

(財) 鉄道総合技術研究所	正会員	○久楽 博
同 上	正会員	西村 昭彦
同 上	正会員	奥村 文直
日本鉄道建設公団	正会員	金森 真

1. まえがき

津軽海峡線では、北海道南西沖地震(平成5年7月12日発生)により、軟弱地盤上の高架橋でコンクリートの剥離、ひび割れ等が多数発生した。そこで、当高架橋の健全度調査を行うことになった。

本調査では、高架橋において衝撃振動試験(鉄道総合技術研究所開発)を実施し、高架橋の固有振動数を把握することにより高架橋の健全度調査を行うことを目的とする。本手法は定量的損傷評価法として、鉄道橋等の健全度調査としてJR線のみならず私鉄線においても適用されている¹⁾。

2. 衝撃振動試験

本調査は同一高架橋の健全と思われるものと地震により被害を受けたものを比較するために、津軽海峡線の第3建有高架橋の7径間ラーメンを2ブロック、木古内高架橋の4径間ラーメンを2ブロックと橋脚2基について衝撃振動試験を実施した。図1に試験の概略図を示す。

試験方法は、高架橋を重錘で打撃することにより加速度波形を読み取り、フーリエ解析を行って固有振動数を求めるものである。試験の結果得られた代表的なフーリエスペクトルおよび位相差スペクトルを図2に示す。また、表1にはフーリエスペクトルから求めた高架橋の固有振動数を示している。表1より、第3建有及び木古内のラーメン高架橋の被害を受けた高架橋の固有振動数は健全な高架橋に対し、それぞれ0.4Hz、1.1Hz低い値を示しているのがわかる。また、木古内高架橋の橋脚では被害を受けた橋脚が健全な橋脚より0.2Hz程度高い値を示している。これは、通常被害を受けた橋脚の固有振動数は、橋脚躯体の剛性が下がることにより低下するのだが、地盤条件及び基礎の大きさがほぼ同一であることから、P2の橋脚高さがP3より2.5m低いために固有振動数が高くなっているのではないかとと思われる。

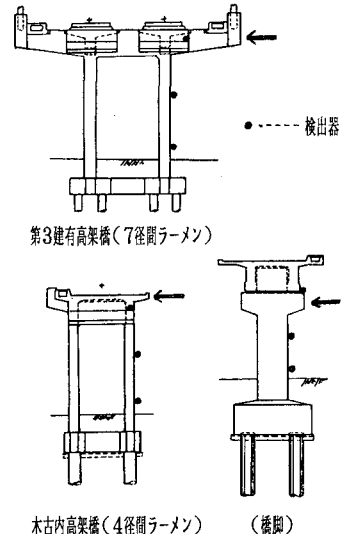
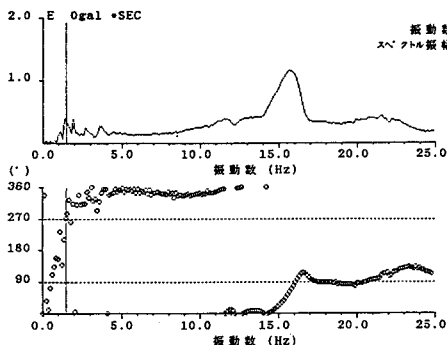
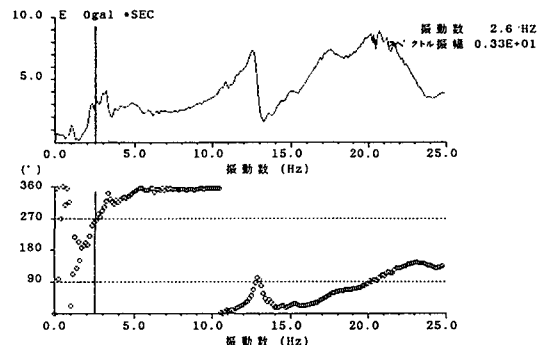


図1. 試験実施状況概略図



木古内高架橋 (R1)



木古内高架橋 (R3)

図2. フーリエスペクトルおよび位相差スペクトル図

表1. 高架橋の固有振動数

	第3建有高架橋		木古内高架橋			
	R 2 (健全)	R 4 (被害)	R 1 (被害)	R 3 (健全)	P 2 (被害)	P 3 (健全)
1次固有振動数	2.2Hz	1.8Hz	1.5Hz	2.6Hz	2.6Hz	2.4Hz

3. 固有値解析

固有値解析には鉄道総合技術研究所作成のプログラムを使用した。解析においては高架橋を多自由度系の振動モデルに置き換え、モデルの固有振動数と振動モードが実測値に合うように設計時に想定していた地盤ばね定数と躯体剛性の値を調整し、数値シミュレートを行った。この固有値解析で得られた地盤ばね定数と躯体剛性の値の設計値に対する比率（シミュレート倍率）を表2に示す。

表2より健全な木古内高架橋のR3及びP3については地盤ばね及び躯体剛性のシミュレート倍率が1.0以上の値となったが、第3建有高架橋R2については、シミュレート倍率が0.8～1.0とやや低い値を示し、地震の影響が認められるものの現状では問題は少ないと考えられる。また、地震による被害を受けた第3建有高架橋のR4と木古内高架橋のR1及びP2については、コンクリートの剥離等の被害を受けた箇所の躯体剛性のシミュレート倍率が0.7程度となりコンクリートの剥離等による躯体剛性値の低下を確認することができた。地盤ばねにおいては第3建有高架橋のR4の水平地盤ばねのシミュレート倍率が0.5と低い値を示し、地震による地盤ばねの低下が認められた。これは基礎が地震により被害を受けた可能性のあることを示している。木古内高架橋のR1及びP2については地盤ばねのシミュレート倍率は0.8～1.2となっており、問題は少ないと考えられる。

表2. 地盤ばね及び躯体剛性の検討

	第3建有高架橋		木古内高架橋			
	R 2 (健全)	R 4 (被害)	R 1 (被害)	R 3 (健全)	P 2 (被害)	P 3 (健全)
地盤ばねのシミュレート倍率	0.8	0.5～1.0	1.0	1.0～2.5	0.8～1.2	1.0～3.0
地盤ばねの判定区分 ²⁾	問題は少ない	要注意箇所有り	健全	健全	問題は少ない	健全
躯体剛性のシミュレート倍率	0.9～1.0	0.6～0.8	0.7～1.1	1.1	0.7～1.2	1.2
躯体剛性の判定区分 ²⁾	問題は少ない	要注意箇所有り	要注意箇所有り	健全	要注意箇所有り	健全

注) 判定区分により要注意箇所有りとなった場合には、日常監視を充分にして進行性の把握をし、必要に応じて措置をする。

4. あとがき

以上、衝撃振動試験による津軽海峡線の健全度調査について述べた。この結果から、北海道南西沖地震による高架橋のコンクリートの剥離、ひび割れ等による躯体剛性値の低下と地盤ばねの低下を確認することができた。したがって、第3建有高架橋R4及び木古内高架橋R1、P2については補修等の対策をする必要がある。また、第3建有高架橋のR2は現状では問題少ないと考えられるが、地盤ばね及び躯体剛性のシミュレート倍率においてやや低い値を示しており、地震による被害を受けていることも推定される。今後経年による被害の進行も考えられるため、2～3年に1回程度の衝撃振動試験を行い、高架橋の健全性を調査する必要があるものと考えられる。

参考文献

- 1) 西村昭彦・羽矢洋：「橋梁基礎の健全度判定法と判定例」、第21回地震工学研究発表会 1991.7
- 2) 西村昭彦：「ラーメン高架橋の健全度評価法の研究」、鉄道総研報告 Vol.4, No.9, 1990.9