

25年経過したあづみの吊床版橋の健全性確認試験

三井住友建設(株)	正会員	○古賀 友一郎
三井住友建設(株)	正会員	浅井 洋
三井住友建設(株)	正会員	安藤 直 文
三井住友建設(株)	正会員	竹之井 勇

1. はじめに

あづみの橋は、国内5橋目の吊床版橋として1988年に建設された橋梁で、支間長77.5mは、建設当時としては国内最長であった(写真-1)。

近年発生したトンネル天井版崩落事故などの影響を受けて、管理者よりコンクリート構造物の安全性や耐久性を確認したいとの依頼があり、橋梁の健全性確認試験を行ったものである。当社は、これまでに34橋の吊床版橋を施工してきたが、建設後25年を経過した吊床版橋の健全性を調査した事例はなく、今回、貴重なデータをえたので報告するものである。



写真-1 あづみの吊床版橋

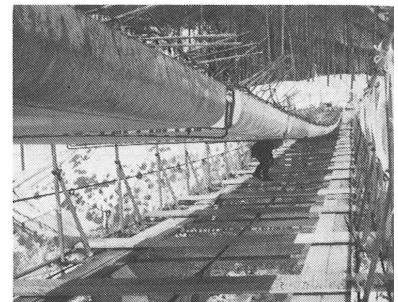


写真-2 本橋の懸垂架設状況

2. 橋梁概要 橋梁諸元

本橋は、長野県安曇野市のゴルフ場内クラブハウス前に、ゴルフ場の冬期休止期間である1987年12月～1988年4月に懸垂架設(写真-2)による急速施工で架橋された。

本橋の位置を図-1に、橋梁諸元を表-1に、橋梁の断面図、側面図を図-2、3に示す。



図-1 位置図

橋種	歩道橋(100kg/m ²)
構造形式	PC単径間吊床版橋
橋長	88.0m
支間長	77.5m
幅員	2.0m(0.25+1.5+0.25m)
基本サゲ量	2.25m
クリープ係数	2.2
乾燥収縮	15 × 10 ⁻⁵
定着工法	SM工法1T21.8
架設工法	懸垂架設工法

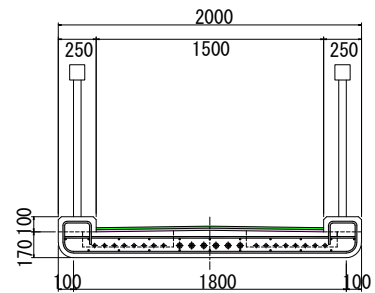


図-2 断面図

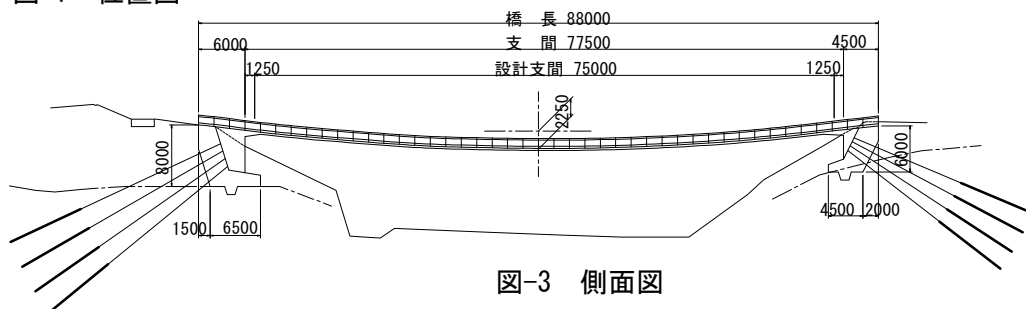


図-3 側面図

3. 健全性確認試験

3.1 概要

当社は、建設した橋梁を、1年～5年のサイクルで外観目視を中心とした橋梁調査を実施している。しかし、あづみの橋は、ゴルフ場内に架橋されているため、建設後25年間橋梁調査が実施されていなかった。このため、本橋の管理者である、あづみのカントリークラブ(株)(以下、管理者とする)より、調査の依頼を受けて、まず外観目視調査を実施した。その結果から、詳細調査のメニューを管理者と協議して決定した(表-2)。

3.2 外観目視調査

管理者より3月14日に正式な調査要請依頼を受け4月4日の夕方15:00から建設時の施工担当者を含めて4人で外観目視調査を実施した。その結果、橋面のゴムチップ舗装の損傷(写真-3)と鋼製高欄一部の発錆が見られたが、これら消耗材などの損傷以外は見受けられず、ほとんどメンテナンスが行われずに25年間経過した現在も橋体自体の健全性は保たれていると考えられた。支間中央付近のプレキャスト版間詰め部の下側一箇所に施工時のものと思われる漏水模様が見られた。



写真-3 舗装の損傷

3.3 詳細調査

外観目視調査の結果と今後の維持管理を考慮して、一通りの基礎データを得る目的で表-2に示す詳細調査を7月19日に実施した。

3.3.1 サグ量の測定

サグ量は、レベル測量とレーザー変位計を併用して朝の8:50から16:45までに5回の計測を行い(表-3)、それぞれ3回の計測平均値を採用した。外気温も同時に計測している。

朝8:50(23.7℃)に計測した基本サグ量は表-4から設計値より52mm大きい。

表-5の設計時サグ管理表によれば、現場での橋面工施工時(竣工時)サグ量は、基準温度15℃時に2.325mで、クリープ・乾燥収縮により水平力が11.2t増加してサグ量が75mm減少し2.250mとなる。

今回のサグ量計測値が52mm大きい原因は、竣工時の施工誤差、クリープ・乾燥収縮量や鋼材のリラクゼーションなどの誤差が重なった結果と考えられる。水平力の誤差としては、11.2t×(52/75)=7.8t程度で、これは、全体水平力の約2%と小さい。

温度変化に伴うサグ変位量は、表-3より温度変化が1.5℃しかない10:15計測値を除いて、設計変位に対して97～103%で±3%の誤差範囲内に収まる、高い精度の挙動を示した。

表-2 詳細調査一覧表

No	調査項目	調査目的
1	サグ量の測定	現状サグ量の確認と温度変化によるサグ変化量を確認
2	グラウンドアンカー定着部の外観調査	グラウンドアンカー部健全性確認
3	シュミットハンマーによるコンクリート強度の推定	コンクリート健全性の確認
4	聴強器によるコンクリート健全性確認	コンクリート健全性の確認
5	赤外線サーモグラフィ法による浮き・はく離調査	コンクリートの浮きや剥離の確認
6	加速度計を使った橋体振動特性の測定	解析検討値の比較による張力の推定と今後の維持管理の初期値取得
7	コンクリート中性化深さの測定	コンクリート健全性の確認
8	RCLレーダーによる鉄筋かぶり測定	

表-3 サグ量計測結果と設計値との誤差

計測時間	8:50	10:15	11:45	14:45	16:45
外気温	℃ 23.7	25.2	27.4	30.6	32.0
23.7との温度差	℃ -	1.5	3.7	6.9	8.3
①サグ変位	mm 0.0	9.3	17.7	34.7	41.3
②設計サグ変位	mm -	7.4	18.1	33.8	40.7
①/②	% -	127%	97%	103%	102%

表-4 23.7℃でのサグ量

サグ量計測値	m	2.345
サグ量設計値	m	2.293
差	m	0.052

表-5 サグ管理表(設計値)

単位	基準温度時		10℃上昇時	
	H水平力	tサグ量	H水平力	tサグ量
橋面工施工時	335.0	2.325	328.0	2.374
クリープ乾燥収縮終了時	346.2	2.250	(基準温度に対する差)	
差	11.2	-0.075	7.0	-0.049

表-6 計測結果一覧表

No	測定箇所	シュミットハンマー			聴強器		
		測定値	判定基準	備考	弾性波速度	床版厚さ	設計値
		N/mm ²	(0.85σ _{ck} 以上)			m/s	cm
①	地覆部(A2側)	32.0	25.5	σ _{ck} 30.0N/mm ²	-	-	-
②	プレキャスト部(支間中央)	41.7	34.0	σ _{ck} 40.0N/mm ²	4541.2	19.3	18
③	間詰め部(支間中央)	36.5	34.0	同上	4237.0	20.0	18
④	A1橋台(側面)	47.8	25.5	σ _{ck} 30.0N/mm ²	4130.8	-	-
⑤	A1橋台(正面)	56.2	25.5	同上	-	-	-
⑥	A1橋台(くちばし部)	64.4	25.5	同上	4387.0	-	-

3.3.2 シュミットハンマー・聴強器によるコンクリート健全性確認

間詰め部やプレキャスト部、橋台などの強度や部材厚さを測定した。いずれも強度における判定基準値以上で、設計部材厚さ以上であった(表-6)。また、弾性波速度がいずれも4000m/s以上で表面・内部とも健全な状態である。外観目視調査の時に漏水模様が見られた間詰め部もとくに異差が認められず内部でひび割れなどが生じている状態ではないと推察された。

3.3.3 赤外線サーモグラフィーによる浮きはく離調査

温度変化が著しかった10:00, 15:30頃に赤外線サーモグラフィー撮影を実施した(図-5)。使用機器を図-4に示す。全橋にわたって橋台も含め側面, 下面から撮影を実施した。とくに浮きや剥離と思われる箇所は無かった。プレキャスト部と場所打ち間詰め部が明確に温度差を生じ、材料の違いを示していた(図-6)。目視の時に漏水模様が見られた箇所も他の間詰め部との差はなく健全と思われる。



- サーモレーサTH7102MX
 NEC三栄(現NEC Avio赤外線テクノロジー)製
 ・測定範囲: -20~250°C
 ・最小検知温度差: 0.08°C (30°C)
 ・測定精度: ±2%
 ・測定波長: 8~14μm
 ・視野角: H29° × V22°
 ・画素数: H320 × V240

図-4 赤外線サーモグラフィー仕様

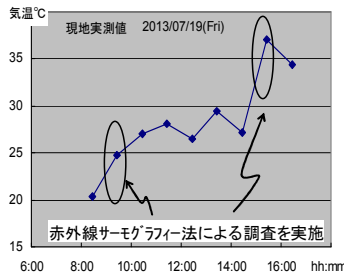


図-5 計測時間

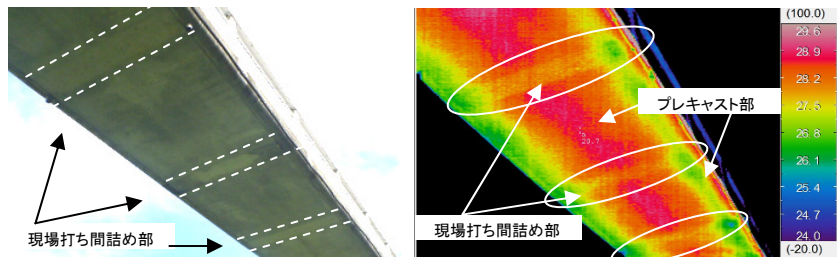


図-6 赤外線サーモグラフィー計測結果(15時計測)

3.3.4 加速度計による橋体固有振動数測定

吊床版橋はサグ量や支間長、張力により決定された固有の振動モードを持つ。実橋で振動モードを計測し、設計値と比較することで、主桁剛性の低下(ひび割れの発生)や張力の低下などを確認できる。

加速度計を床版に設置して人力で振動を与え加速度波形を計測し、スペクトル解析により固有振動数を算出した。計測はNo.1~5の5回行った。

支間中央と1/4支間を同時計測したNo.1,3と支間中央と3/8支間を同時計測したNo.5のスペクトル解析結果を図-7に示す。グラフ内の数値は卓越振動数である。

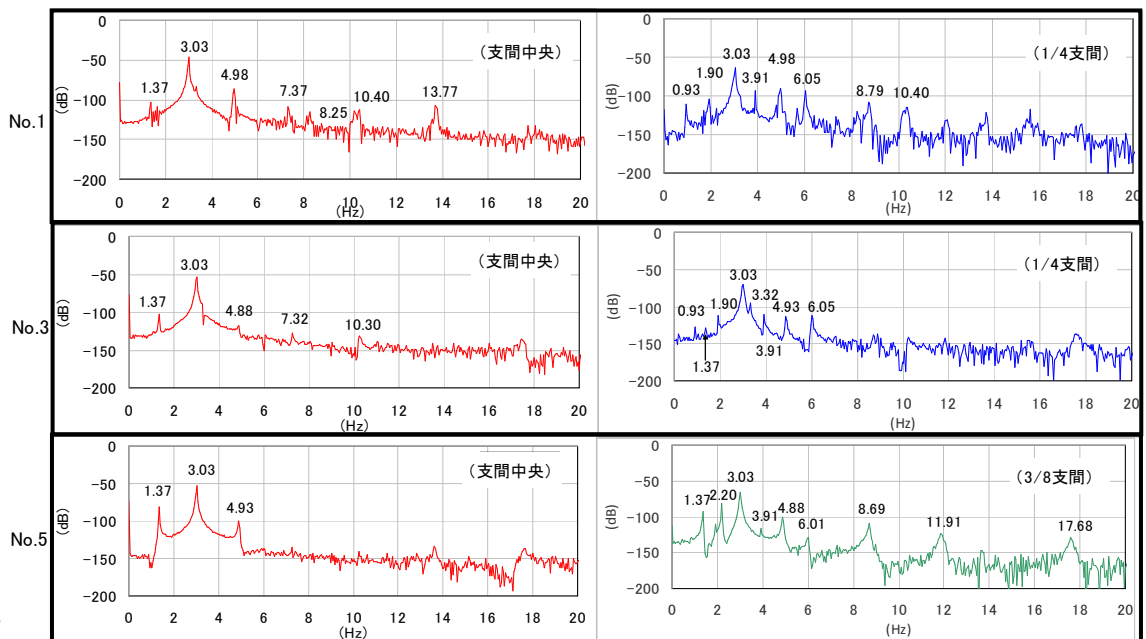


図-7 計測値のスペクトル解析結果

No. 1~5の全ての計測結果と3次元解析モデルによる解析値との比較を表-7に示す。

「単径間PC吊床版歩道橋の振動特性」¹⁾によれば、本橋とほぼ同様の哀伝橋(支間長78.0m, 有効幅員1.5m, サグ量2.25m)の卓越固有振動数(計測値)は、たわみ逆対称1次とたわみ対称1次、2次モード(図-8)で、それぞれ、0.93, 1.29, 1.88Hzと報告されており、本橋の解析結果、実測値とほぼ一致している。これより計測値および実測値に大きな問題はなく、橋体の剛性低下も無いと考えられる。

本橋の固有振動数実測値は、全体的に解析値に対して大きい。これは、設計想定に対して剛性が高い傾向にあることを示している。そこで、張力を変動させた場合の解析を行った(図-9)。これによれば、解析上の張力を高くした方が、実測値に近似し、張力を下げると実測値から乖離する。このことから、現状の張力が、設計想定より高い傾向にあることが推察できる。

3.3.5 中性化深さとかぶり

ドリル法により橋体全域の中性化試験を実施した(表-8)。いずれも中性化深さは2mm以下と小さく(写真-4)、25年経過した現在も実質中性化の進行がほとんど無いことが判明した。

鉄筋かぶりは、いずれの箇所でも設計値以上の値が確認された。

以上のことから、中性化の観点で、本橋は長期間健全な状態を維持することが出来る良質なコンクリートであること、また本橋にとって良好な環境であることが確認された。

4. まとめ

外観目視調査でも劣化は確認されなかったが、詳細調査においても、25年経過した現在も構造物の安全性と耐久性が定量的に確認出来た。この長期間にわたって、メンテナンス無く健全性を保っていられるのは、高品質のプレキャスト部材を採用している上に、本橋の立地環境と活荷重通行量の少ないことが大きく寄与していると考えられる。ただ、防水機能を果たしている橋面舗装の損傷が激しいため早急の防水層、舗装復旧が望まれる。

今後、今回の計測結果が本橋の健全性評価の初期値として有効に活用できると考える。

参考文献 1) 梶川他：単径間PC吊床版歩道橋の振動特性，構造工学論文集，Vol. 44A, 1998. 3

表-7 実測値と解析値

No.	実測値										卓越値	解析結果	モード(たわみ)	刺激係数				
	支間中央					1/4支間												
固有振動数	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	0.93	0.93	0.93	0.88	0.93	0.94	逆対称1次	-0.76
	1.37	1.37	1.37	1.37	1.37						1.37				1.37	1.28	対称1次	-0.49
						1.90	1.90	1.90	1.86	2.20	1.90	1.78	対称2次	-0.85				
							2.25		2.25		2.25	2.16	逆対称2次	0.41				
	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	3.03	2.95	対称3次	-0.32				
(Hz)	4.98	4.93	4.88		4.93	4.98	4.93	4.93	4.88	4.88	4.92	4.78	逆対称3次	-0.31				
													対称4次	-0.21				

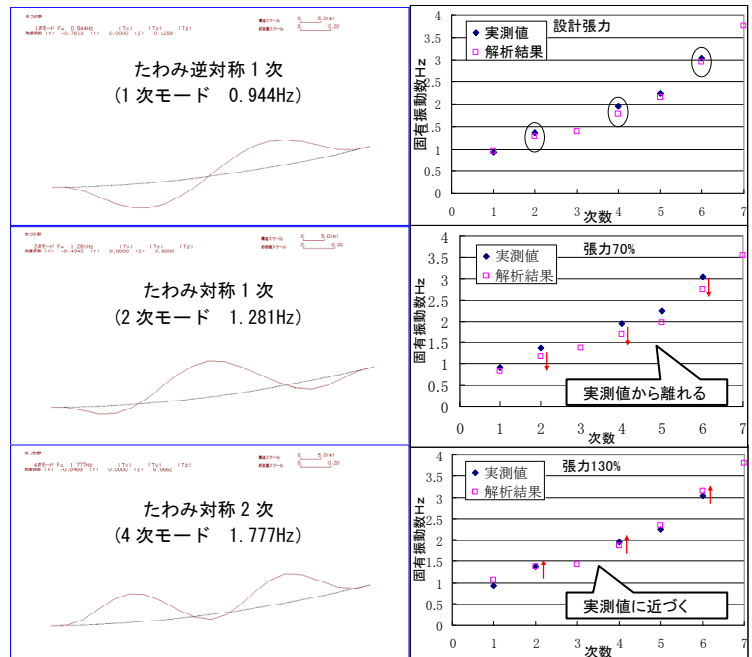


図-8 本橋卓越モード(解析) 図-9 張力と卓越モード

表-8 中性化深さ測定結果

No	測定箇所	中性化深さC (t=25年) ※実測値 mm	中性化速度係数 A=(C/√t) mm/√年	鉄筋かぶりC mm	鉄筋腐食開始 深さC' C'=C-10mm mm	腐食開始時期 (建設後年数) t=(C'/A)^2 年
①	地覆部側面(A2側)	1.27	0.254	30	20	6,200
②	地覆部側面(支間中央)	1.30	0.260	30	20	5,917
③	間詰め部(支間中央)	0.96	0.192	30	20	10,851
④	プレキャスト部(支間中央)	0.89	0.178	30	20	12,825
⑤	A1橋台側面	0.34	0.068	40	30	194,637
⑥	A1橋台くばり部	0.20	0.040	40	30	562,500



写真-4 中性化深さ測定