 ・現地塗装は不要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・溶接継手は、専門技術や熟練工および特殊な工具を必要とする。 ・溶接完了後、現場塗装を必要とする。
その他	<ul style="list-style-type: none"> ・管体強度が大きい。 ・韌性に富み、衝撃に強い。 ・重量が比較的重い。 ・各継手がゴム輪にて絶縁されているため電食を起しにくい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・管体強度が大きい。 ・韌性に富み、衝撃に強い。 ・重量が比較的軽い。 ・電食に対する配慮が必要である。
評価	◎	○

参考文献:(社)日本水道協会発行「水道施設設計指針(2000年版)」

また、継手の選定にあたっては、離脱防止機構付き継手の最新のスペックとし、表2に示すとおり、より施工性に優れたNS形を採用した。

表2 ダクトイル鉄管継手比較表(呼び径500)

規 格	NS 形		S 形
	J/DPA G 1042		J/S G 5528-5527
耐 震 性	継手伸縮量	±60mm	±61mm
	離脱防止性	30kN以上 (離脱防止性池A級)	30kN以上 (離脱防止性池A級)
耐 震 性	伸縮可塑性	3° 20' (伸縮性池S-1級)	3° 20' (伸縮性池S-1級)
	施工性	φ500直管 接合時間 15分30秒 φ500異形管 接合時間 15分30秒	接合時間 27分00秒 (S形) 接合時間 21分30秒 (F形)
評 価		◎	○

NS形ダクトイル鉄管の採用により、他の設計条件に対しても、施工性と継手の特徴を生かし、以下のような対応が可能となった。

・ 施工時間の短縮

溶接作業により橋桁に対する養生や現地塗装が必要となる鋼管に比べ、NS形継手は特殊な工具を必要とせず、スピーディに施工できるため、施工時間の短縮につながる。

・ 施工誤差への対応

橋長が長く、施工誤差の影響は非常に大きくなるのが懸念されるが、万が一誤差が生じた場合でもNS形継手を使用することにより、継手毎に誤差を吸収できる。加えて、ダクトイル鉄管は現地での切り管対応が可能であるが、鋼管では管端部の処理が必要となるため、誤差への対応が難しい。

また、桁架設時のキャンバーの沈み込みに対しても各継手部における可とう性により追従可能となる。

・ 温度伸縮への対応

橋梁及び管の温度伸縮に対しては、NS形継手の特徴である伸縮性により追従できる。照査結果は、橋桁の伸縮量が6m当り5.4mm、管の伸縮量が1本(6m)当り3.0mmとなり、NS形継手1箇所当りの伸縮量は±60mmであるためどちらも十分に対応可能である。

(3) 伸縮部

橋梁設計伸縮量より検討すべき添架管の伸縮量は以下のとおりである。

- ・ A1部設計伸縮量 596mm (-298mm～+298mm)
- ・ P7部設計伸縮量 398mm (-183mm～+215mm)
- ・ A2部設計伸縮量 584mm (-292mm～+292mm)

この伸縮量に対して、NS形継ぎ輪の伸縮性を利用し、添架管が橋梁の移動に拘束されず、橋梁の軸方向に対して縁を切るような構造とすることとした。

各伸縮箇所とも継ぎ輪を2個設置することにより、伸縮量600mm(±300mm)以上の対応が可能となる。ただし、±300mm確保のため、継ぎ輪胴付間隔を標準の260mmから170mmへ変更し設置することとした(図6参照)。

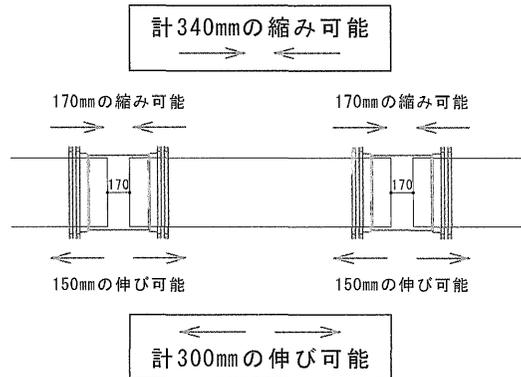


図6 継ぎ輪の伸縮量

・ 継ぎ輪2個の合計縮み量

通常:260mm/個→260×2=520mm(OK)

今回:170mm/個→170×2=340mm(OK)

・ 継ぎ輪2個の合計伸び量

通常:60mm/個→60×2=120mm(NG)

今回:150mm/個→150×2=300mm(OK)

継ぎ輪の胴付間隔(y1)

(通常:260mm)
(今回:170mm)

(4) 防食・防露対策

露出配管においては、外気と管路内の水との温度差による結露が、管体や箱桁形式である橋梁の腐食を引き起こす可能性がある。このため、管路への結露防止対策が必要である。その対策としては、保温材の被覆、外面に特殊塗装を施すなどの方法が考えられる。表3に結露防止に対する比較検討の結果をまとめた。

表3 結露防止仕様比較表

	工場加工 注1		現地加工 注2	
	FCD-RE	FCD-SD	歩道箇所	床下・橋脚
種別	ポリエチレン管	スパイラルダクト	ステンレス鋼板	アルミガラスクロス
保温材	硬質ウレタンフォーム	硬質ウレタンフォーム	ロックウール又はグラスウール	ロックウール又はグラスウール
外径	628mm	任意(599mm)	700mm以上	700mm以上
防露性能	防露性能が高い。	防露性能が高く、保温厚を稼ぐできる。	硬質ウレタンフォームに比べ保温厚が厚い。	硬質ウレタンフォームに比べ保温厚が厚い。
施工性	継手部は現地加工	継手部は現地加工	全て現地加工	全て現地加工
防食性能	◎	○	○	△
コスト	△	○	○	◎
評 価	保温・施工に際れるが、特別な保温となり、コスト面が劣る。	保温・施工性に優れ、環境の良い継手内では、耐久性能も十分と考えられる。	施工性に劣り、外装の塗装が小さいため、管支持部における保温対策が必要。	施工性、耐久性に劣り、外装の塗装がないため、管支持部の保温対策が必要。
	○	◎	△	△

被覆加工の品質確保と現地での施工時間短縮のため、現地加工を極力避けて工場加工仕様とすることとし、工場加工仕様の2案については、保温性・施工性が同等であるため、箱桁内という設置環境の良さを考慮し、コスト面に優れるFCD-SDを選定した。

外気温50℃(橋梁設計での最大値)、水温20℃(夏季平均水温)、相対湿度90%(「保温JIS解説 屋内非空調部分及び屋外部分」より)を結露時の条件として保温厚さを求め、保温材被覆仕様を図7のように決定した。

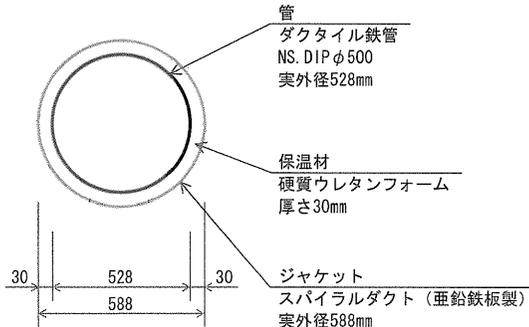


図7 保温材被覆断面図

継手部に関しては、現地での保温加工となる。図8のように継手部を成形ウレタンとプラスチックシートで覆い、その内部にウレタン原液を注入し発砲・充填する。外装にはポリエチレン熱収縮カバーを設置し、日常の温度伸縮量に追従可能な仕様とした。

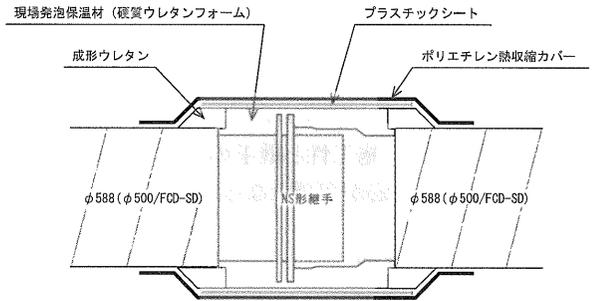


図8 現地保温加工詳細図

(5) 支持金具

支持金具については、図9に示すとおり橋桁の構造、スペース等の制約から片持ち梁形式とした。また、添架管のNS形継手部が可撓性を有するため、直管1本(6m)につき2箇所設置し、継手部、継ぎ輪部の現地保温材加工箇所が支持金具と接触しないよう配管設計を行った。支持間隔は3.0m以下とした。

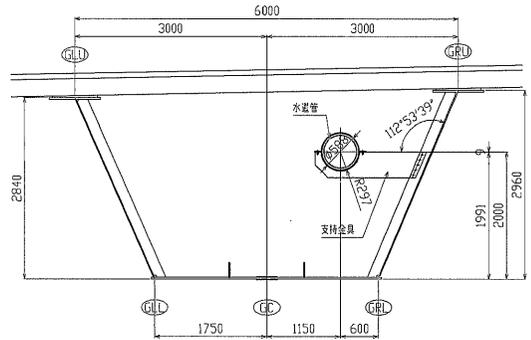


図9 支持金具標準断面図

伸縮部は、管と同等の偏心が可能なものとし、伸縮時には図10のような挙動となる。

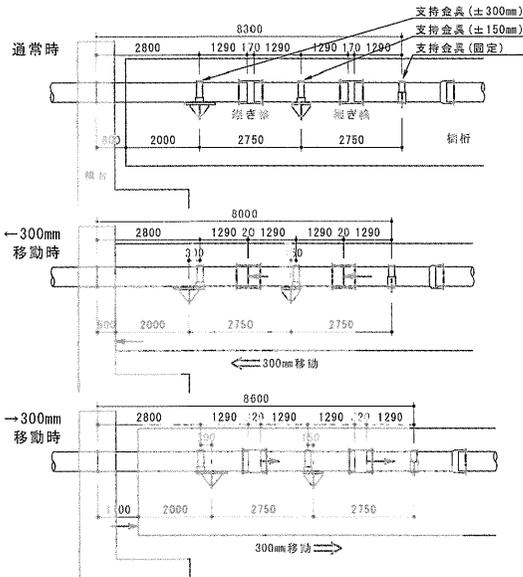


図10 A1橋台部伸縮時挙動(参考)

5. 松浜橋上流橋添架管の施工

(1) 橋梁上部工施工計画

橋梁上部工の架設方法は、台船架設を基本とするが、地形に合わせた3パターンとなる(図11、12参照)。

- ① 仮設栈橋からの架設(水深が浅く、台船の進入が不可能なため。)
- ② 台船による架設
- ③ 仮設バントによる架設(陸地部分であるため。)

(2) 添架管設置方法

道路橋架設の①、②、③の3パターンとも、各箇所における箱桁組立時に支持金具及び管の据え付けを同時に行うこととした。

作業手順は、箱桁1ブロック組立完了後の床版設置前に配管を行うことを基本とし、支持金具設置→管設置→継手部現地保温材加工が1サイクルとなる。支持金具及び管の吊り込み等は、箱桁組立に使用する大型クレーンを兼用し、箱桁組立の一連の作業の1つとして作業を行うことにより効率化を図った。配管完了後、床版等を設置し、ジャッキ移動や台船架設等の作業へ移ることとした(写真1、2参照)。

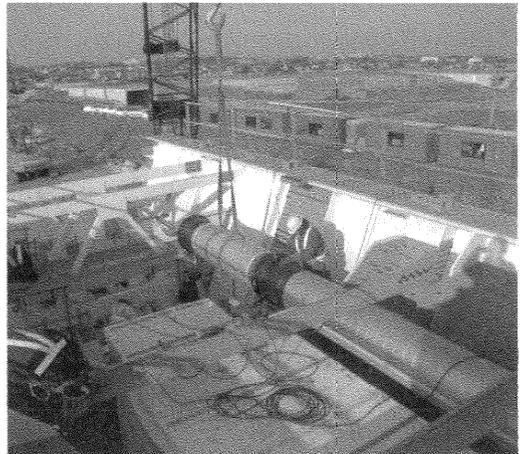


写真1 添架管設置状況

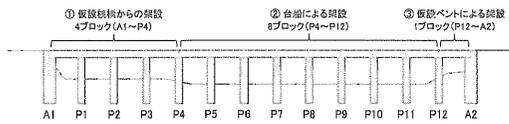


図11 橋梁上部側面図

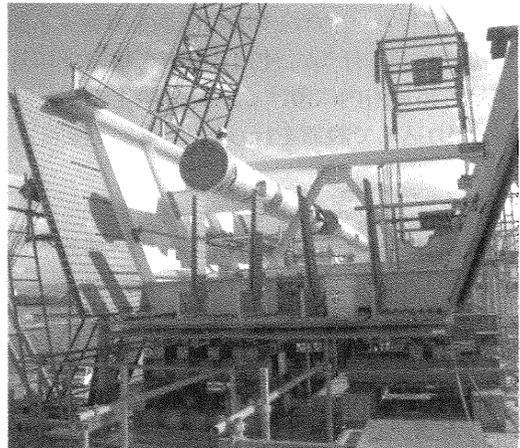


写真2 橋桁地組状況

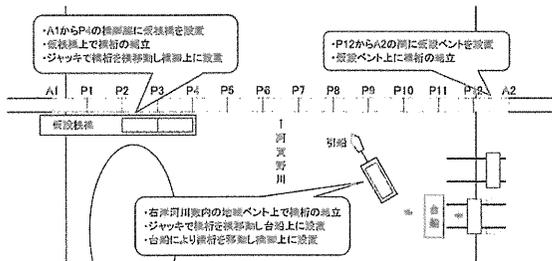


図12 橋梁上部平面図

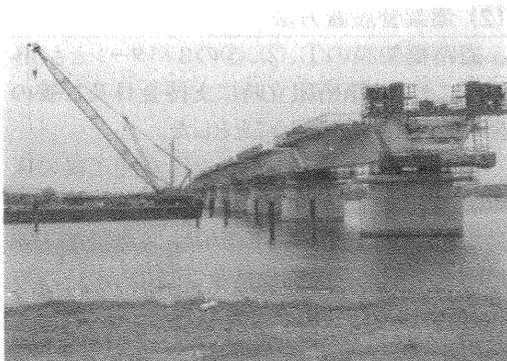


写真3 河川上の作業状況



写真4 床版設置前の配管状況

P4～P12の各ブロック間の接続部9箇所については、①～③の施工後に河川上で継ぎ輪による接続を行った。ブロック境の床版を設置する前に接続作業を行うが、使用する継ぎ輪及び切管等は予め箱桁内に預けておき、台船上のクレーンから吊り込んで設置を行った(写真3、4参照)。

(3) 施工上の注意事項

橋桁は、地組後の架設・床版設置・舗装等の各施工時にキャンバーの沈み込みが生じる。

今回、NS形継手により追従は可能であったが、沈み込みの変位は管の軸方向変位となり各ブロック間の接続において影響が大きいため、据付位置等の管理が非常に重要であった。このため、管設置時に幾つかの継手や支持金具を仮

止めの状態としておき、変位の確認後、調整が可能となるような施工方法をとった。また、配管完了後も橋梁工事の作業に合わせて変位の確認を行い、異常のないことを確認し竣工となった。

6. おわりに

今回施工したNS形ダクタイル鉄管による橋梁添架は、新潟市にとって、初めての試みであり、非常に貴重な経験となった。

前述のとおり、新潟市内には河川や水路が多く、橋梁添架管を含む水管橋の設置数が比較的多いと思われるが、新潟市では水管橋の管材材料についての明確な選定基準を定めておらず、その都度現場条件に合わせた配管計画を行っている。今後は基準策定の必要性も検討しなければならないと考えるが、基準のない現段階において、ある程度の自由度を持って設計を行ったことが、今回の初めての試みに繋がったと考える。

施工規模が呼び径500、延長約1kmと非常に大きく、新潟市としては今後このような路線の整備は多くないと思われる。しかし、NS形の特徴を十分に生かして現場条件に対応し、作業も順調に進み、無事設置完了となったことは、結果としてNS形ダクタイル鉄管が橋梁添架管の選択肢の一つとなり得ることを確認できた事例となった。

今後、NS形の添架管を検討する上で、特筆すべきメリットは、長スパンにおける追従性であると考えられる。今回の施工手順における管設置後の数段階に亘るキャンバーの沈み込みに対しては、溶接鋼管では対応がさらに困難なものになったのではないと思われる。このため、NS形ダクタイル鉄管による橋梁添架は、今回のような施工性、追従性が要求される現場において非常に有効と考える。