

# バリアフリーに配慮した 外ケーブル併用吊床版橋の構造および振動特性

吉川 卓\*1・町 勉\*2・角本 周\*3

## 1. はじめに

直路式 PC 吊床版橋では、吊床版サグが大きいほど橋台に作用する水平力が低下するため経済的に有利となるが、橋面の最急勾配が大きくなり使用性は低下する。そのため、この経済性と使用性の点から、従来では  $L/30 \sim L/50$  (最急勾配  $i = 13 \sim 8\%$ ) の範囲でサグが設定されている。一方、2000 年の交通バリアフリー法の施行以降、遊歩道の歩道橋等でも最急勾配を 5% 以下とすることを要求される場合が増えてきている<sup>1)</sup>。また、2006 年のバリアフリー新法の施行により、都市公園内の施設においてもバリアフリー化基準への適合が求められるなど、日常生活へ関連する施設へのバリアフリー化が促進されている。しかしながら、直路式 PC 吊床版橋で最急勾配を 5% (吊床版サグ  $L/80$ ) 以下に設定すると、吊床版 2 次ケーブルによるプレストレスの有効導入率が 50% 以下になるうえ<sup>2)</sup>、クリープ・乾燥収縮や活荷重、温度降下により吊床版に作用する軸引張力が過大となるため、使用限界状態での要求性能を満足することが困難となる。この吊床版サグの設計上の制約は、著者が以前に実用化した下部構造に作用する水平力を直路式 PC 吊床版橋と比較して 70% 程度に低減できる外ケーブル併用 PC 吊床版橋でも、同じである<sup>3,4)</sup>。

そこで、バリアフリーに配慮して最急勾配を 5% 以下にできるように改善した外ケーブル併用 PC 吊床版橋を提案し、構造特性を把握するための比較検討を行った。また、固有振動特性、歩行者通行時の振動使用性および耐風安定性といった振動特性についての検討も併せて行った。

## 2. 構造概要

図 - 1 に、最急勾配を 5% 以下とするために改善した外ケーブル併用吊床版橋の構造概要を示す。直路式 PC 吊床

版橋や従来型の外ケーブル併用吊床版橋において、最急勾配を 5% (吊床版サグを  $L/80$ ) 以下に設定すると、クリープ・乾燥収縮や活荷重、温度降下により吊床版に過大な軸引張力が作用する。また、吊床版 2 次ケーブルによるプレストレスの有効導入率が 50% 程度以下に低下することから、使用限界状態での要求性能を満足することが困難となる。本構造は、これらの問題点を解決するために従来型の外ケーブル併用 PC 吊床版橋に対して、以下のような構造改善を行った<sup>3,4)</sup>。

- 1) 従来構造で橋台に剛結されていた吊床版端部を橋台から分離して支承で支持する。
- 2) 吊床版へのプレストレス導入は、従来構造では、鉛直材を介して吊床版下面に配置された 2 次ケーブルの緊張によって行うが、本構造では、吊床版断面内にプレストレス導入用の内ケーブルを配置し、橋台から分離した吊床版端部に定着することで行う。
- 3) 吊床版架設のための 1 次ケーブルは、従来構造は吊床版断面内に配置されるが、本構造では 1 次ケーブルを外ケーブル化して吊床版下側に配置し、ケーブルサドルを介して吊床版を支持する<sup>5)</sup>。

なお、本構造では、吊床版架設のための外ケーブルを第 1 外ケーブル、鉛直材を介して吊床版を支持する外ケーブルを第 2 外ケーブルと称する。

## 3. 施工概要

提案する構造の施工概要を図 - 2 に示す。施工は、次の手順にて行う。

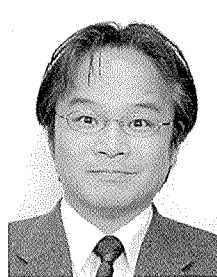
- 1) 従来の外ケーブル併用吊床版橋と同様に第 1 外ケーブルの架設・張力調整を行った後、プレキャスト製の吊床版、鉛直材および吊足場を架設する。
- 2) 吊足場を利用して第 2 外ケーブルの架設・緊張を行い、



\*1 Taku YOSHIKAWA

オリエンタル白石(株)  
施工・技術本部

\*2 Tsutomu MACHI

オリエンタル白石(株)  
施工・技術本部

\*3 Meguru TSUNOMOTO

オリエンタル白石(株) 福岡支店  
施工・技術部

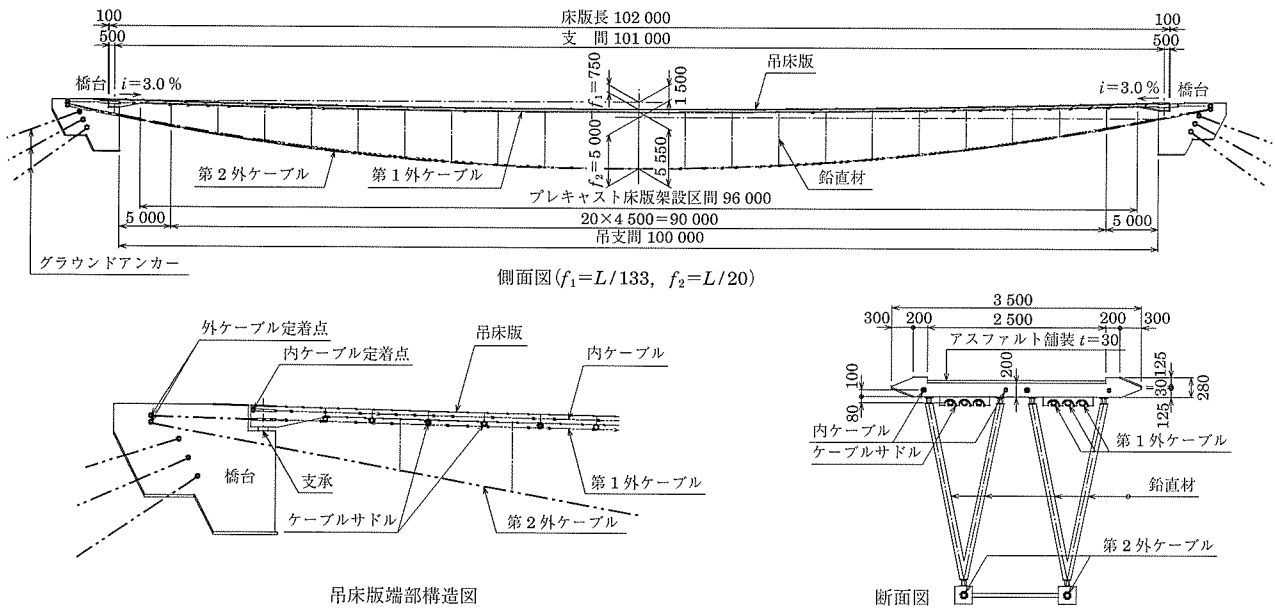


図 - 1 構造概要

吊床版サグ量を所定の値とする。

- 3) 吊床版目地部，支承および端部吊床版を施工した後，内ケーブルの緊張を行い吊床版にプレストレスを導入する。
- 4) 吊足場を撤去し橋面工の施工を行う。

#### 4. 構造特性の比較

##### 4.1 検討概要

提案する構造の構造特性を把握するため，表 - 1 に示す条件で構造解析を行った。解析ケースは，吊床版サグ  $f_1$  (最急勾配  $i = 5 \sim 2\%$ ) および第2外ケーブルサグ  $f_2$  を変化させて全6ケースを設定した。解析には2次元骨組モデルを用い，構造形式が吊構造であることから幾何学的非線形性を考慮した解析方法により，図 - 2 に示した施工ステップに従って段階解析を行った。ここで，外ケーブルの緊張力は，クリープ終了時における第1外ケーブルと第2外ケーブルの死荷重分担比率が3 : 7となるように設定した。また，第1および第2外ケーブルの鋼材量は，施工時および使用時における鋼材応力度が  $0.6 P_u$  以下となるように設

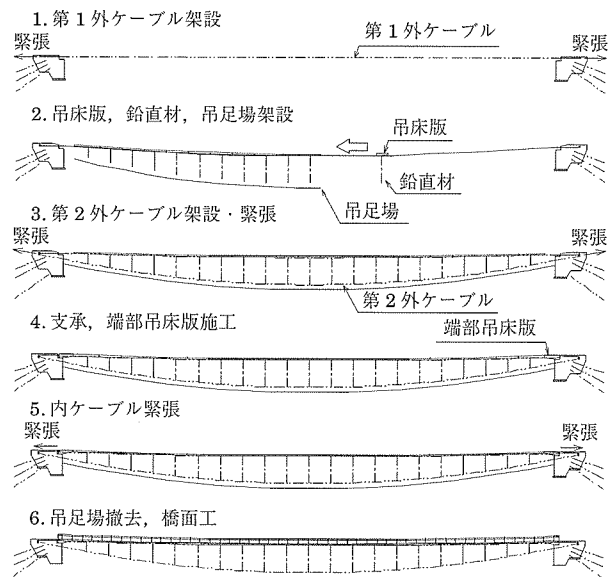


図 - 2 施工概要

表 - 1 検討条件および使用材料

設計吊支間	100.0 m		
吊床版サグ	$f_1 = L/80$ (1.250 m)	$f_1 = L/133$ (0.750 m)	$f_1 = L/200$ (0.500 m)
最急勾配	$i = 5.0\%$	$i = 3.0\%$	$i = 2.0\%$
第2外ケーブルサグ	$f_2 = L/20$ (5.000 m), $f_2 = L/25$ (4.000 m)		
活荷重	群集荷重: 2.0 kN/m <sup>2</sup>		
温度変化	吊床版: ± 15℃, 外ケーブル, 鉛直材: ± 25℃		
吊足場荷重	2.0 kN/m		
コンクリート	$f'_{ck} = 50 \text{ N/mm}^2$		
PC 鋼材	第1外ケーブル 19S15.2B × 6 本	第2外ケーブル 19S15.2B × 2 本	内ケーブル 1S28.6 × 4 本
鉛直材	$\phi 101.6 \quad t = 5.0 \text{ mm}$		

定した。

活荷重の載荷ケースを，図 - 3 に示す。活荷重の載荷ケースは，吊支間全長に載荷する場合のほかに， $L/4$  単位で載荷範囲を変えて全4ケースを設定した。

解析結果の一例として，第2外ケーブルのサグを  $L/20$  ( $f_2 = 5.0 \text{ m}$ ) とした場合の各施工段階の解析値を表 - 2 示す。提案する構造は，吊床版端部を橋台と分離していることから，吊床版のクリープ等が橋台に作用する水平力の変化に与える影響はきわめて小さい結果となっている。また，第1外ケーブルの張力は，吊床版架設時に最大となり，第2外ケーブルの張力および橋台への作用水平力は，活荷重 (A) + 温度降下時に最大となる。

表 - 2 各施工段階の解析値

解析ケース	$f_1 = L/80, f_2 = L/20$					
	サグ (m)	作用水平力 (MN)	外ケーブル張力 (MN)			
			第1外ケーブル		第2外ケーブル	
第1外ケーブル架設	0.292	5.27	5.27	(0.18)	—	—
吊床版・吊足場架設	2.541	10.65	10.71	(0.37)	—	—
第2外ケーブル緊張	1.217	10.51	6.47	(0.22)	3.90	(0.40)
内ケーブル緊張	1.217	10.50	6.46	(0.22)	3.90	(0.40)
橋面施工・吊足場撤去	1.250	10.66	6.53	(0.22)	3.98	(0.41)
永久荷重 (クリープ終了時)	1.250	10.66	6.53	(0.22)	3.98	(0.41)
活荷重 (A) 作用時	1.478	11.79	7.06	(0.24)	4.57	(0.47)
活荷重 (A) + 温度上昇時	1.581	11.07	6.37	(0.22)	4.55	(0.47)
活荷重 (A) + 温度降下時	1.379	12.54	7.78	(0.27)	4.61	(0.47)

解析ケース	$f_1 = L/133, f_2 = L/20$					
	サグ (m)	作用水平力 (MN)	外ケーブル張力 (MN)			
			第1外ケーブル		第2外ケーブル	
第1外ケーブル架設	0.150	10.24	10.24	(0.35)	—	—
吊床版・吊足場架設	1.993	13.59	13.63	(0.47)	—	—
第2外ケーブル緊張	0.721	14.53	10.70	(0.37)	3.69	(0.38)
内ケーブル緊張	0.720	14.52	10.70	(0.37)	3.69	(0.38)
橋面施工・吊足場撤去	0.750	14.64	10.73	(0.37)	3.76	(0.39)
永久荷重 (クリープ終了時)	0.750	14.64	10.73	(0.37)	3.76	(0.39)
活荷重 (A) 作用時	0.952	15.49	11.03	(0.38)	4.31	(0.44)
活荷重 (A) + 温度上昇時	1.032	14.61	10.21	(0.35)	4.24	(0.43)
活荷重 (A) + 温度降下時	0.876	16.42	11.87	(0.41)	4.40	(0.45)

解析ケース	$f_1 = L/200, f_2 = L/20$					
	サグ (m)	作用水平力 (MN)	外ケーブル張力 (MN)			
			第1外ケーブル		第2外ケーブル	
第1外ケーブル架設	0.099	15.50	15.50	(0.53)	—	—
吊床版・吊足場架設	1.544	17.53	17.56	(0.60)	—	—
第2外ケーブル緊張	0.475	19.60	15.75	(0.54)	3.73	(0.38)
内ケーブル緊張	0.475	19.60	15.74	(0.54)	3.73	(0.38)
橋面施工・吊足場撤去	0.500	19.69	15.77	(0.54)	3.79	(0.39)
永久荷重 (クリープ終了時)	0.500	19.69	15.77	(0.54)	3.79	(0.39)
活荷重 (A) 作用時	0.678	20.37	15.95	(0.55)	4.27	(0.44)
活荷重 (A) + 温度上昇時	0.741	19.36	15.08	(0.52)	4.15	(0.43)
活荷重 (A) + 温度降下時	0.617	21.39	16.84	(0.58)	4.40	(0.45)

( ) 内は外ケーブルの引張荷重に対する比率

4.2 検討結果

(1) 橋台への作用水平力

表 - 3 に、各解析ケースにおける橋台への作用水平力を示す。また、表中には、従来型の直路式 PC 吊床版橋の同

一条件での解析結果 (ただし、吊床版応力度はひび割れ発生限界を満足していない) を付記する。提案する構造は、直路式 PC 吊床版橋と比較して、橋台への作用水平力を 40 ~ 60 % 程度に低減できる。また、吊床版サグが小さいほど

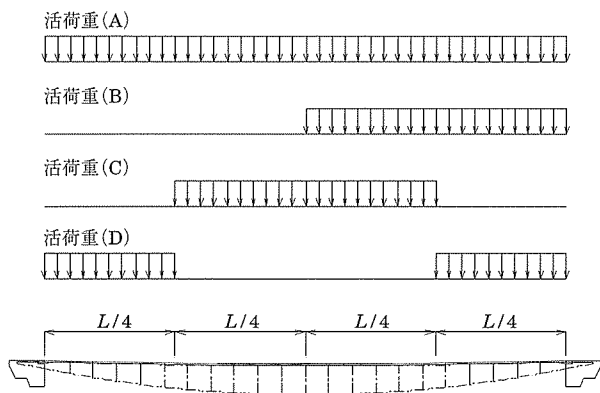


図 - 3 活荷重載荷ケース

表 - 3 橋台に作用する水平力

$f_2$	サグ		水平力 (MN)		
	$f_1$		永久荷重時	活荷重 (A) 作用時	活荷重 (A) + 温度降下時
L/20	L/80 ( $i = 5\%$ )		10.66 (0.53)	11.79 (0.53)	12.54 (0.52)
	L/133 ( $i = 3\%$ )		14.64 (0.44)	15.49 (0.45)	16.42 (0.44)
	L/200 ( $i = 2\%$ )		19.69 (0.39)	20.37 (0.40)	21.39 (0.40)
L/25	L/80 ( $i = 5\%$ )		11.36 (0.57)	12.51 (0.56)	13.29 (0.55)
	L/133 ( $i = 3\%$ )		15.58 (0.47)	16.45 (0.47)	17.41 (0.46)
	L/200 ( $i = 2\%$ )		20.64 (0.41)	21.31 (0.42)	22.36 (0.41)
直路式	L/80 ( $i = 5\%$ )		19.97 (1.00)	22.36 (1.00)	24.14 (1.00)
	L/133 ( $i = 3\%$ )		33.28 (1.00)	34.80 (1.00)	37.56 (1.00)
	L/200 ( $i = 2\%$ )		49.93 (1.00)	50.75 (1.00)	53.91 (1.00)

( ) 内は同一サグの直路式 PC 吊床版橋に対する比率

橋台への作用水平力の低減比率が大きくなっている。

(2) 吊床版応力度

図 - 4 に、吊床版の上下縁応力度を示す。従来型の直路式 PC 吊床版橋では、活荷重 + 温度降下時に吊床版の軸引張力が最大となり、吊床版サグが小さいほど軸引張力は大きくなる。一方、提案する構造では、活荷重 + 温度上昇時に曲げモーメントが最大となり、吊床版サグが大きいほど曲げモーメントが大きくなる。また、本構造は吊床版端部が支承で支持されているため、支分部での応力度は、活荷重または温度の影響によって変化しない。なお、吊床版の応力度は、両支点から  $L/4$  点の範囲に活荷重を載荷する活荷重 (D) + 温度上昇時にもっとも大きな値が生じる結果となっている。

(3) 終局荷重作用時の応答値

図 - 5 に、終局荷重として  $1.7 \times$  (死荷重 + 活荷重) を作用させた場合の吊床版の上下縁応力度を示す (活荷重の載荷位置は図 - 3 のとおり)。終局荷重作用時における吊床版応力度は、最大  $+10.0 \text{ N/mm}^2$ 、最小  $-1.0 \text{ N/mm}^2$  程度であることから、断面の曲げ破壊耐力に対して十分に余裕があるうえ、使用時の制限値をも満足できる状態である。

表 - 4 に、外ケーブルの張力を示す。終局荷重作用時の外ケーブル張力は、第 1 外ケーブルで最大  $0.6 P_0$  程度、第 2 外ケーブルで最大  $0.7 P_0$  程度であり、いずれも PC 鋼材の弾性限界 ( $0.84 P_u$ ) に至っていない。

以上の結果より、提案する構造は、終局荷重作用時においても十分な安全性を有していると考えられる。

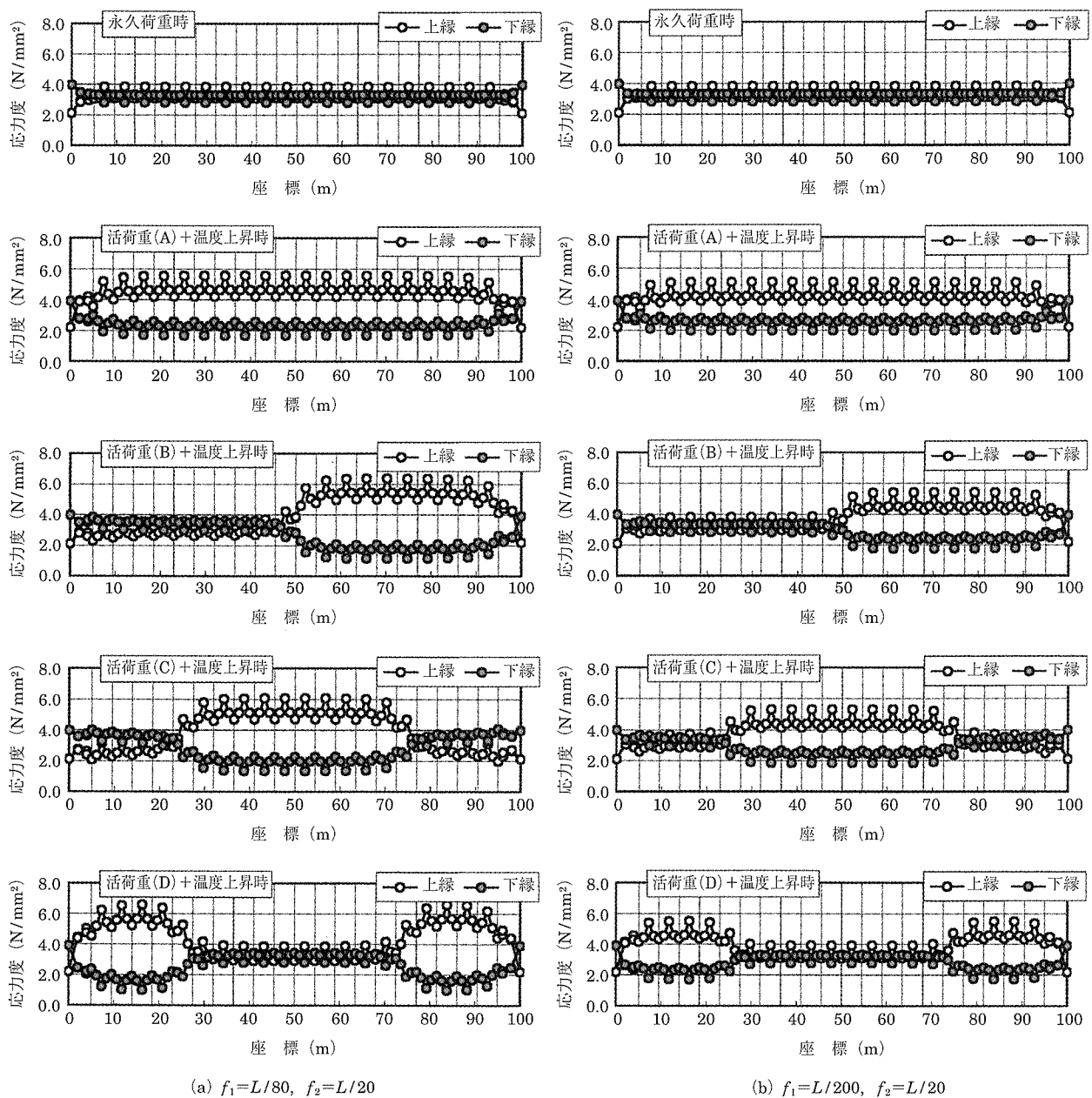


図 - 4 吊床版の応力度

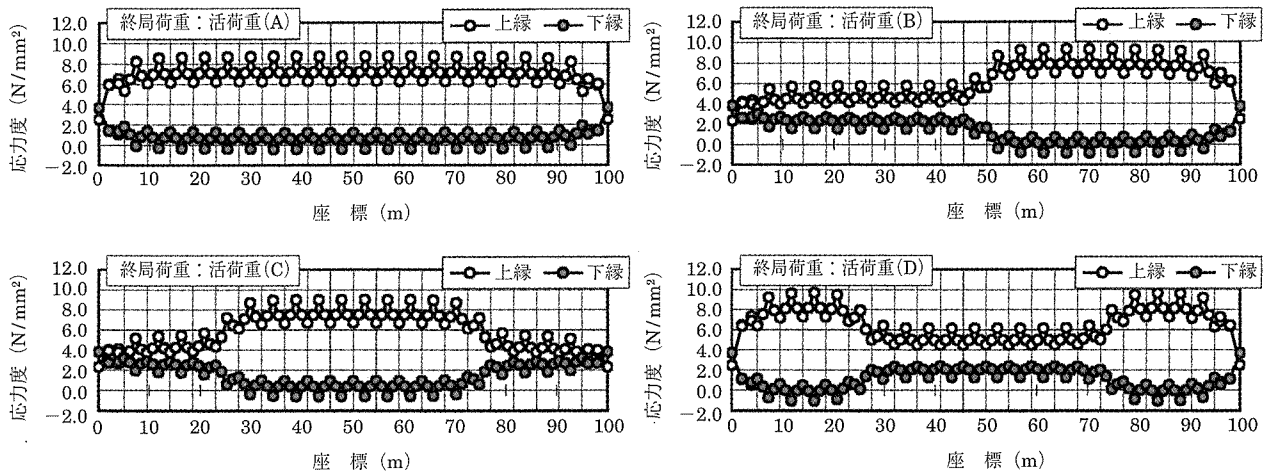


図 - 5 終局荷重作用時の吊床版応力度 ( $f_1 = L/80, f_2 = L/20$ )

表 - 4 外ケーブル張力

サグ		外ケーブル張力 (MN)					
$f_2$	$f_1$	永久荷重時		活荷重 (A) + 温度降下時		終局荷重：活荷重 (A)	
		第1外ケーブル	第2外ケーブル	第1外ケーブル	第2外ケーブル	第1外ケーブル	第2外ケーブル
L/20	L/80 ( $i = 5\%$ )	6.53 (0.22)	3.98 (0.41)	7.78 (0.27)	4.61 (0.47)	9.13 (0.31)	6.47 (0.66)
	L/133 ( $i = 3\%$ )	10.73 (0.37)	3.76 (0.39)	11.87 (0.41)	4.40 (0.45)	12.43 (0.42)	6.17 (0.63)
	L/200 ( $i = 2\%$ )	15.77 (0.54)	3.79 (0.39)	16.84 (0.58)	4.40 (0.45)	16.96 (0.58)	5.96 (0.61)
L/25	L/80 ( $i = 5\%$ )	6.54 (0.22)	4.68 (0.48)	7.83 (0.27)	5.31 (0.54)	9.40 (0.32)	7.05 (0.72)
	L/133 ( $i = 3\%$ )	10.74 (0.37)	4.70 (0.48)	11.91 (0.41)	5.34 (0.55)	12.71 (0.43)	6.97 (0.72)
	L/200 ( $i = 2\%$ )	15.78 (0.54)	4.74 (0.49)	16.88 (0.58)	5.34 (0.55)	17.16 (0.59)	6.76 (0.69)

( ) 内は外ケーブルの引張荷重に対する比率

(4) 活荷重に対する挙動

表 - 5 に載荷ケース (A) の活荷重 (群集荷重 2.0 kN/m<sup>2</sup>) による支間中央のたわみと外ケーブルの変動応力度を示す。また、表中には、直路式 PC 吊床版橋の同一条件での支間中央のたわみを付記する。提案する構造の活荷重によるたわみは約 180 ~ 250 mm 程度であり、吊床版のサグが小さいほど、また、第 2 外ケーブルのサグが大きいほど小さくなる傾向にある。なお、直路式 PC 吊床版橋と比較して提案する構造のたわみが大きくなっているが、最大となるケースにおいても、小規模吊橋指針・同解説<sup>6)</sup>におけるたわみの制限値である L/350 は満足する結果となっている。

外ケーブルの変動応力度は、第 1 外ケーブルに比べてサグの大きい第 2 外ケーブルの方が大きい。また、第 1、第

2 外ケーブルともに、吊床版サグが小さいほど減少する傾向がある。なお、第 2 外ケーブルの変動応力度は 100 N/mm<sup>2</sup> 前後と比較的大きい、これは群集荷重 2.0 kN/m<sup>2</sup> を満載したときの結果である。外ケーブルの疲労耐久性の調査では、調査に用いる活荷重強度の設定を含めた検討が必要であるが、一般的な歩道橋の使用状態であれば問題ないと考えられる。

5. 振動特性の検討

5.1 固有振動特性

提案する構造の固有振動特性を把握するため、図 - 6 に示す 3 次元骨組モデルを用いて固有値解析を行った。解析モデルは吊床版を梁部材、第 1 および第 2 外ケーブルを幾何剛性を考慮したトラス部材、鉛直材、横繫ぎ材およびサドル部材を梁部材でモデル化した。なお、鉛直材およびサドル部材の両端は、橋軸直角軸まわりに回転可能な結合条件とした。また、吊床版と鉛直材およびサドルを繋ぐ仮想部材は、剛な梁部材とした。

固有振動特性の一例として、図 - 7 に、固有振動モードおよび固有振動数を示す。吊構造形式の固有振動モードは、サグ比が大きいとたわみ逆対称 1 次モードが最低次の振動モードとなるが、今回の解析ケースの範囲では、たわみ対称 1 次モードが最低次の振動モードとなっている<sup>4)</sup>。

5.2 歩行者通行時の振動使用性

提案する構造の歩行者通行時の振動使用性を評価するた

表 - 5 活荷重によるたわみと外ケーブル変動応力

$f_2$	サグ $f_1$	L/2 点たわみ (m)	変動応力度 (N/mm <sup>2</sup> )	
			第1外ケーブル	第2外ケーブル
L/20	L/80 ( $i = 5\%$ )	0.228 (L/439)	33.3	111.6
	L/133 ( $i = 3\%$ )	0.202 (L/495)	19.0	103.6
	L/200 ( $i = 2\%$ )	0.178 (L/562)	11.4	90.7
L/25	L/80 ( $i = 5\%$ )	0.252 (L/397)	37.2	107.4
	L/133 ( $i = 3\%$ )	0.232 (L/431)	22.1	98.3
	L/200 ( $i = 2\%$ )	0.200 (L/500)	13.3	84.2
直路式	L/80 ( $i = 5\%$ )	0.135 (L/739)	-	-
	L/133 ( $i = 3\%$ )	0.143 (L/701)	-	-
	L/200 ( $i = 2\%$ )	0.114 (L/878)	-	-

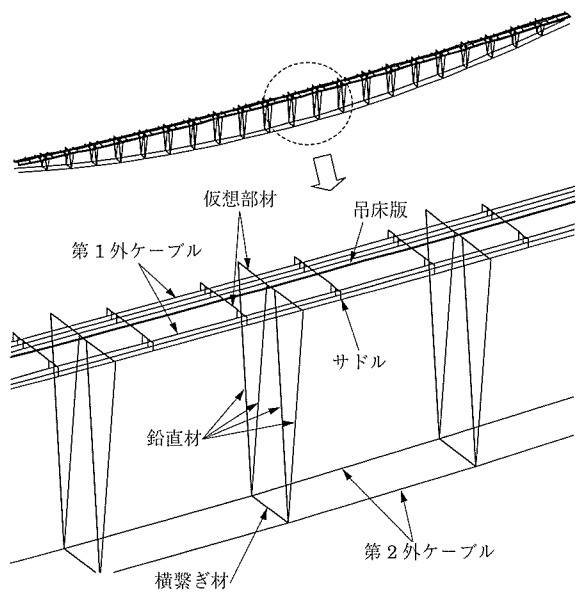


図-6 3次元骨組モデル

めに、歩行者の通行を想定した動的応答解析を行った。

解析は、歩行者の歩行歩調の範囲 (1.5 ~ 2.5 Hz) および走行ピッチの範囲 (2.5 ~ 4.0 Hz) 内に固有振動数がある振動モードに対して、歩行者 (体重 0.7 kN) が共振歩調で歩行または走行するものとした。ここで、歩行者の衝撃力比および走行速度は、図-8 に示す歩調に対応する値を用いた。また、動的解析におけるモード減衰定数は、吊支間 100 m 程度の直路式吊床版橋のたわみ振動モードの減衰定

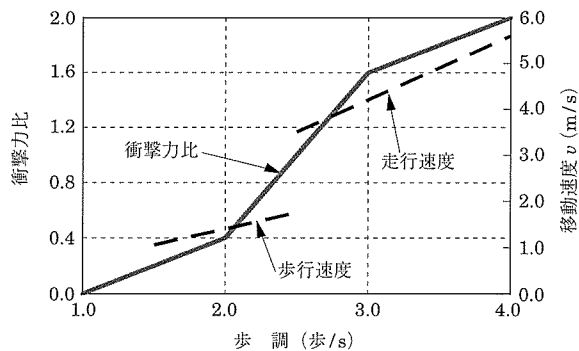
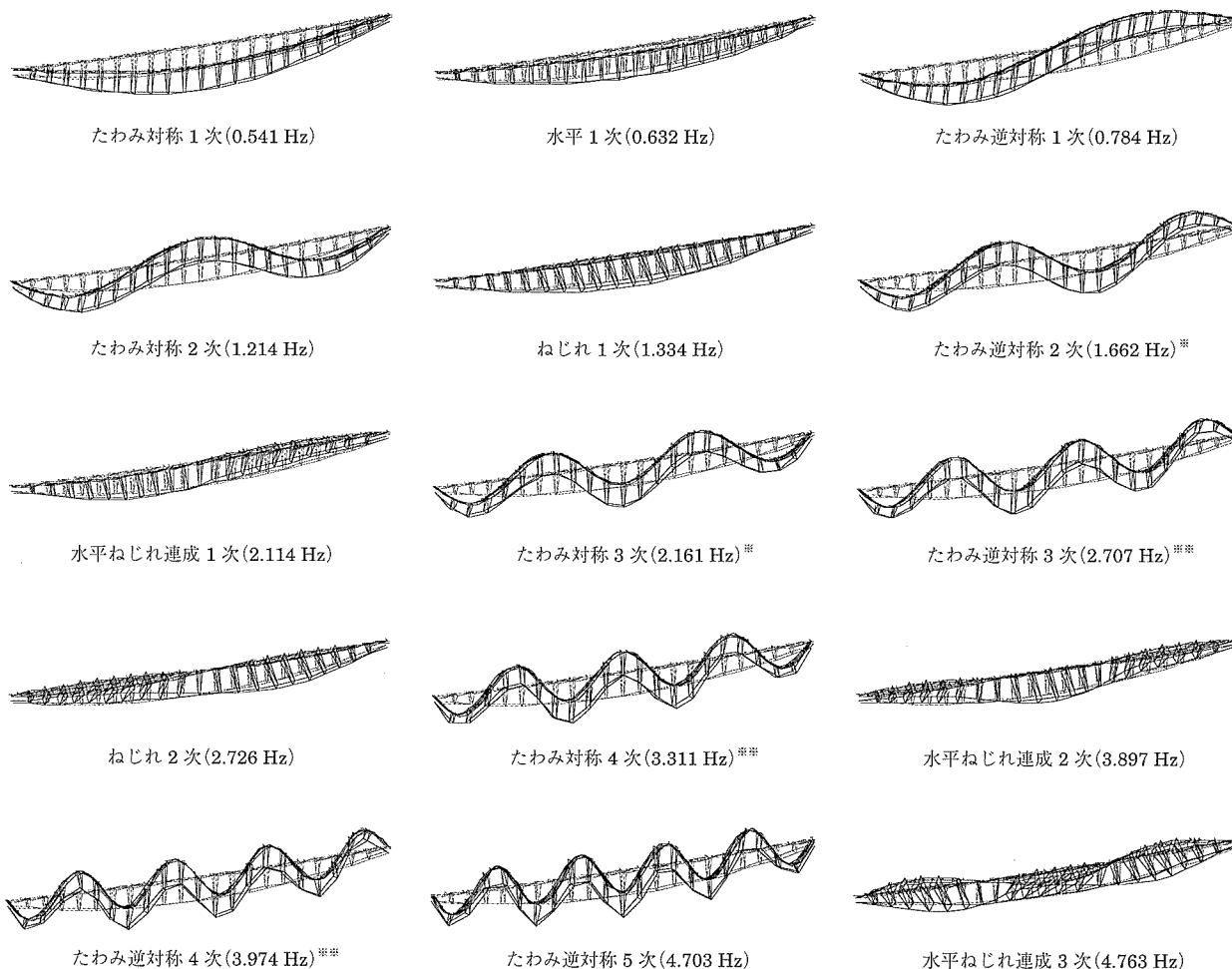


図-8 歩調と衝撃力比および移動速度



\*\* : 歩行者の歩行歩調範囲, \*\*\* : 歩行者の走行ピッチ範囲

図-7 固有振動モード ( $f_1 = L / 133$ ,  $f_2 = L / 20$ )



数を参考とし<sup>7)</sup>、減衰定数が応答値に与える影響を把握するために、1.0%、0.5%および0.2%の3ケースを設定した。応答値の算出方法の詳細については、参考文献2)および7)を参照されたい。

振動使用性の評価では、移動する歩行者が受ける振動刺激量を指標とした。ここで、振動刺激量は、歩行者の歩行または走行位置における応答速度の実効値（歩行者が橋上を通過する間の自乗平均値）とした<sup>2,8)</sup>。

歩行者通行時の動的応答解析結果として、吊床版サグと振動刺激量の関係を図-9に示す。図中には、歩行位において「少し感じた」というカテゴリの閾値（反応確率50%）0.42 cm/sを付記している<sup>8)</sup>。なお、歩道橋の振動使用性の照査においては、一般には「明らかに感じた」というカテゴリの閾値である0.85 cm/s程度の振動刺激量が限度として用いられている。

解析より得られた歩行状態および走行状態での振動刺激量は、最大でも「少し感じた」程度となっており、歩行者通行時の振動使用性が問題になる可能性は少ないと判断される。また、減衰定数0.2~1.0%の範囲では、減衰定数が振動使用性に与える影響は小さい結果となっている。なお、本検討の範囲では、第2外ケーブルサグの違いによって振動刺激量には有意な差はない結果となっている。これは、図-7に示したように、振動使用性を照査する対象となる振動モード（1.5~4.0 Hz）が第2外ケーブルの剛性の影響が小さい高次の振動モードとなっているためと考えられる。

### 5.3 動的耐風安定性

提案する外ケーブル併用吊床版橋の動的耐風安定性を確

認するために、ねじれフラッターに対する検討を行った。ここで、ねじれフラッターの発現風速  $U_{cr}$  は式(1)の推定式により算出した<sup>2)</sup>。

$$U_{cr} = 15 f_{\theta} B \tag{1}$$

ここに、 $f_{\theta}$ ：ねじれ振動数 (Hz)

$B$ ：総幅員 (m)

なお、式(1)は、<形状のフェアリングを有する直路式PC吊床版橋の風洞試験結果より、ねじれフラッターの発現が認められない無次元風速を基にして定めていることから<sup>2)</sup>、ねじれフラッターの発現風速は式(1)による推定値より高くなる。

表-6にねじれ振動数と式(1)より推定したねじれフラッターの発現風速  $U_{cr}$  を示す。いずれも発現風速が少なくとも70 m/s程度と十分に高いことから、提案する構造は十分な動的耐風安定性を有していると考えられる。

表-6 ねじれフラッター発現風速

$f_2$	サグ	ねじれ振動数 $f_{\theta}$ (Hz)	総幅員 $B$ (m)	ねじれフラッター発現風速 $U_{cr}$ (m/s)
	$f_1$			
L/20	L/80 ( $i=5\%$ )	1.423	3.5	74.7
	L/133 ( $i=3\%$ )	1.334		70.0
	L/200 ( $i=2\%$ )	1.308		68.7
L/25	L/80 ( $i=5\%$ )	1.495		78.5
	L/133 ( $i=3\%$ )	1.444		75.8
	L/200 ( $i=2\%$ )	1.421		74.6

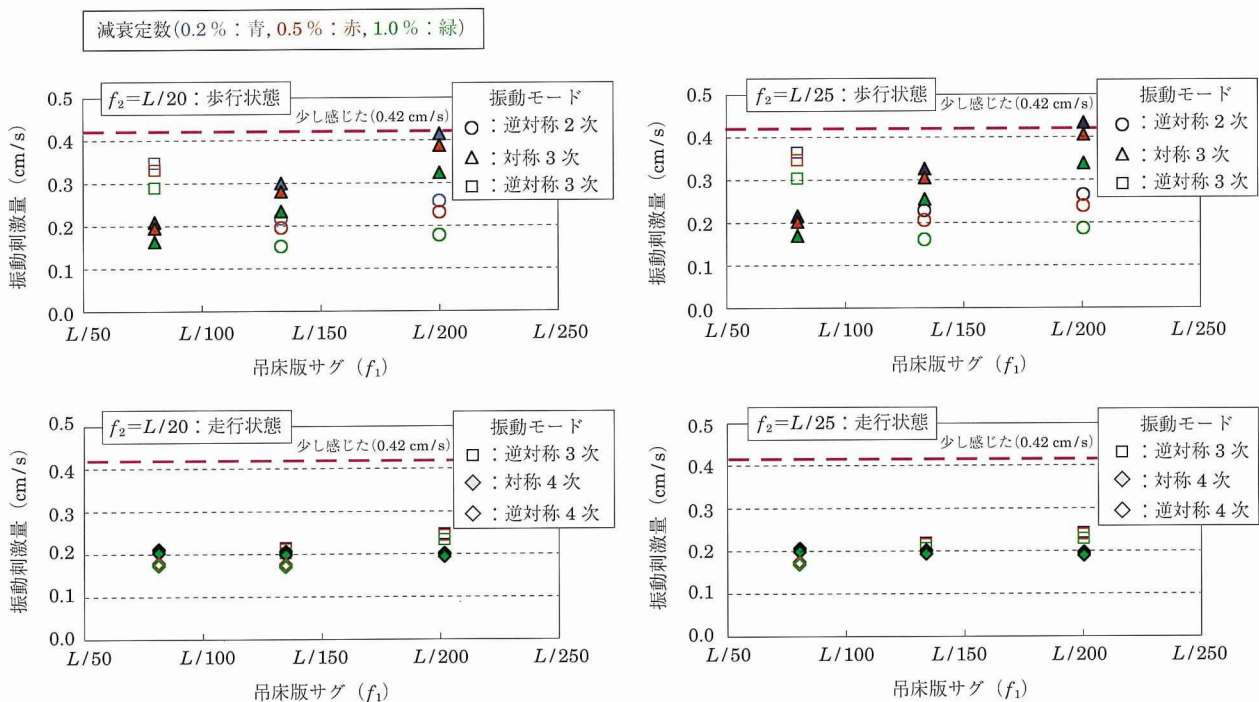


図-9 吊床版のサグと振動刺激量

## 6. おわりに

以上の検討結果より、提案する外ケーブル併用吊床版橋は、吊床版の最急勾配を5%以下とする場合でも構造が成立し、バリアフリーに配慮した設計が可能であることが確認された。また、当初懸念していた歩行者通行時の振動使用性や動的耐風安定性についても、とくに問題にはならないという結論を得た。

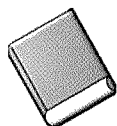
今後、本構造の詳細な設計および施工を行う際の課題および問題点として以下の項目が考えられる。① 第1外ケーブルと第2外ケーブルの死荷重分担比率が構造特性に与える影響を明らかにする、② 施工管理方法および許容される施工誤差の設定に関する検討、③ 支承の回転角が一般的な橋梁より大きくなることに対する支承および伸縮装置の対処、④ 第2外ケーブル緊張時の吊床版プレキャスト版の仮固定構造の検討。本構造の実用化に向け、これらの課題に対して引続き検討を行いたいと考えている。

直路式PC吊床版橋は、その軽快な優美さや懸垂架設工法による施工の優位性などが買われ、1969年に大阪万国博覧会会場内に建設されてから今日まで、わが国においても数多く建設されてきた。一方で、従来の直路式PC吊床版橋は、構造を成立させるためにはある程度のサグをつけざるを得ず、使用性に劣る面もあった。昨今高まりつつあるバリアフリーへの要求に応えるべく、景観性や施工性などの優位性を維持しつつ、使用性を高めたのが本構造である。時代の要求とともに技術は進歩し、デザインは変貌を遂げるものであるが、本構造がその過程の一助になれば幸いである。

### 参考文献

- 1) 丸山他：青春橋の設計と施工，橋梁と基礎，Vol.40-9，pp.5-10，2006.9
- 2) (社)プレストレストコンクリート技術協会：PC吊床版橋設計施工規準（案），2000.11
- 3) 角本他：外ケーブルを併用した吊床版橋の構造特性，第7回PCシンポジウム論文集，pp.627-632，1997.10
- 4) 梶川他：外ケーブル併用吊床版橋の構造と振動特性，構造工学論文集，Vol.48A，pp.377-388，2002.3
- 5) 吉川他：再利用を考慮した上路式吊床版橋の設計，第12回PCシンポジウム論文集，pp.617-620，2003.10
- 6) (社)日本道路協会：小規模吊橋指針・同解説，1984.4
- 7) 角本他：PC吊床版橋の減衰定数の評価と振動使用性照査における影響，土木学会論文集，No.612/I-46，pp.337-348，1991.1
- 8) 梶川：振動感覚を考慮した歩道橋の振動使用性に関する考察，土木学会論文報告集，No.325，pp.23-33，1982.9

【2007年10月9日受付】



刊行物案内

## プレストレストコンクリート技士試験 講習会資料

### 平成19年度 PC 技士試験講習会

資料のほか、過去3年間の試験問題、正解および解説が掲載されています。

(平成19年6月)

頒布価格：会員価格5,000円（送料500円）

：非会員価格6,000円（送料500円）

社団法人 プレストレストコンクリート技術協会