

(74) 名取川橋梁 (P C 斜版橋) の施工

東日本旅客鉄道 (株) 東北工事事務所	松本 岸雄
大成建設 (株) 土木設計第一部	正会員 ○ 岩崎 郁夫
大成建設 (株) 土木技術部	正会員 宮内 雅美

1. はじめに

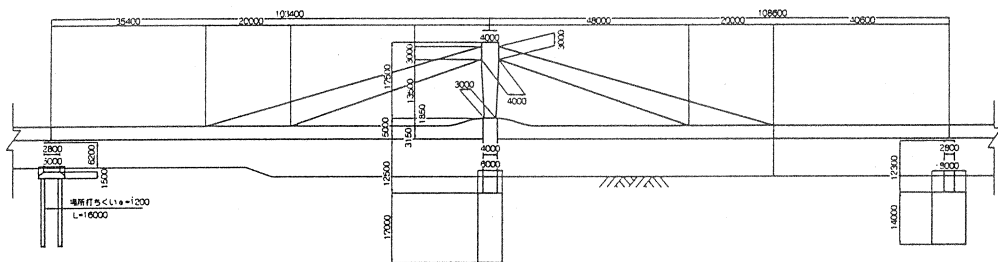
名取川橋梁 (J R 東北本線) は、仙台市郊外の東北本線南仙台・長町間に位置し、建設省の河川改修計画に合わせて、既存の8径間の下路トラス橋にかわる新設の鉄道橋である。橋梁形式は、2径間連続P C 斜版橋4連で構成される橋長512.2mの下路桁形式である。下路桁形式が採用された理由は、前後の最寄りの駅からの縦断勾配を1.0%とする制限と、H.W.Lからの必要桁下空間の制限からである。施工方法としては、桁下空間がそれほど大きくないことから、全径間支保工による場所打ち工法が採用された。本橋の特徴としては、斜版内に配置するP C 鋼材の定着位置を斜版の主桁側のみとし、主塔側では、P C 鋼材が連続しているスルータイプとなっている。本稿は、名取川橋梁上部工の施工概要を概説するものである。さらに、施工途中で外ケーブルの状態となる斜材の緊張計算についてその計算方法と、その検証として斜材張力を実測した結果について報告するものである。

2. 橋梁概要

名取川橋梁の橋梁概要は次のとおりである。

橋梁形式：2径間連続P C 斜版橋×4	主桁：P R C 下路桁形式
橋長：512.2m	斜版：P R C 構造
スパン割：(40.5m+51.1m)	主塔橋脚：R C 構造
(102.8m+108.0m)	下部工：ニューマチックケーソン基礎×3
(51.5m+51.6m) × 2	杭基礎×4 直接基礎×2

橋梁側面図 (P2~P3~P4)



橋梁側面図 (P4~P5~P6)

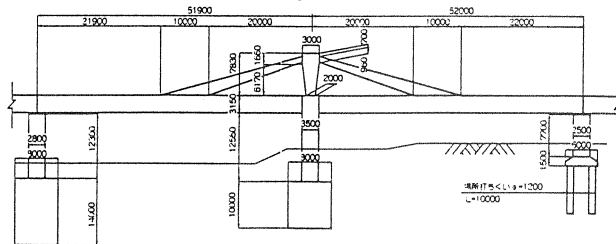


図-1 一般構造図

### 3. 施工手順

本橋は全支保工場所打ち工法であるが、河川内での施工となるため、河川協議によって流心部については濁水期施工となる。よって、河川の増水期には河川内に支保工を存置することができない。よって、流心部に位置する大斜版橋(P2-P3-P4)については、図-2に示すような施工手順をとるような設計となっている。1年目の第1濁水期に柱頭部の主桁を構築し、その部分の主桁1次ケーブルを緊張することによって支保工撤去を可能にする(①)。後の増水期には主塔を構築し(②)、翌第2濁水期に残りの主桁部分を支保工上で構築する(③)。そして、斜材ケーブルの約半分に相当する斜材1次ケーブル(外ケーブルの状態)と主桁2次ケーブルを緊張することによって、支保工撤去可能とする(④)。後の増水期に斜版の構築を行い、残りの斜材2次ケーブルを緊張する(⑤)。最後に、斜版支保工を撤去するとともに、主桁3次ケーブルを緊張し完成に至る(⑥)。

### 4. コンクリート工

コンクリートの配合については、打設部位のほとんどが、配筋およびPC鋼材配置が過密となっており、従来のスランブ8cm程度の硬練りコンクリートでは充填、締固めが困難となることが予想された。そこで、施工性の改善を目的として、高性能AE減水剤を使用した。打設部位によってスランブ15cm、18cm、21cmのコンクリートを使い分けた。スランブ21cmのコンクリートは、特にPC鋼材が集中している主塔頂部、斜版部及び主塔と斜版の接合部に用いた。(図-3)

コンクリート打設は、大斜版橋においては主桁11ブロック(最大打設量390m<sup>3</sup>/ブロック)、斜版5ブロックに分割した。

### 5. 緊張工

斜版ケーブルは桁下縁の切り欠き部での緊張作業となり、重量がかなりある緊張用ジャッキの取り扱いが困難なことから写真-1に示すような桁下緊張用ジャッキ架台を製作し、作業性の向上を図った。

### 6. 主塔サドル部の鉄骨化

先述のように、斜版内ケーブルは主塔部で連続したスルータイプである。主塔頂部のサドル部は、斜版ケー

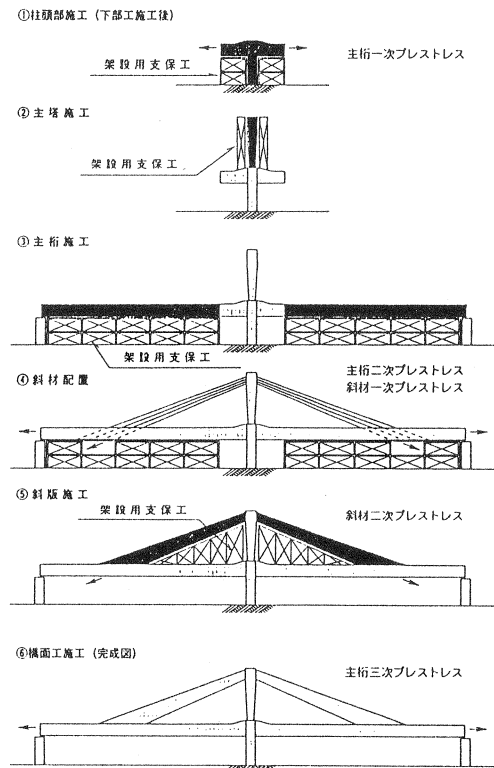


図-2 施工手順図(P2-P3-P4)

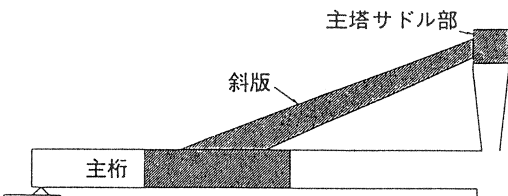


図-3 スランブ21cmコンクリート使用部位

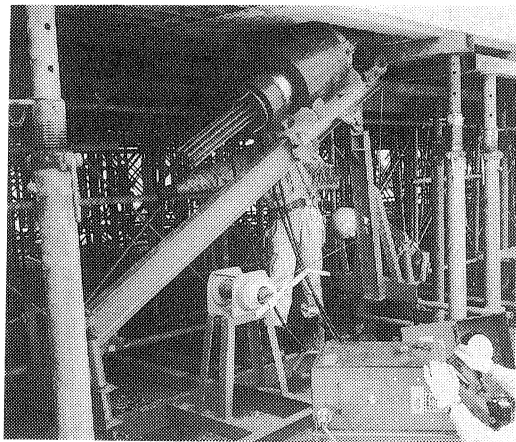


写真-1 桁下緊張用ジャッキ架台

ブルが集中する部分であり、多量の補強筋も配置される。そのため、あらゆる材料が錯綜し、現場組みでは斜版ケーブルの位置等を高い精度で配置することが困難であると考え、あらかじめその部分のシース(鋼管使用)を鉄骨フレームによって一体化し、一括架設を行った(写真-2)。

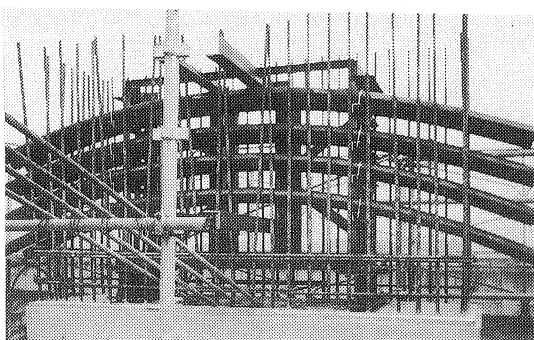


写真-2 主塔サドル部

## 7. 斜材1次ケーブルの張力測定

大斜版橋の斜版コンクリート打設前に緊張する斜材1次ケーブルは、緊張時には、一種の外ケーブルの状態であり、ケーブルのほとんどの部分が空中に露出されるという点では斜張橋の斜ケーブルに類似する部分もあるが、主桁内の定着部付近にかなりの角変化(約15度)を有する点では特異性がある。このような形状配置のケーブルの緊張計算については、過去に例がないが、本橋においては次の仮定の下に行った。(図-4参照)

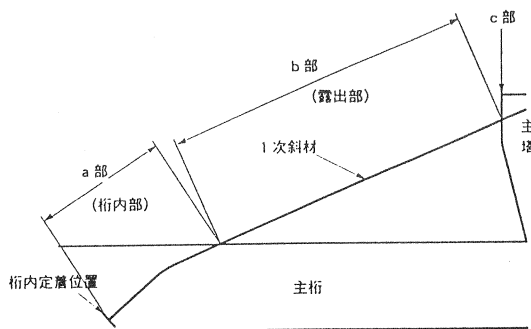


図-4 斜材1次ケーブル形状

- ①主桁内(a部)ではシースと鋼材間の摩擦を考慮する。
- ②空中に露出された部分(b部)については摩擦ロス等は無視する。
- ③くさび定着によるセットロスは、主桁内(a部)での摩擦抵抗により吸収できなかった量は、露出部分(b部)の鋼材の弾性短縮によって吸収されるものとする。なお、セットロスは主塔の前面(c部)までで全て吸収されるものとする。

斜材1次ケーブルは、これによって桁下の支保工を撤去することが可能になることから非常に重要な構成部材の一つである。よって、先述の緊張計算における仮定その他が妥当なものであるかどうかを検証する目的で、次の二つの方法によって一部の斜材1次ケーブルの張力測定を行った。

### ①ひずみゲージによる測定

12本一束のPC鋼線の任意の3ストランドを選び、その素線に沿ってひずみゲージを2枚ずつ貼付して、そのひずみから張力を算定する。使用するひずみゲージはあらかじめキャリブレーションを行い、張力換算のための係数を求めておく。

### ②強制振動法による測定

斜材に加速度計を取り付け、強制的に斜材に振動を加え自由振動させることによって得られる信号を増幅し、A-D変換して斜ケーブルの振動波形データをパソコンに取り込む。さらに、FFT変換(高速フーリエ変換)を行い、振動数のエネルギー分布図を作成して、卓越振動数を探し、基本振動数を選出する。

張力算定式は、弦理論式をケーブルの曲げ剛性・サグの影響を考慮して補正した次式によった。また、ケーブルの曲げ剛性には計算値の50%を採用した。

$$T = (4\omega l^2) / (n^2 g) \times (fn)^2$$

ここに、T:張力

l:ケーブル長

$\omega$ :ケーブル単位重量

g:重力加速度(9.8m/sec<sup>2</sup>)

$f_n$ : n次の固有振動数 (Hz)

二つの方法による測定結果と緊張計算結果の比較表を表-1に示す。

表からわかるように、いずれの方法によっても、各ケーブルの設計導入力と測定値との差は数パーセントのものがほとんどであり、導入力の総合計については、設計値との差がひずみゲージによる測定結果で+2.7%、強制振動法による測定結果で東京方は+1.7%、仙台方は+1.0%である。よって、1次斜材によって主桁に加わる力としては、全体系としてはほぼ設計通りであると判断できる。また、緊張計算方法において仮定した項目も妥当なもの判断できる。

8. 上げ越し管理

上げ越し量については、前回山田ら<sup>1)</sup>の報告にあるように、施工時の詳細検討において得られた主桁変位を用い、支保工のなじみ、支保工杭の沈下、キャンパ等を考慮して決定している。

表-2に大斜版橋について、最も変位量が大きいスパン中央部である主桁と斜版の接合部付近の主桁たわみ量の測定結果を示す。値は各施工段階毎の変位量である。表より設計値と実測値とはほぼ一致している。

9. おわりに

国内初の本格的斜版橋という新しい構造形式でもあり、各方面からも注目を集めた橋梁である。今後もこの種の大偏心ケーブルを有する桁橋と斜張橋の中間的領域をカバーする橋梁は増加の傾向にあり、本工事での経験が生かされることとなるであろう。

表-1 張力測定結果

ケーブル番号	設計値	導入力			
		東京方		仙台方	
		強制振動法による測定値 (H) / 差 (%)	ひずみゲージによる測定値 (I) / 差 (%)	強制振動法による測定値 (II) / 差 (%)	ひずみゲージによる測定値 (J) / 差 (%)
C14	新幹線側外側	175	171 / -2.3	167	167 / -4.6
	新幹線側内側	175	172 / -1.7	174	174 / -0.6
	在来線側内側	175	166 / -5.1	169 / -3.4	170 / -2.9
	在来線側外側	175	169 / -3.4	183 / 4.6	179 / 2.3
C15	新幹線側外側	175	170 / -2.9	167	167 / -4.6
	新幹線側内側	175	171 / -2.3	165	165 / -5.7
	在来線側内側	175	165 / -5.7	176 / 0.6	170 / -2.9
	在来線側外側	175	179 / 2.3	176 / 0.6	182 / 4.0
C16	新幹線側外側	165	165 / 0.0	156	156 / -5.5
	新幹線側内側	165	172 / 4.2	168	168 / 1.8
	在来線側内側	165	160 / -3.0	167 / 1.2	171 / 3.6
	在来線側外側	165	167 / 1.2	185 / 12.1	178 / 7.9
C17	新幹線側外側	165	166 / 0.6	178	178 / 7.9
	新幹線側内側	165	157 / -4.8	161	161 / -2.4
	在来線側内側	165	167 / 1.2	163 / -1.2	163 / -1.2
	在来線側外側	165	164 / -0.6	165 / 0.0	168 / 1.8
C18	新幹線側外側	160	161 / 0.6	155	155 / -3.1
	新幹線側内側	160	163 / 1.9	158	158 / -1.3
	在来線側内側	160	161 / 0.6	161 / 0.6	154 / -3.8
	在来線側外側	160	173 / 8.1	173 / 8.1	168 / 5.0
C19	新幹線側外側	155	163 / 5.2	153	153 / -1.3
	新幹線側内側	155	156 / 0.6	157	157 / 1.3
	在来線側内側	155	166 / 7.1	149 / -3.9	151 / -2.6
	在来線側外側	155	161 / 3.9	157 / 1.3	164 / 5.8
C20	新幹線側外側	150	159 / 6.0	161 / 7.3	165 / 10.0
	新幹線側内側	150	155 / 3.3	156 / 4.0	157 / 4.7
	在来線側内側	150	155 / 3.3	150	150 / 0.0
	在来線側外側	150	153 / 2.0	155	155 / 3.3
C21	新幹線側外側	150	165 / 10.0	164 / 9.3	161 / 7.3
	新幹線側内側	150	165 / 10.0	152 / 1.3	164 / 9.3
	在来線側内側	150	155 / 3.3	146	146 / -2.7
	在来線側外側	150	166 / 10.7	151	151 / 0.7
平均		1.7	2.7	1.0	

表-2 主桁たわみ量

施工ステップ	単位: mm			
	測点NO.41 (起点側接合部付近)		測点NO.153 (終点側接合部付近)	
	設計値	測定値	設計値	測定値
主桁2次ケーブル緊張(1回目)	0	0	0	0
斜材1次ケーブル緊張(1回目)	0	0	0	-2
主桁2次ケーブル緊張(2回目)	0	0	0	-1
斜材1次ケーブル緊張(2回目)	-1	-7	-1	0
主桁2次ケーブル緊張(3回目)	1	4	1	-1
斜材1次ケーブル緊張(3回目)	-1	-9	-1	-9
主桁支保工撤去	47	55	60	62
斜版支保工設置	19	23	27	55
斜版コンクリート打設	65	64	73	57
斜材2次ケーブル緊張	-21	-20	-30	-41
斜版支保工撤去	-9	-12	-11	-10
主桁3次ケーブル緊張	7	8	-3	0
変位量合計	107	106	115	110

\*鉛直下向き変位を正とする

参考文献

- 1) 山田・生田・松本・村井: 名取川PC斜版橋の緊張について、プレストレストコンクリート技術協会第5回シンポジウム論文集、pp.201~204、1995.10
- 2) 岩崎・宮内・高橋: PC斜版橋における斜材の緊張計算とその検証、土木学会東北支部平成7年度技術研究発表会講演概要集、pp.672~673、1996.3