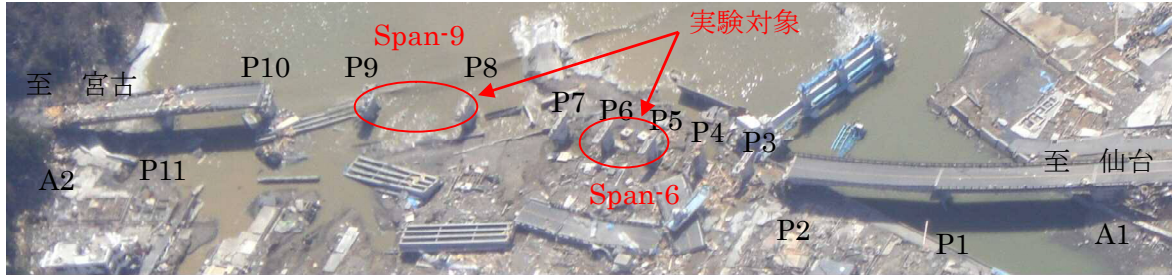


歌津大橋の水利実験と耐力評価

(株) 長 大 正会員 ○虻川 高宏
八戸工業大学大学院 正会員 長谷川 明

1. 目的

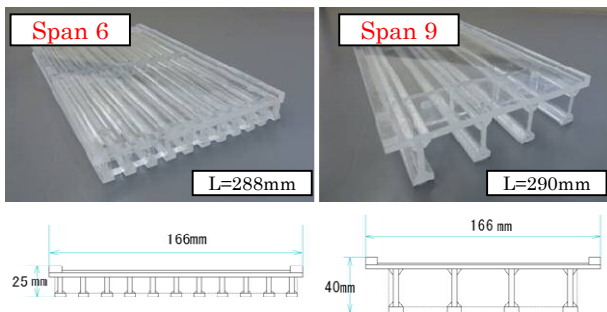
2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震では、東北地方を中心に甚大な被害をもたらした多くの人命と財産が失われた。歌津大橋はポステンT桁橋とプレテンT桁橋で構成されており、それぞれで被災状況が異なっている。本研究では歌津大橋において、水路実験を行い、それぞれの流失メカニズムについて検証した。



図－1 歌津大橋の被災状況

2. 実験方法

実験模型は縮尺 $N=1/50$ で作成し（図-1），開水路実験装置により模型に作用する力を分力計（水平方向および鉛直方向の 2 成分）で測定した。津波流速 V_R は、既往研究成果¹⁾を参考に、 4.7 m/sec と仮定し、実験流速 V_M はフルード数 Fr を一定とし、 $V_M = V_R \sqrt{N} = 4.7 \sqrt{1/50} = 0.66 \text{ m/sec}$ とした。



図－2 実験模型

表－1 歌津大橋の概要

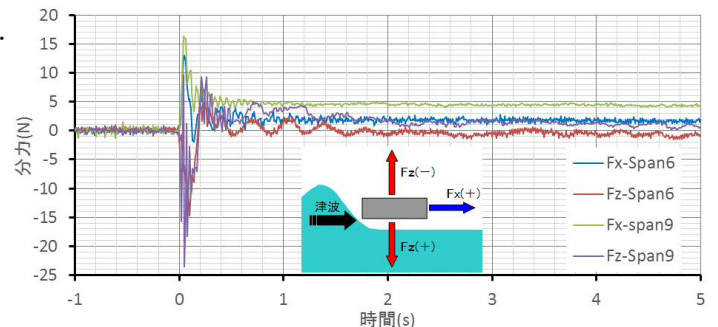
橋名	歌津大橋		竣工年	昭和47年
対象①	Span6		P5-P6	
形式	プレテンションT桁橋			
桁長	14.385m	幅員	8.30m	
桁高	0.88m	桁本数	11本	
対象②	Span9		P8-P9	
形式	ポストテンションT桁橋			
桁長	29.880m	幅員	8.30m	
桁高	1.75m	桁本数	4本	

3. 模型に作用する力

図-3 に分力波形を示す。津波が模型に衝突した 1 秒間を衝撃時、安定している 2～5 秒間を定常時と定義する。実験により得られた分力平均値（3 回計測）及び実橋梁に換算した津波分力 F_R を表-2 に示す。換算方法は、橋梁模型に作用する分力 F_M を縮尺 $N=1/50$ より、 $F_R = F_M / N^3 = F_M \times 50^3$ とした。 F_x は水平方向の力、 F_z は正が鉛直下向き、負が鉛直上向き方向の力を示す。

表－2 歌津大橋作用する分力

		衝撃時			定常時	
		F _x (i)	F _z (i)−	F _z (i)+	F _x (s)	F _z (s)
実験値 F _M						
Span6	N	12.23	−13.78	5.04	1.51	−0.98
Span9	N	17.44	−23.97	10.75	4.63	1.36
実橋換算値 F _R						
Span6	kN	1529	−1722	631	188	−122
Span9	kN	2181	−2996	1344	579	170



図－3 模型に作用する分力計の応答波形

キーワード 東日本大震災，津波，橋梁，水利実験，安定照査，歌津大橋

連絡先 〒984-0051 宮城県仙台市若林区新寺一丁目 2 番 26 号 (株)長大 仙台技術部 T E L 022-781-8628

4. 実橋の安定照査

4. 1 支点反力の算出

津波力は等分布荷重として主桁側面に作用し、各支点反力は支間の 1/2 を分担すると仮定した。また、支点反力は各支承に均等に作用するとし、鉛直力については水平力 F_x による偶力を考慮した鉛直反力 R_H を考慮した。算出結果を表-3 に示す。

表-3 支承反力一覧表

Span 6				G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7	G8	G9	G10	G11	計	
衝撃時	水平力	津波	Rx	kN	69.5	69.5	69.5	69.5	69.5	69.5	69.5	69.5	69.5	69.5	764.6	
	鉛直力	死荷重	Rd	kN	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	712.7	
		津波(鉛直)	Rz	kN	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-78.3	-861.0	
		津波(偶力)	RH	kN	-25.8	-20.7	-15.5	-10.3	-5.2	0.0	5.2	10.3	15.5	20.7	25.8	0.0
		合計	R	kN	-39.3	-34.1	-29.0	-23.8	-18.6	-13.5	-8.3	-3.1	2.0	7.2	12.4	-148.3
定常時	水平力	津波	Rx	kN	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	94.1	
	鉛直力	死荷重	Rd	kN	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	64.8	712.7	
		津波(鉛直)	Rz	kN	-5.6	-5.6	-5.6	-5.6	-5.6	-5.6	-5.6	-5.6	-5.6	-5.6	-61.2	
		津波(偶力)	RH	kN	-3.2	-2.5	-1.9	-1.3	-0.6	0.0	0.6	1.3	1.9	2.5	3.2	0.0
		合計	R	kN	56.0	56.7	57.3	58.0	58.6	59.2	59.9	60.5	61.1	61.8	62.4	651.5

Span 9				G1	G2	G3	G4	計	
衝撃時	水平力	津波	Rx	kN	561.7	561.7	561.7	561.7	2246.7
	鉛直力	死荷重	Rd	kN	437.2	437.2	437.2	437.2	1748.8
		津波(鉛直)	Rz	kN	-771.8	-771.8	-771.8	-771.8	-3087.1
		津波(偶力)	RH	kN	-328.8	-109.6	109.6	328.8	0.0
		合計	R	kN	-663.4	-444.2	-225.0	-5.8	-1338.3
定常時	水平力	津波	Rx	kN	149.2	149.2	149.2	149.2	596.8
	鉛直力	死荷重	Rd	kN	437.2	437.2	437.2	437.2	1748.8
		津波(鉛直)	Rz	kN	43.9	43.9	43.9	43.9	175.5
		津波(偶力)	RH	kN	-87.3	-29.1	29.1	87.3	0.0
		合計	R	kN	393.7	452.0	510.2	568.4	1924.3

4. 2 支承部耐力との比較

支承部の耐力と実験で計測された分力を比較することにより、橋梁の安定性および流失したメカニズムを推測する。Span-6 はパット支承であるため、支承の抵抗力は考慮しない。Span-9 は支承板支承であることから、サイドブロック・アンカーボルトを抵抗力として想定する。また、RC 突起による落橋防止構造が設置されていることから、水平抵抗力として考慮する。支承部耐力と作用力の比較結果を表-4 に示す。

表-4 耐力比較

			作用力		耐力	備考
			衝撃時	定常時		
Span6						
水平方向	RC突起耐力	kN	765	94	186	全体
鉛直方向	自重	kN	-39	56	0	外桁
Span9						
水平方向	RC突起耐力	kN	2247	597	384	全体
	支承部耐力	kN			692	全体
鉛直方向	支承部耐力	kN	-663	394	-224	外桁



P6 P8

図-4 損傷状況

5. 結論

Span-6 は水平方向に対して RC 突起が抵抗するが、RC 突起の耐力に比べ衝撃時の水平力が大きいため破壊される。鉛直方向力については、G9～G11 は浮き上がらない計算結果となっているが、それ以外のは大半は浮き上がる結果となっており、鉛直方向に抵抗しないパット支承の影響から、Span-6 は水平力により RC 突起を破壊し、スライドしながら流失したものと考えられる。

Span-9 は、衝撃時において桁高が高いため回転モーメントによる偶力が大きく発生しており、G1 桁で浮き上がりの力が強く、サイドブロックの耐力を上回っている。水平力についても支承部のサイドブロックの耐力を上回っており、外桁が浮き上がるように転倒しながら流出したと考えられる。

参考文献 1)Lifu, Kenji Kosa and Tatsuo Sasaki : Tsunami damage evaluation of Utatsu Bridge by video and 2-D simulation analyses, Journal of Structural Engineering, Vol.59A, pp.428-438, 2013.