

第 2 回 定 期 研 究 会

05

00

し数



500

平成 16 年度 SGST 第 2 回研究会 議事録

日時 : 平成 16 年 6 月 22 日(火) 15:30~17:30

場所 : 名古屋工業大学 3 号館 2 階 M3 教室

講師 : 宮本 重信氏 (名古屋工業大学共同研究センター 客員教授)

出席者: 安藤(瀧上), 泉野(玉野総合C), 海老澤(名工大), 尾関(瀧上), 加藤(瀧上), 鎌田(東京建設C), 亀子(瀧上), 事口(大同工大), 佐藤(中日本建設C), 椎原(三井共同建設C), 柴田(大日C), 鷺見(八千代エンジ), 園部(JIP), 田中(JIP), 深田(金沢大), 藤澤(日本建設C), 酒造(大同工大), 水澤(大同工大), 水谷(三井共同建設C), 山田(トピー) 20名(敬称略)

1. 定期研究会 (深田研究会担当幹事)

講演「のぞみ橋 (桁端分離型吊床版構造) の設計・施工」

(オリエンタル建設 名古屋支店 神谷 祐司氏)

<内容>

1. のぞみ橋の概要
2. 構造概要・・・本橋の構造紹介
3. 端部分離型上路式吊床版橋の特徴
4. 格点部の構造
5. 大型車両走行時の振動使用性
6. 実橋載荷実験による性能確認
7. 施工の特徴および施工管理
8. 施工順序
9. まとめ、質疑応答

<講演概略>

PC吊床版橋は、急峻な地形条件であっても大掛かりな設備を必要とせず短期間に架設することができることから、数多くの橋梁が建設されている。また、近年では吊床版橋の発展形としてさまざまなタイプの吊床版橋が建設されている。

新丸山ダム資材運搬線の仮橋として建設された、「のぞみ橋」は端部分離型吊床版構造、材料複合、構造複合、外ケーブルといった設計的特徴を有する橋である。また、仮橋であるという理由から、工期短縮、リサイクル、コスト削減等についても配慮されている。

その「のぞみ橋」について設計および施工についてその特徴を中心に講演して頂いた。

以上//

平成 16 年度 6 月 SGST 研究会

講演題目： のぞみ橋(端部分離型吊床版構造)の設計・施工

講演：神谷 裕司 氏

略歴：オリエンタル建設株式会社 名古屋支店 技術部勤務，技術士（建設部門）

キーワード：上路式吊床版橋，トラス，格点部，孔明き鋼板ジベル，
静的載荷実験レーション，端部分離構造，水平力，鉛直変位

講演内容：

1. はじめに キーワードの紹介
2. のぞみ橋の概要
3. 構造概要・・・本橋の構造紹介
4. 端部分離型上路式吊床版橋の特徴
5. 格点部の構造
6. 大型車両走行時の振動使用性
7. 実橋載荷実験による性能確認
8. 施工の特徴および施工管理
9. 施工順序
10. まとめ

講演概略：

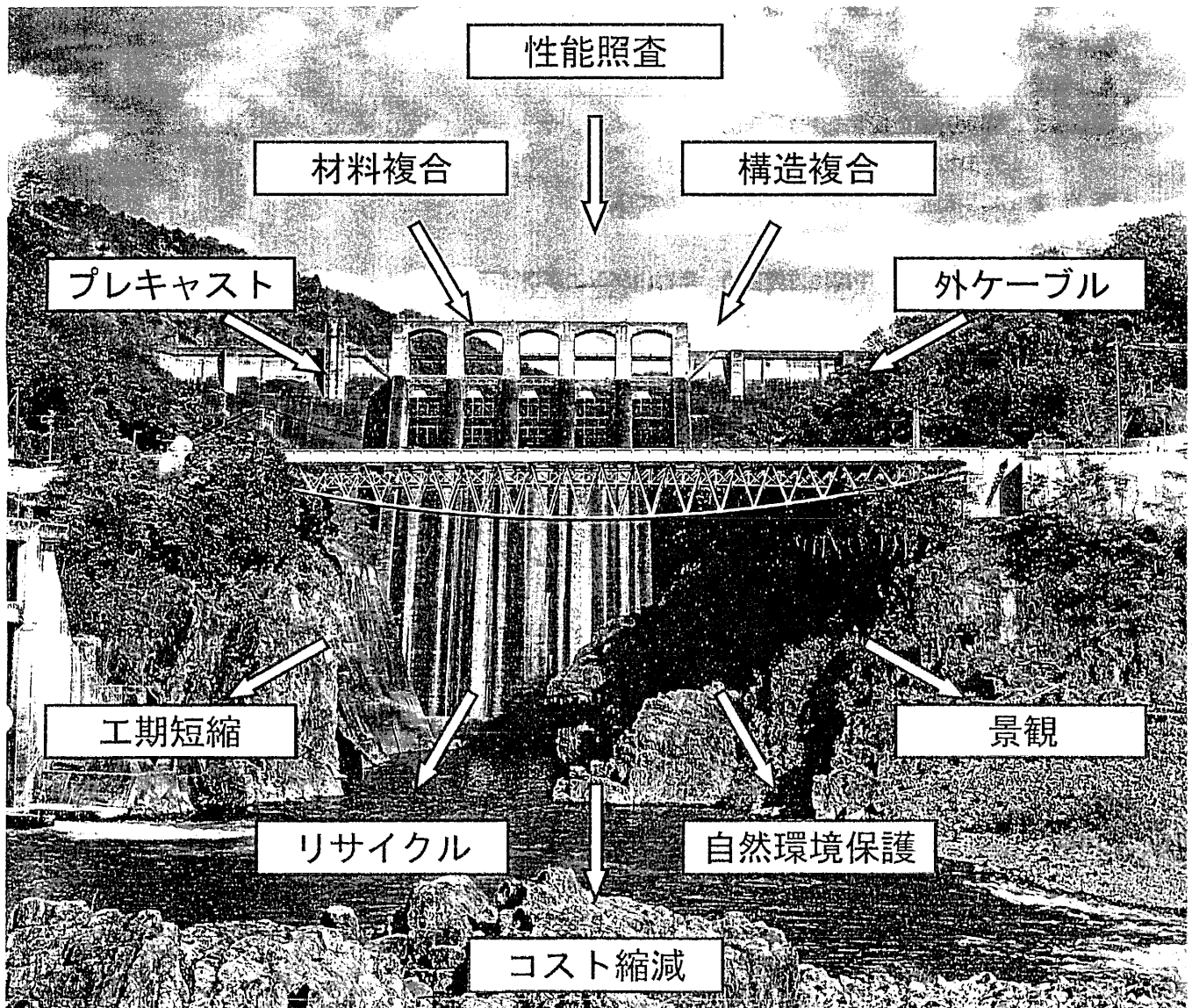
PC吊床版橋は、急峻な地形条件であっても大掛かりな設備を必要とせず短期間に架設することができることから、数多くの橋梁が建設されている。また、近年では吊床版橋の発展形としてさまざまなタイプの吊床版橋が建設されている。本講演では、端部分離型吊床版構造である「のぞみ橋」の設計および施工についてその特徴を中心に報告を行う。

開催団体：東海構造研究グループ(Study Group of Structures in Tokai)

東海構造研究グループは、官学民の枠を外し、土木構造に関するあらゆる領域について研究する団体です。構造に関する諸団体（官公署、企業）および構造に関する業務あるいは研究に携わる大学、個人により構成されています。立場を異にする会員間の相互理解や親睦を深めるのにも大きな役割を果たしています。昭和 53 年創立。年 6 回の定期研究会の他、3 つのワーキンググループ活動、特別講演会等を行っております。

のぞみ橋（新丸山ダム資材運搬線小和沢仮橋）

端部分離型上路式吊床版橋
Hybrid Stress Ribbon Deck Bridge



国土交通省 中部地方整備局 新丸山ダム工事事務所



オリエンタル建設株式会社

1. のぞみ橋の概要

のぞみ橋（図-1）は、木曾川に位置する蘇水峡国立公園内の新丸山ダム建設のために、資材運搬用道路として建設された橋である。構造形式の選定にあたっては、峡谷という地形条件や狭い施工ヤード等の制約や、ダム建設のために早急に供用する必要があることなどから、上路式PC吊床版橋が選定された。また、本橋は、ダム完成後に撤去することを想定していることから、設計において使用部材のリサイクル対策が要望された。

工事名：平成14年度 新丸山ダム資材運搬線 小和沢仮橋架設工事

設計・施工一括型、総合評価落札方式試行工事（評価項目：部材の再利用可能率）

所在地：岐阜県可児郡御嵩町小和沢～加茂郡八百津町丸山

橋長：91.630 m

支間長：90.000 m（上路式吊床版橋、複合トラス橋としては日本最大）

基本サグ：5.850 m

有効幅員：4.000 m

構造形式：端部分離型上路式PC吊床版橋

：グラウンドアンカー併用重力式橋台

活荷重：A活荷重，ドリルジャンボ荷重（440 kN）

架設工法：懸垂架設工法

企業者：国土交通省 中部地方整備局 新丸山ダム工事事務所

設計者：オリエンタル建設株式会社

施工者：オリエンタル建設株式会社

技術指導：大阪工業大学 園田恵一郎 教授（格点部構造）

金沢大学大学院 梶川康男 教授（振動使用性照査）

技術協力：神鋼鋼線工業株式会社

工期：平成14年9月21日～平成15年10月31日（地質調査，詳細設計，上下部工，取付け道路工）

80～100万/m²

H24年撤去予定

2. 上路式PC吊床版が適する架設条件

上路式PC吊床版橋は、コンクリート橋が不得意であった支間100 m前後の単径間の橋において、支保工を用いない経済的な施工が可能である。特に、図-2のような架設条件で、架設工法の長所を生かされる。

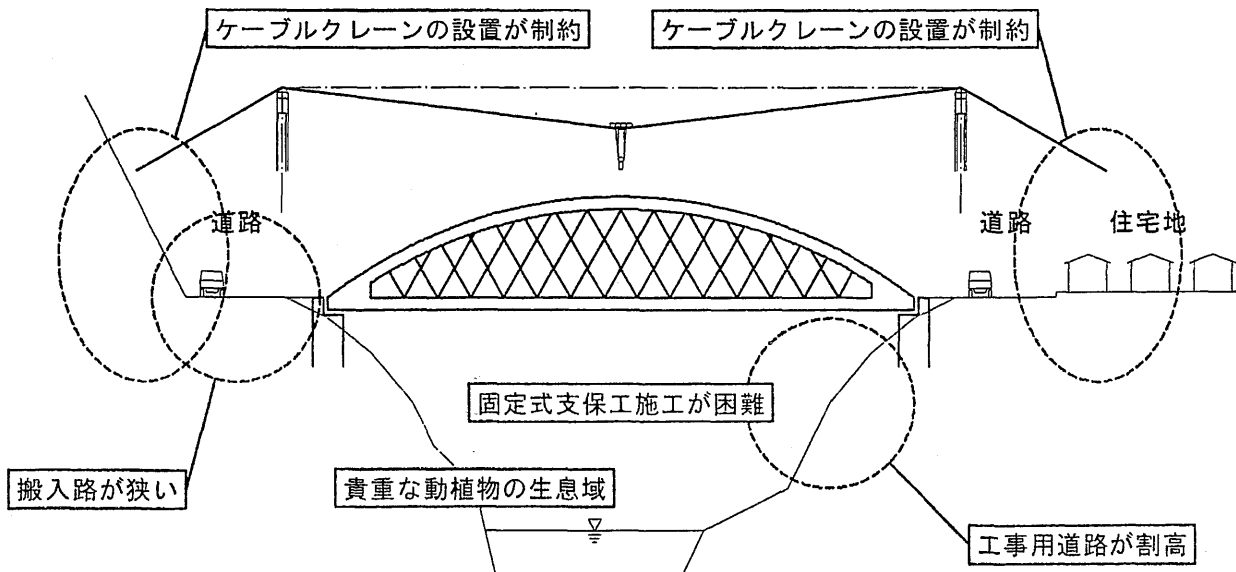


図-2 上路式PC吊床版橋が適する架設条件

3. 端部分離型上路式吊床版橋の特徴

●従来型上路式吊床版橋の問題点

- ◎下部構造に大きな水平力が作用する。
- ◎PC桁橋に比べて柔構造であることから、大型車両通行時に過大な振動が生じる懸念がある。

●従来型上路式吊床版橋に対する変更点

- ◎吊床版取付部を橋台から分離し、上床版と吊床版を一体化する。
- ◎吊床版の1次ケーブルは外ケーブル化して橋台に定着し、2次ケーブルは上床版と一体化した端部ブロックに定着する。
- ◎鉛直材（ストラット）は、トラス状に配置する。

●「材料」と「構造」両面でのHybrid橋

- ◎使用材料：コンクリート床版+鋼管ストラット+PC鋼材吊ケーブル。
- ◎構造形式：躯体自重に対して吊ケーブルで支持する吊構造+橋面荷重や活荷重に対して単純トラス桁の曲げ剛性で支持するトラス桁構造。

●端部分離型上路式吊床版橋の長所

- ◎活荷重や温度変化により下部構造に作用する水平力が小さくなるので、下部構造の設計水平力が30~40%低減される。
- ◎活荷重による吊床版ケーブルの応力変動は、PC桁橋のPC鋼材（10~30 N/mm²）と同程度になる。
- ◎端部ストラットに生じるプレストレスやクリープによる断面力が低減される。
- ◎吊床版ケーブルの外ケーブル化により、ケーブルの点検や構成部材の補修、橋自体のリサイクル（移築）が容易に行える。

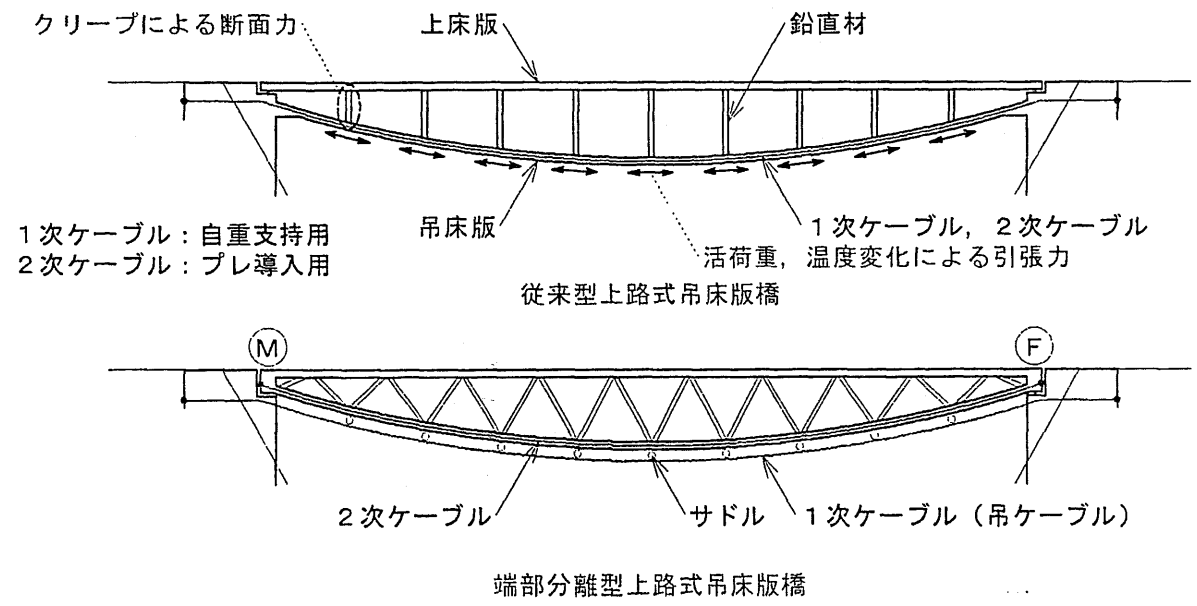
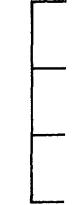
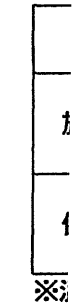
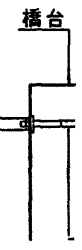


図-3 従来型上路式吊床版橋と端部分離型上路式吊床版橋

4. 〇

●従来



- 吊月
- ◎最
- ◎A
- ◎上
- ◎ケ

4. のぞみ橋の設計および検討概要

●従来型と端部分離型の構造比較

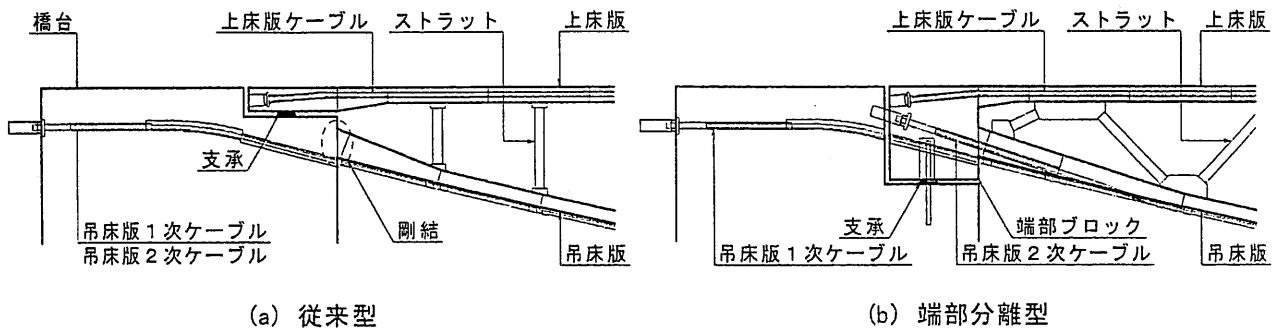


図-4 従来型と端部分離型の端部構造

表-1 橋台作用水平力の比較

荷重状態		従来型 (概略設計モデル)		端部分離型	
		作用水平力	水平力比	作用水平力	水平力比
施工時	躯体完成時	13331 kN	1.00	13039 kN	0.98
	2次ケーブル緊張時	15036 kN	1.00	12813 kN	0.85
	橋面荷重載荷時	17730 kN	1.00	13073 kN	0.74
供用時	永久荷重作用時	20687 kN	1.00	13152 kN	0.64
	活荷重作用時	23816 kN	1.00	13451 kN	0.56
	活荷重+温度変化時	25183 kN	1.00	14364 kN	0.57

※温度変化：全体温度降下15° +鋼材温度降下10°

表-2 A活荷重載荷時の鉛直変位の比較

着目位置		従来型 (概略設計モデル)		端部分離型	
		鉛直変位	吊支間比	鉛直変位	吊支間比
最大	L/4点	50 mm	L/1800	16 mm	L/5625
	支間中央	39 mm	L/2308	23 mm	L/3913
最小	L/4点	-31 mm	L/2903	0 mm	—
	支間中央	-14 mm	L/6429	0 mm	—

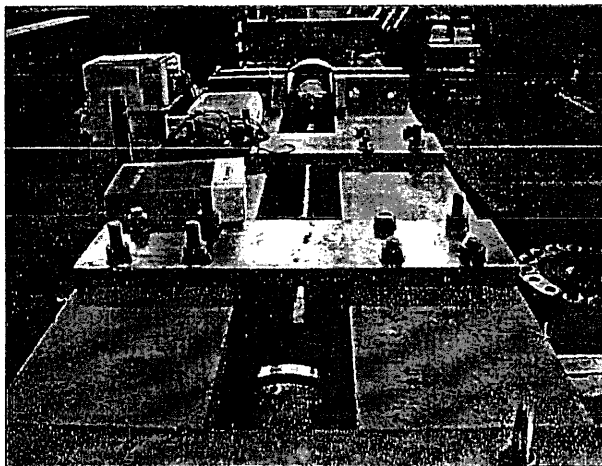
●吊床版ケーブルの安全性

◎最大張力 (供用時) は、1次ケーブルが約0.47Pu、2次ケーブルが約0.56Pu。

◎A活荷重による応力変動は、1次ケーブルが17.3 N/mm²、2次ケーブルが10.8 N/mm²。

◎上限張力0.60Pu、変動応力100 N/mm²、繰返し回数2×10⁶回の疲労実験にて、疲労安全性を確認。

◎ケーブルサドルには、廃プラスチック再生材料を使用。磨耗性実験にて、ケーブル被覆部の安全性を確認。



【SET370T ケーブル疲労実験】



【ケーブルサドル磨耗性実験】

● 格点部構造と性能確認実験

- ◎ 上側格点は、高さ調整が可能な構造。
- ◎ 下側格点は、架設中のプレキャスト版間の長さおよび角度変化に追従できる構造。
- ◎ FEM解析により構造設計を行い、格点部接合面の断面力を再現させた載荷実験により安全性を確認。
- ◎ 格点部載荷実験より、終局荷重までほぼ線形挙動を示し、設計荷重の3倍以上の耐力を有することを確認。

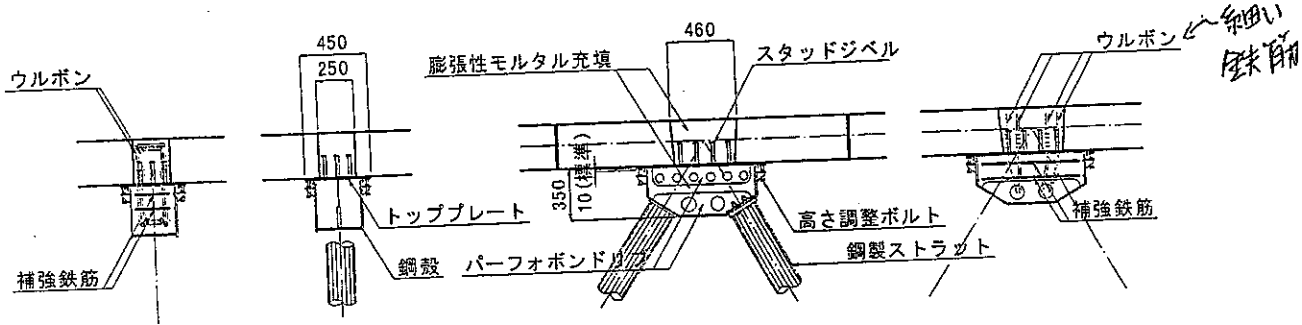


図-5 上側格点部構造

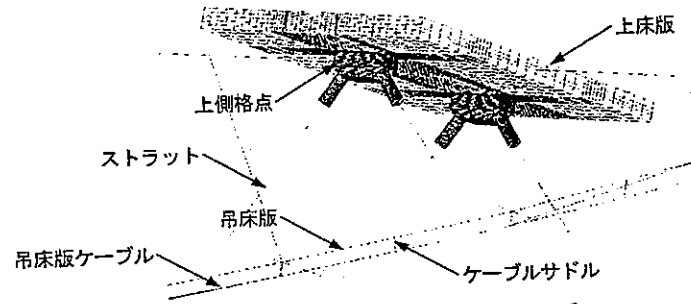


図-6 上側格点部FEM解析モデル

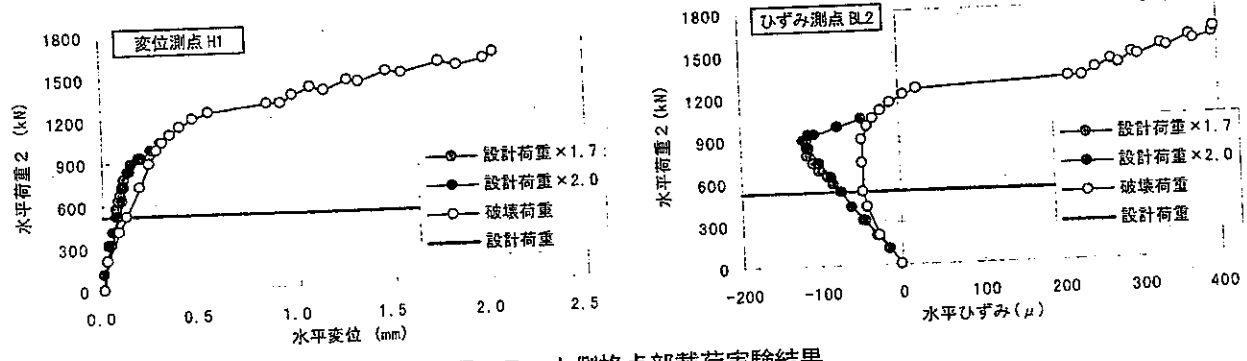
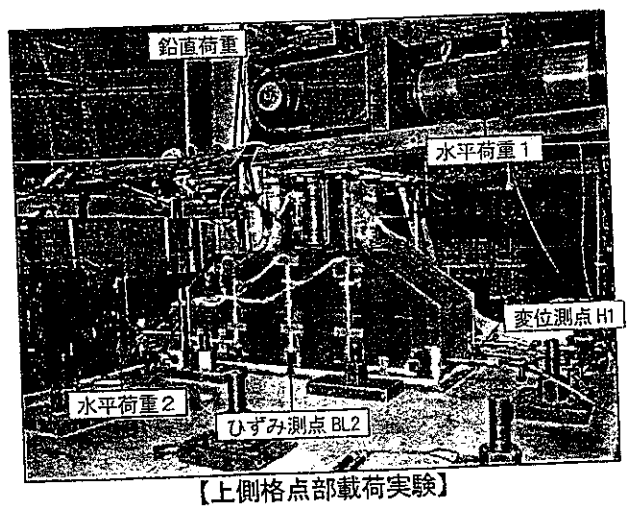


図-7 上側格点部載荷実験結果



【上側格点部載荷実験】



【格点・ジベル部解体性実験】

●大型車両通行時の振動使用性照査と実橋載荷実験

◎車両走行シミュレーション解析 (ISO 基準の「普通」相当の路面凹凸パワースペクトル密度, 11 自由度系車両モデル 245 kN 車および 196 kN 車, 走行速度 20 km/h) により, 大型車両通行時の速度応答を算出。

◎196 kN 車走行時の速度応答最大値は 3.0 cm/s 程度であり, BS5400 に規定された制限値 5.7 cm/s 以下。

◎196 kN 車走行時の速度応答実効値は 0.7 cm/s 程度であり, 「明らかに感じた」と感じる閾値を下回る。

◎大型車両走行実験での実測値は, 速度応答最大値で 1.0 cm/s 程度。

◎静的影響線載荷実験より, 設計で想定している構造全体系としての剛性を確認。

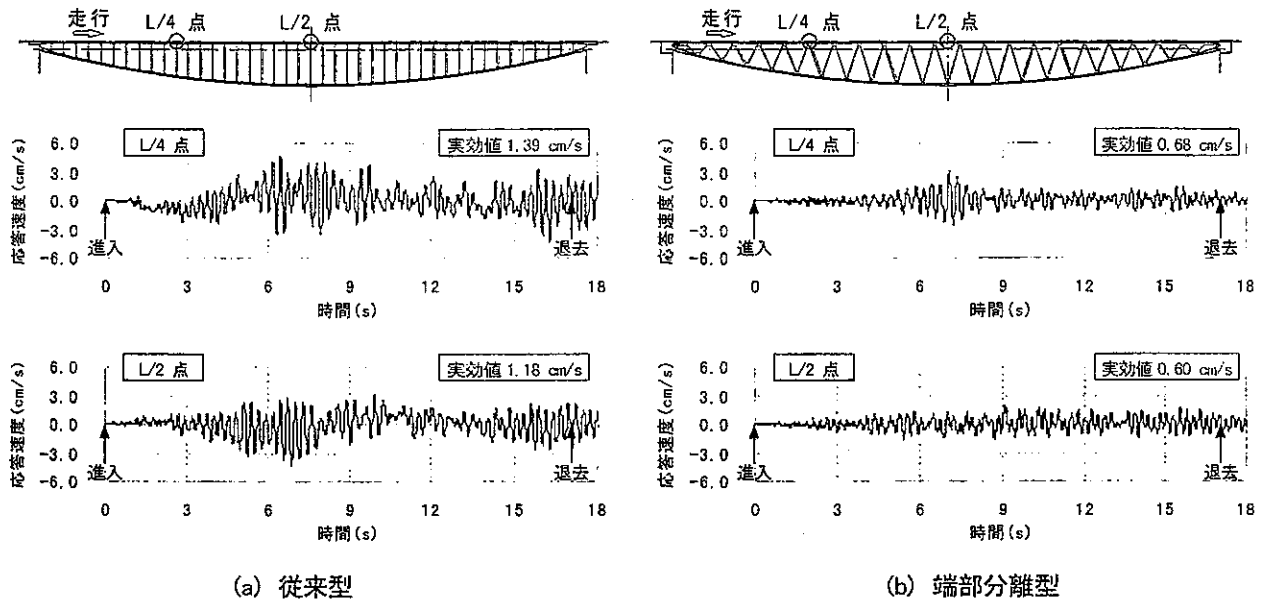


図-8 196 kN 車走行シミュレーション (鉛直応答速度)

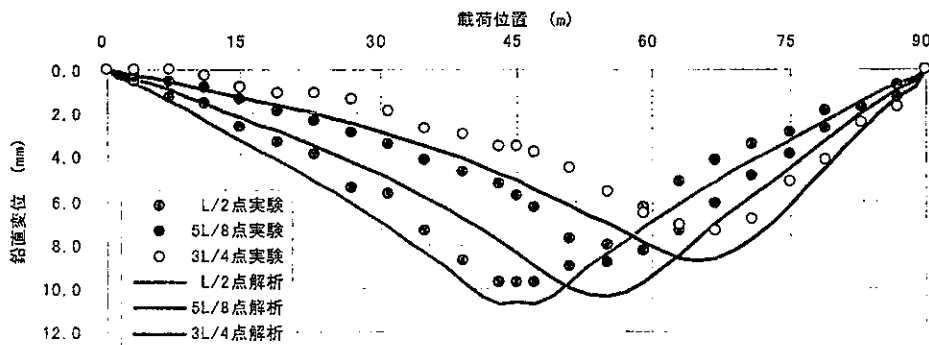
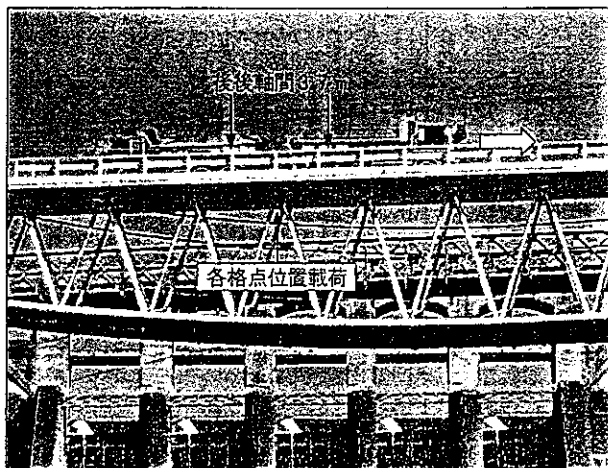


図-9 静的影響線載荷実験 (196 kN 車 2 台) での鉛直変位実測値



【静的影響線載荷実験】



【大型車両走行実験】

5. のぞみ橋の施工概要

●施工の特徴

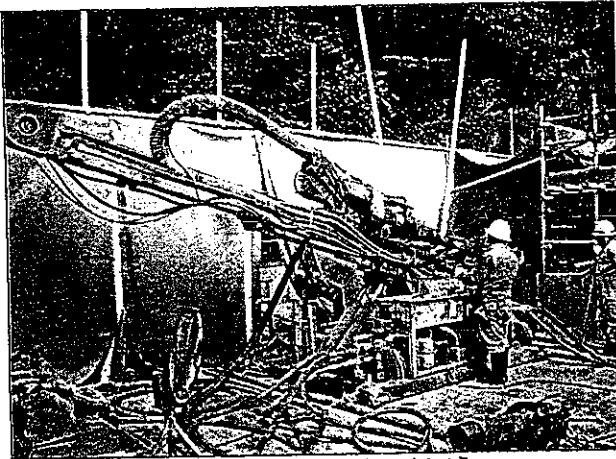
- ◎プレキャストセグメントを用いた懸垂架設工法により、桁下空間や橋の後背の条件に左右されずに施工。
- ◎上下部工を約9ヶ月という短期間で施工。

●施工管理

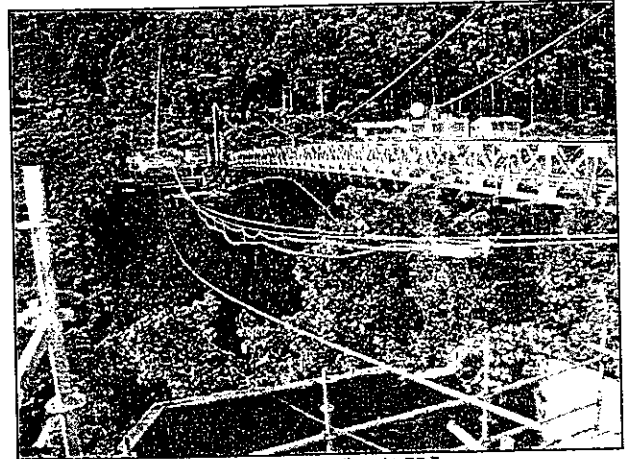
- ◎有限変形解析により架設中の変形挙動を把握し、セグメントの設置順序や目地幅の設定を決定。
- ◎埋込型ひずみゲージ等により、プレストレスの確実な導入を確認。
- ◎橋面工完成時における上床版の計画高に対する誤差は-12 mm (温度補正後)。

●施工順序

- ①グラウンドアンカーの施工，1次ケーブルの架設・サグ調整

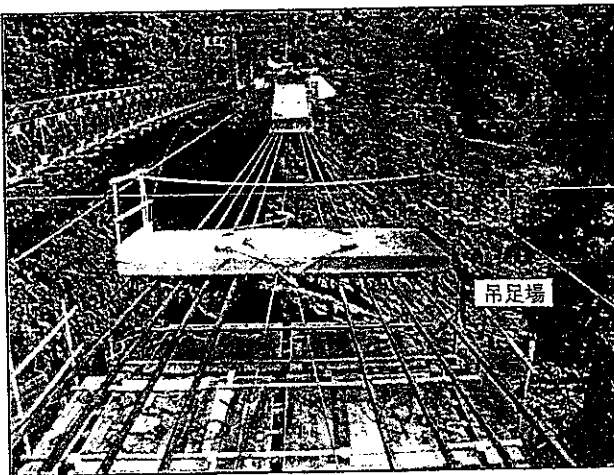
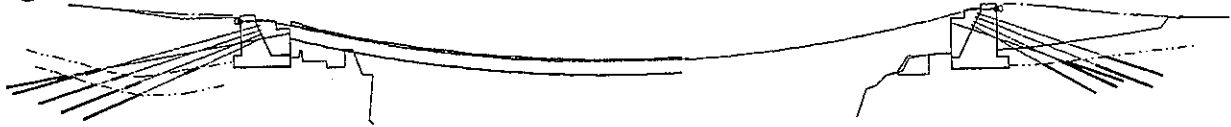


【グラウンドアンカー削孔】

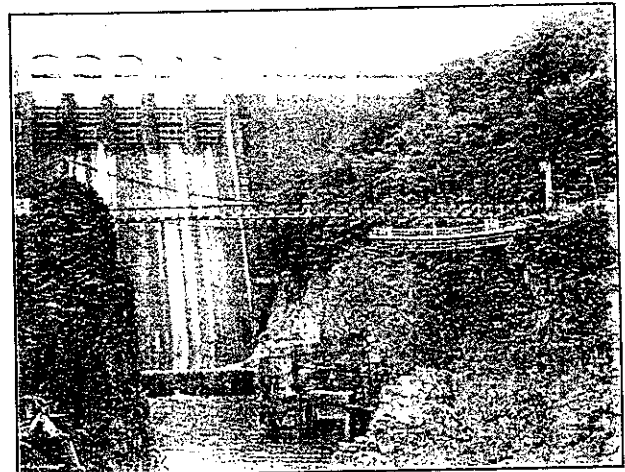


【1次ケーブル架設】

- ②吊床版セグメントの架設，吊足場の設置



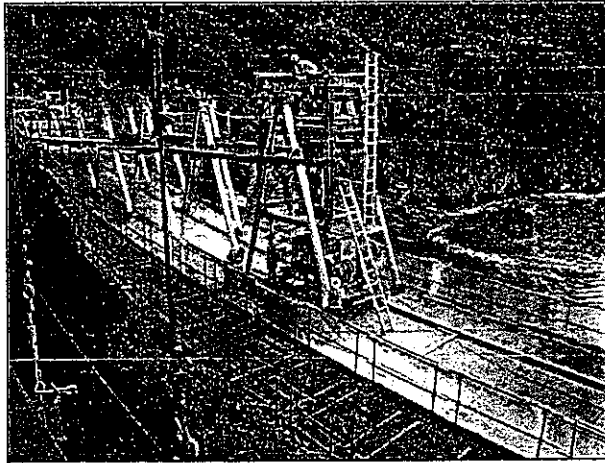
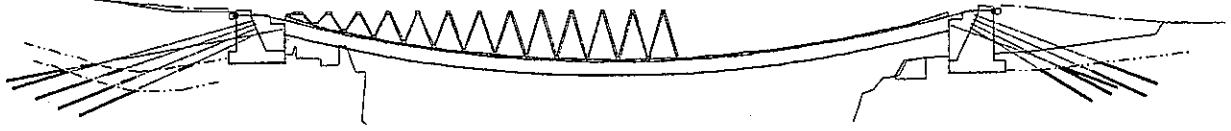
【懸垂架設工法】



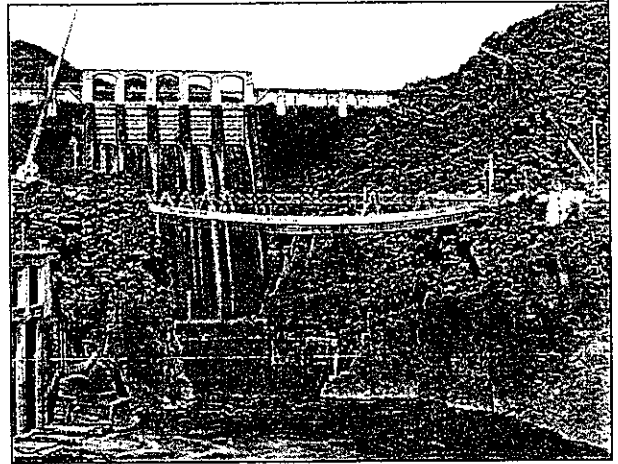
【吊床版セグメント架設状況】

図-10(1) 施工順序 (その1)

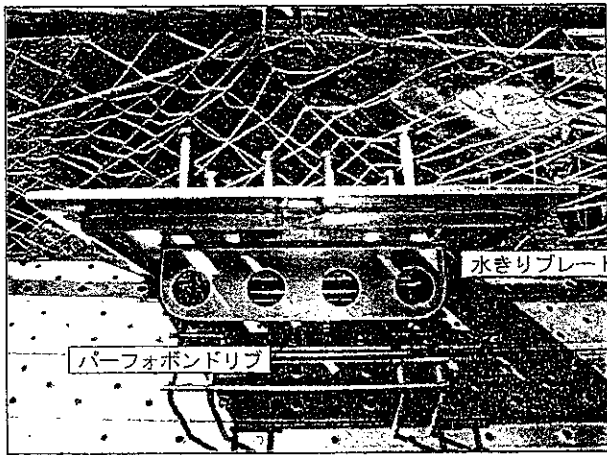
③鋼製ストラットの架設



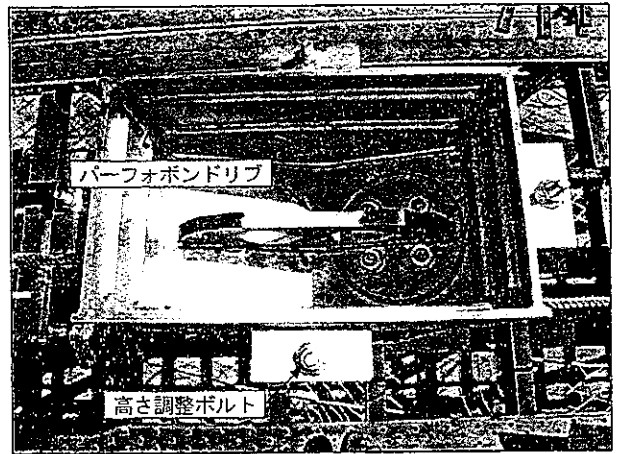
【ストラット架設台車】



【ストラット架設状況】

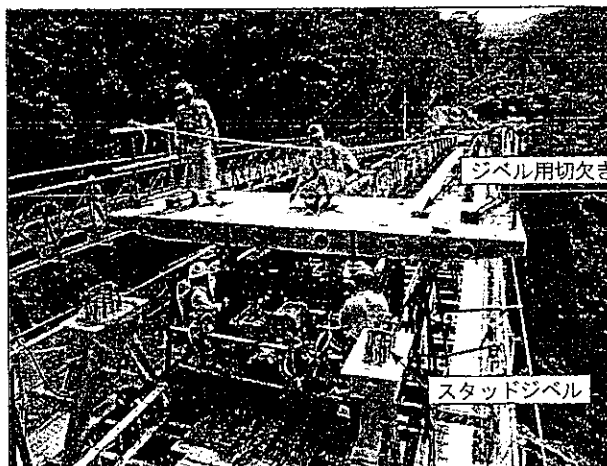
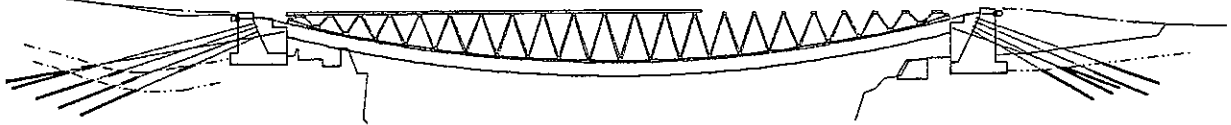


【上側格点トッププレート】

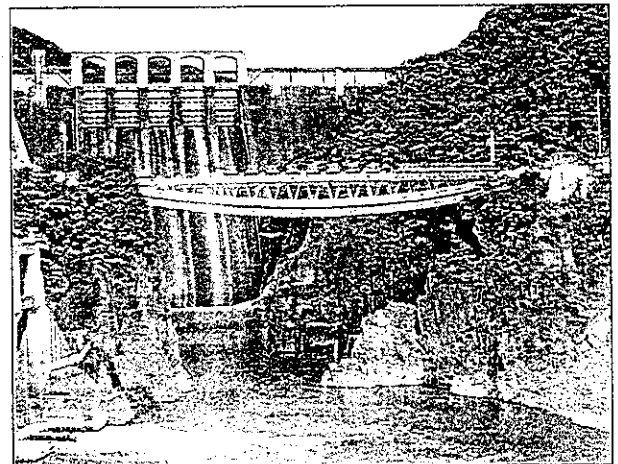


【上側格点鋼殻】

④上床版セグメントの架設，目地モルタルの充填



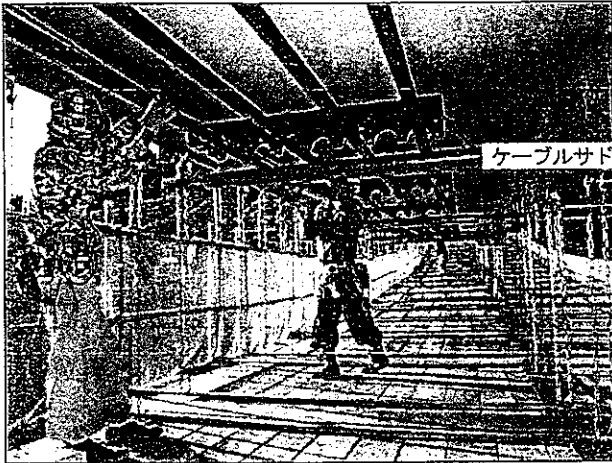
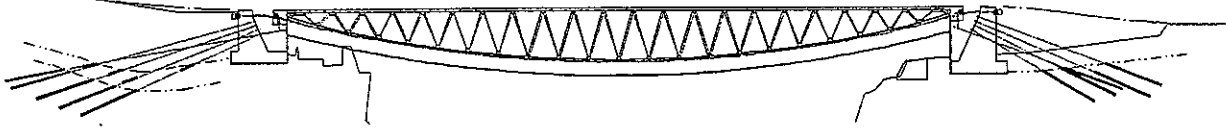
【上床版架設台車】



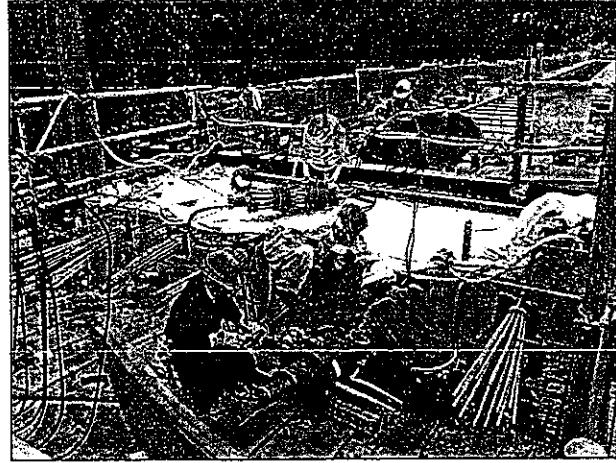
【上床版架設状況】

図-10(2) 施工順序(その2)

⑤端部ブロックの施工，2次ケーブルおよび上床版ケーブルの配置・緊張



【2次ケーブル配置】



【2次ケーブル緊張】

⑥吊足場撤去，橋面工

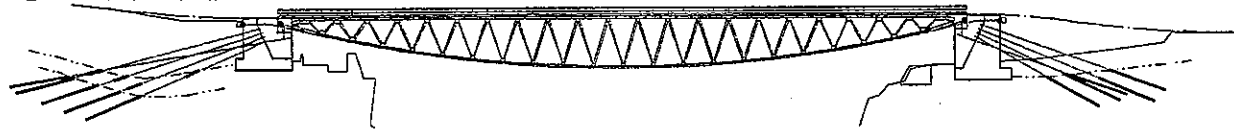


図-10(3) 施工順序(その3)

●施工工程

表-3 計画工程

0	30	60	90	120	150	180	210	240	270
橋台施工									
		グラウンドアンカー施工							
					橋台前面足場組立て				
					1次ケーブル架設				
					吊床版架設				
					ストラット架設				
						上床版架設			
					端部ブロック施工				
				2次ケーブル，上床版ケーブル配置・緊張					
						橋面工			
						片付け			

6. 参考文献

- 1) 吉川卓，三浦弘禎，神谷裕司，角本周：再利用を考慮した上路式吊床版橋の設計，第12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，pp.617-620，2003.10.
- 2) 大木太，小川伸吉，正司明夫，園田恵一郎：解体・再利用を考慮した上路式吊床版橋の接合構造の実験的研究，第12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，pp.621-624，2003.10.
- 3) 大木太，吉川卓，角本周，梶川康男：端部分離型上路式PC吊床版橋の振動特性の検討，*Proceedings of the International Workshop on Structural Health Monitoring of Bridges / Colloquium on Bridge Vibration '03*，pp.343-350，2003.9