

(121) PC3径間連続吊床版橋(水鳥橋)の設計・施工

粕屋町役場	都市計画課	渡辺 正勝
九州共立大学	工学部	烏野 清
(株)マエダ	福岡支社	岡崎 洋
(株)富士ビー・エス	福岡支店 正会員	○左東 有次

1. はじめに

水鳥橋は、福岡県粕屋郡粕屋町の駕与丁公園(池)に計画された遊歩道橋で、構造形式は実施例の少ないPC3径間連続吊床版橋である。そのため、設計、施工にあたってはいくつかの検討を行った。

設計では、支間構成及びサグ量を、池のH.W.L.と歩行性を考慮した縦断線形条件及び静荷重時での橋脚の左右水平力の釣り合いを考慮して設定した。

施工では、各径間の張力のバランスをとりながら床版の架設を行い、床版架設時のサグ量を調整するため、橋脚上に1次ケーブルの仮止め装置を設置した。

また、施工完了後に振動試験を行い、振動特性を確認した。

本論文では、橋梁の設計、施工の特徴及び振動試験について報告するものである。

2. 水鳥橋の概要

2.1 橋梁諸元

構造形式 : PC3径間連続吊床版橋  
 橋 格 : 歩道橋  
 橋 長 : 179.8 m (橋台前支間 160 m)  
 支 間 長 : 47.0 m + 66.0 m + 47.0 m  
 幅員構成 : 全幅員 3.8 m  
           有効幅員 3.0 m  
 設計荷重 : 200kgf/m<sup>2</sup>  
 温度変化 : ±20℃  
 基本サグ量: 側径間 δ = 0.993 m  
           中央径間 δ = 1.900 m

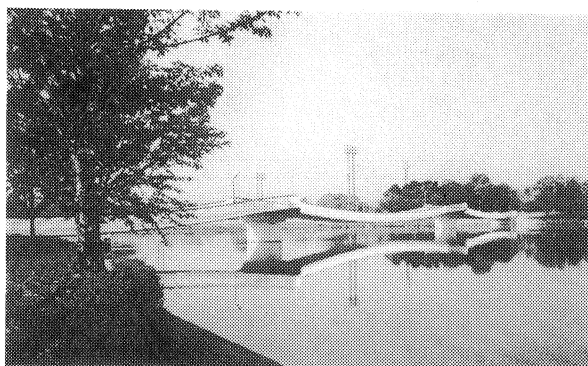


写真-1 完成全景

2.2 主要材料

表-1 主要材料表

名 称		規格・寸法	数 量
上 部 工	プレキャスト床版	$\sigma_{ck} = 400\text{kgf/cm}^2$	93 枚
	床版コンクリート	$\sigma_{ck} = 400\text{kgf/cm}^2$	191.1 m <sup>3</sup>
	1次ケーブル	SEEE F170T	1454 m
	2次ケーブル	SEEE UF170T(アンボンド)	1090 m
	鉄筋	SD295A	24588 kg
下 部 工	躯体コンクリート	$\sigma_{ck} = 240\text{kgf/cm}^2$	1273 m <sup>3</sup>
	グラウンドアンカー	KTB K6-8 L=19m	10 本
	グラウンドアンカー	KTB K6-7 L=17m	10 本
	鉄筋	SD295A	91903 kg

2.3 一般図

本橋の一般図を図-1に示す。上部工の1次ケーブルはSEEE F170Tを8本、2次ケーブルはアンボンドのSEEE UF170Tを6本使用した。橋脚上には総幅員7.8mのバルコニーを設置している。橋面工は舗装部に歩行性が良く、転圧を必要としないソフトアンツーカーを使用し、舗装下には防水工を施工した。

下部工は直接基礎とし、上部工水平力に対しては、グラウンドアンカーをA1側にKTB K6-8、A2側にK6-7をそれぞれ10本ずつ設置した。

図-2にプレキャスト床版の断面図を示す。床版はケーブル配置を考慮し、版架設時に床版を吊り下げる目的で、深さ135mm、幅1150mmのスペースを2箇所設けた。また、中央部の幅700mmの突起は両側の地覆に対して安定を保ち、架設後の場所打ちコンクリート打設時の天端とした。

プレキャスト床版はショートラインマッチキャストで製作し、版間の接合には施工性を考慮しエポキシ樹脂系接着剤を使用した。

プレキャスト版の橋軸方向の寸法は1500mmとし、側径間27枚、中央径間39枚の割付とした。

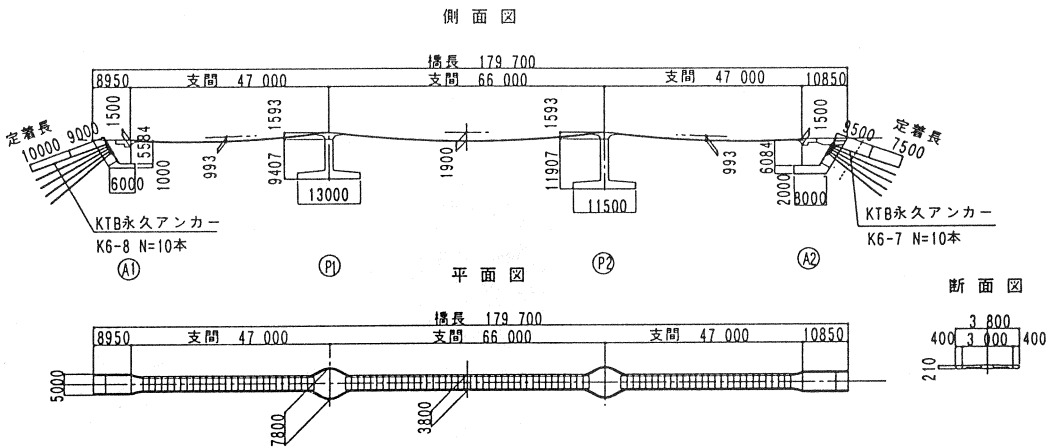


図-1 一般図

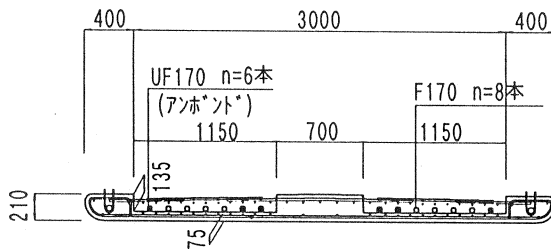


図-2 プレキャスト床版断面図

### 3. 設計

#### 3.1 支間とサグ量

本橋梁は3径間連続吊床版橋という構造的な特色より、支間は橋脚作用水平力に着目し、施工時と静荷重時にアンバランスな水平力の発生を抑制し、施工時、完成時の安定度の向上を図ることを目的に選定した。

サグ量は、池のH.W.L.と橋台取り付け道路の高さ条件、及び歩行性を考慮して最急勾配を12%以下にすることを目標に、基本サグ量を側径間0.993m、中央径間1.900mとした。

#### 3.2 緊張力の選定

鋼材の張力とサグ量及び最急勾配の関係を表-2に示す。

1次ケーブルは3径間連続のケーブルを使用したが、表-2より、プレキャスト床版架設後に側径間と中央径間で約64tfの張力差を生じることがわかる。そのため、完成時(静荷重時)に橋脚に作用する水平力を等しくするため、約94tfの再緊張を床版架設後に行った。

各施工段階の橋脚に作用する水平力の設計値を表-3に示す。前記のように1次ケーブルの再緊張を行うことで、静荷重時に橋脚に作用する水平力がほぼ等しくなり、橋脚の許容水平力150tfに対して安全な構造になっている。

2次ケーブルの緊張力は、プレキャスト床版の接合をエポキシ樹脂系接着剤で行うためフルプレストレストとなるよう300tfとした。

表-2 各施工段階における鋼材張力・サグ量及び最急勾配

施工ステップ	鋼材張力 (tf)		サグ量 (m)		最急勾配 (tan)	
	A1-P1 P2-A2	P1-P2	A1-P1 P2-A2	P1-P2	A1-P1 P2-A2	P1-P2
1次ケーブル初期緊張	136.572		0.117	0.224	0.0103	0.0143
プレキャスト床版架設	328.198	392.461	0.998	1.598	0.0879	0.1018
1次ケーブル再緊張	422.173	392.461	0.774	1.598	0.0682	0.1018
場所打コンクリート	511.205	517.019	1.026	1.944	0.0904	0.1238
2次ケーブル緊張	792.545	797.776	0.978	1.880	0.0862	0.1197
静荷重時	733.224	728.612	0.993	1.900	0.0874	0.1210

表-3 各施工段階で橋脚に作用する水平力

施工ステップ	水平力 (tf)		
	側径間	中央径間	差(tf)
1次ケーブル初期緊張	—	—	—
プレキャスト床版架設	326.938	390.443	63.505
1次ケーブル再緊張	421.194	390.443	30.751
場所打コンクリート	509.129	514.360	5.231
2次ケーブル緊張	525.620	530.954	5.334
橋面荷重作用後	557.347	563.921	6.574
静荷重時	559.658	559.662	0.004
活荷重載荷時	709.423	713.014	3.591
温度変化 +20°C	688.410	704.060	15.650
温度変化 -20°C	730.436	721.968	8.468

#### 4. 施工について

##### 4.1 施工フロー

本橋の施工フローを図-3に示す。

下部工施工後、1次ケーブルの張り渡し、初期緊張を行った。1次ケーブルは施工性を考慮して3分割とし、足場上に仮置きした後橋脚上でカップラーで接続した。

プレキャスト床版の架設は橋脚にアンバランスな水平力が作用するのを防止するため、3台のトラッククレーンを使用し、3径間同時に行った。また、橋台部のグラウンドアンカーの緊張も床版架設時の橋台に作用する水平力と、橋台の安定性を考慮して段階的に行った。

床版架設後に側径間の1次ケーブルの再緊張を行い、橋脚に作用する水平力を調整した。床版コンクリート打設後に、アンボンドの2次ケーブルの緊張を行い、所定のプレストレスを導入した。

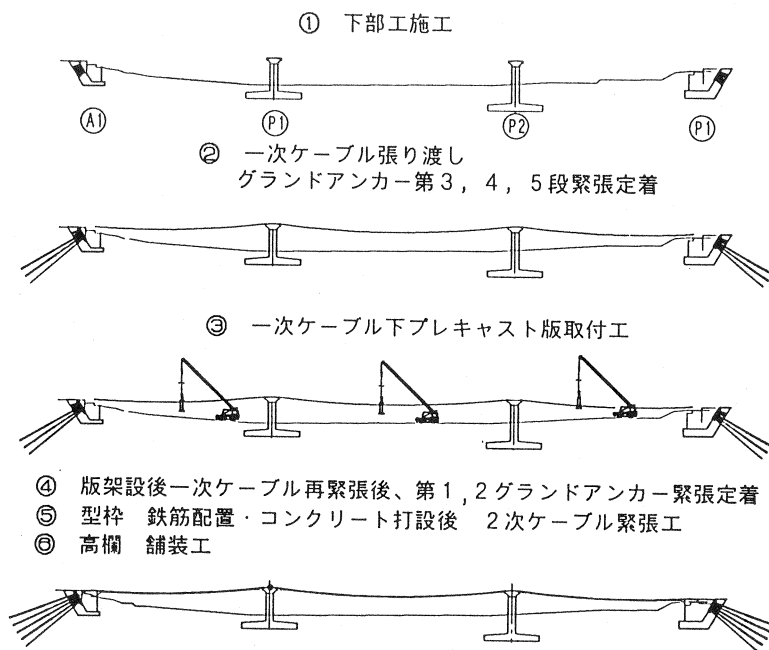


図-3 施工フロー図

##### 4.2 床版架設時のサグ量の調整

プレキャスト床版架設時には、中央径間の方が側径間より床版自重による張力が大きいいため、ケーブルが中央径間側に移動し、サグ量の変動が起きる可能性がある。そのため、橋脚上に図-4に示す1次ケーブルの仮止め装置を設置し、サグ量の調整を行った。この装置は、1次ケーブルの初期緊張後、鋼製ストッパーをゲビンデ鋼棒で緊張固定し、1次ケーブルに取り付けたカップラーでケーブルの移動を制限させた。なお、この装置は1次ケーブルの再緊張後、撤去した。

### 4.3 施工管理

吊床版橋では、ケーブルの緊張力がサグ量(出来形)に影響するため、緊張作業ではデジタルひずみ計を使用して、正確な緊張力の管理を行った。また、2次ケーブル緊張時には床版内に埋め込んだ鉄筋ひずみ計でプレストレスの測定を行った結果、所定のプレストレスの導入が確認できた。

各施工段階における各径間のサグ量の設計値と実測値を図-5に示す。サグ量の実測値はいずれの径間とも設計値とほぼ等しくなった。また、側径間のA1-P1径間とP2-A2径間のサグ量もほぼ等しくなった。これは、床版架設時に前記の1次ケーブルの仮止め装置が有効だったと考えられる。なお、サグ量は温度及びクリープ、乾燥収縮の影響で変動するため、今後も継続的に測定する予定である。

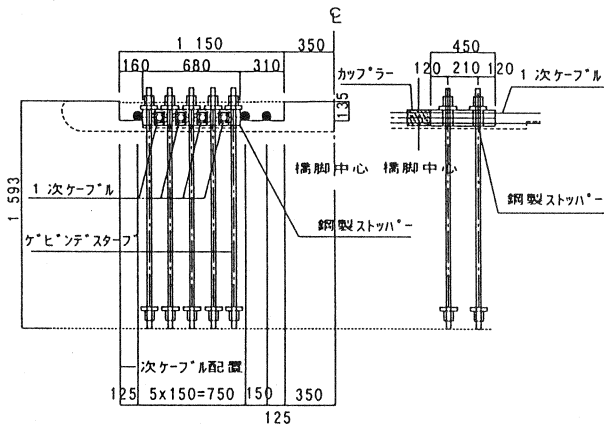


図-4 1次ケーブル仮止め装置

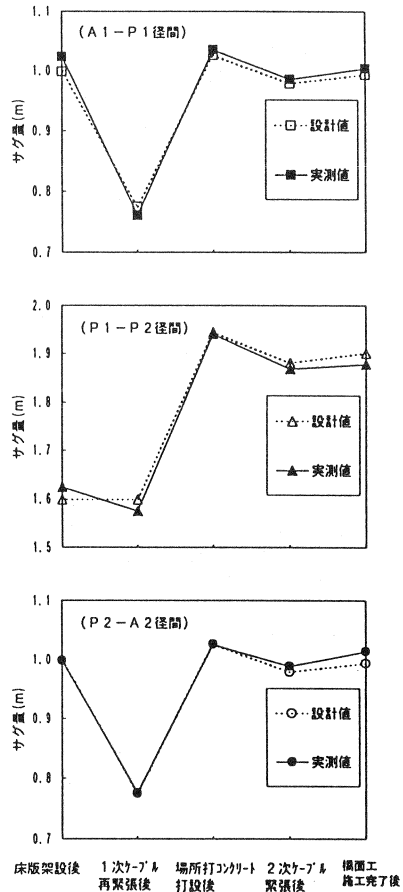


図-5 各施工段階のサグ量の設計値と実測値

### 5. 振動試験

供用後に人力により振動試験を行った。測定方法は、橋面上の11測線に13台の加速度計を取り付け、6人及び12人(4人3列)による各種の走行パターンで、応答加速度を計測した。

有限要素法による固有値解析により得られた振動モードの解析値と実験結果の一例を図-6に示す。図より、解析値と実験値が良く一致していることがわかる。

次に固有振動数の解析値と実験値を表-4に示す。固有振動数は0.90~3.61Hzと低く、4~6次の上下振動と1次のねじれ振動が歩行者の歩調(1.5Hz~2.3Hz)<sup>1)</sup>と等しくなった。しかしながら、振動次数が4~7次と比較的大きく、実験時での12名のランダム歩行でも大きな振動は見られなかった。そのため、本橋では歩行時の振動による不快感は少ないものと考えられる。また、本橋は池までの高さが低いため、振動等により歩行者の不安感はいささか小さいものと推察される。

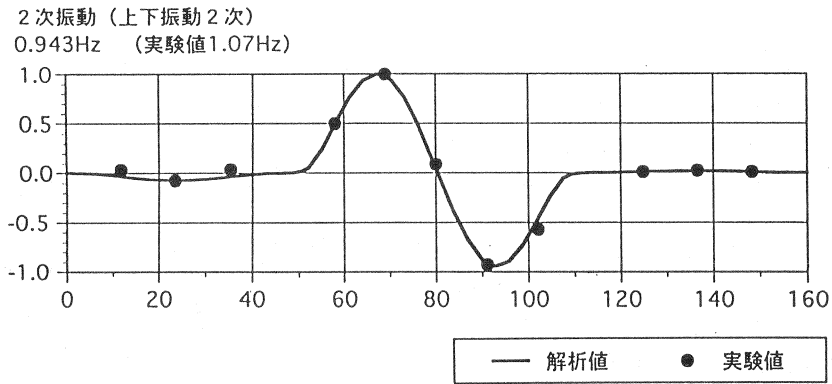


図-6 固有振動モード図 (2次振動)

## 6. まとめ

3径間連続吊床版橋の設計、施工及び振動試験を通して得られた知見をまとめると以下のようになる。

- 1) 3径間連続吊床版橋では、径間構成に制約がない場合は、橋脚に作用する水平力を少なくする径間構成が構造上有利だった。
- 2) 版架設時のサグ量の変化に対しては、橋脚上に設けた1次ケーブルの仮止め装置が有効であった。
- 3) 本橋の固有振動数は歩行者の歩調に近い範囲にあるが、歩行に際して不快感を感じることはほとんどなかった。

なお、振動特性については、詳細の解析を現在行っており、次の機会に報告したいと考えている。

最後に、水鳥橋の設計、施工、実験にあたり貴重なご指導、ご助言をいただきました山口大学の麻生先生、(株)富士ビー・エスの菅谷技師、現場担当の倉富技師他の多くの方々に深謝申し上げます。

## (参考文献)

- 1) (社)日本道路協会：立体横断施設技術基準・同解説，PP.36 (昭和54年1月)

表-4 固有周期の解析値と測定値

次数	実験値	解析値	備考
1	0.90	0.829	上下振動 (1次)
2	1.07	0.943	上下振動 (2次)
3	1.25	1.197	上下振動 (3次)
4	1.61	1.539	上下振動 (4次)
5	1.76	1.632	上下振動 (5次)
6	1.78	1.633	上下振動 (6次)
7	2.00	2.094	ねじれ振動 (1次)
8	2.49	2.811	上下振動 (7次)
9	2.54	2.483	上下振動 (8次)
10	3.03	2.935	上下振動 (9次)
11	3.13	3.038	上下振動 (10次)
12	3.61	3.554	ねじれ振動 (2次)