

鋼製フィンガージョイント櫛下面ひずみによる活荷重実態の把握

西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社	正会員	○石原 佳典
西日本高速道路エンジニアリング関西株式会社	正会員	上田 憲寿
西日本高速道路株式会社	正会員	和田 広之
株式会社ワイ・シー・イー	正会員	松本 健太郎

1.はじめに

鋼製フィンガージョイント（以下、鋼製F Jと言う）の設計について、NEXCO では照査期間 50 年として疲労耐久性を照査することとしている。しかしながら、平成 15 年以前の設計要領では疲労耐久性は特に考慮していなかったことから、SM520 材等の高強度鋼材を使用し、静的な許容応力度から板厚を低減しているものがある。これらは、輪重が載荷した際に高い応力が発生することから、疲労耐久性が低いことが考えられ、櫛の疲労損傷が発生することが懸念される。このことから、高強度鋼材を使用することで板厚を低減している鋼製F Jについて、疲労耐久性の照査を実施して今後の維持管理方法等について検討するため、鋼製F J 櫛下面のひずみを利用した Bridge Weigh-In Motion（以下、櫛下面ひずみによる BWIM とする）を実施し、活荷重実態について分析を行なった。

2.ひずみ計測

鋼製F J 櫛下面の応力状態を把握することを目的に、ひずみ計測を実施した。計測の概要を下記に示す。

(1)計測対象櫛 図-1 に示すように、横断走行位置のバラツキを標準偏差 $\sigma=300\text{mm}$ 程度の正規分布に従うと仮定して、計測範囲を決定した。計測対象櫛は、第一走行車線下の退出側の櫛で No.67~89 の 12 本とした。

(2)ひずみゲージ貼付位置 ひずみゲージは、櫛幅変化と櫛付け根部の溶接による応力集中の影響が小さい受け台ウェブより 92mm の下面両縁に貼付けた（図-2、写真-1）。

(3)ひずみ計測周波数 櫛を車輪が通過することにより発生するひずみの極値を確実に計測することを目的とし、ひずみの測定周波数は 2kHz とした。

3.荷重車走行試験

ひずみ値と載荷輪重の関係を把握することを目的に、荷重車走行試験を実施した。

(1)試験概要 荷重車は、車重を 20ton に調整した 3 軸のダンプトラックとした。横断走行位置の影響を確認するため、荷重車の横断走行位置を変化させ複数回走行した。

(2)各櫛のひずみピーク値 図-3 に、荷重車走行試験の代表的な櫛の応答波形を示す。荷重車通過時の輪ごとにひずみピーク値が明瞭に確認できた。横断走行位置における各櫛のひずみピーク値を表-1 に示す。横断走行位置に各櫛のひずみピーク値は異なるものの、最右端に示した合計ひずみは概ね一定であることを確認した。

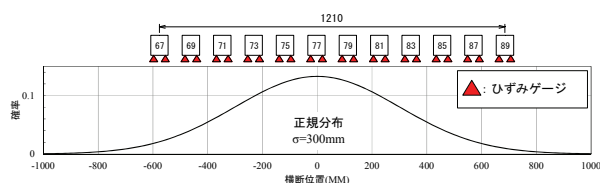


図-1 横断走行位置と計測対象櫛

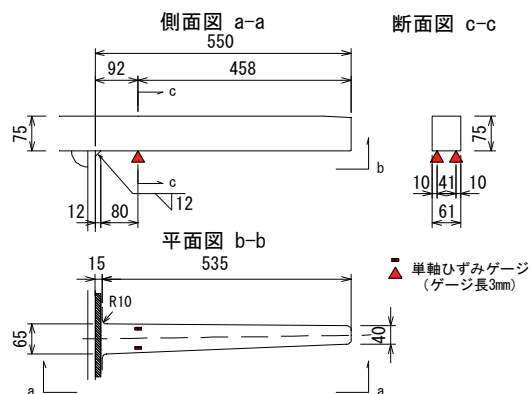


図-2 ひずみゲージ貼付位置図



写真-1 ひずみゲージ貼付状況

キーワード 鋼製フィンガージョイント、活荷重実態、疲労、ひずみ測定、BWIM

連絡先 〒567-0032 大阪府茨木市西駅前町 5-4 西日本高速道路エンジニアリング関西(株) TEL 072-631-5335

4. 橋下面ひずみを用いたBWIM

ひずみ計測および荷重車走行試験の結果を分析して、活荷重実態を反映した疲労耐久性の照査に用いる活荷重モデルおよび横断走行位置のばらつきを考慮するための補正係数（以下、横断補正係数と言う）を設定した。

4.1 分析手順

(1)軸数分析 時速 100km/h(27.8m/sec)でタンデム軸間距離の最小値である 1.25m が識別できる時間差は 0.045sec であるため、0.045sec を超える時間差で極小値が得られた場合を 1 軸と設定し、全ての極小値を検出した。

(2)ひずみ振幅値 橋付け根部のひずみ応答は極小値到達後にリバウンドによりわずかに極大値が生じるため、極小値検出後の 0.020sec 間の極大値を求め、両者の差を振幅値とした。

(3)輪重算出係数の設定 発生ひずみから輪重を算出するため、荷重車の輪重を各櫛で計測したひずみ振幅値の合計で除した値を輪重算出係数とした（表-2）。

(4)輪重の算出 1 輪通過時に検出した各櫛のひずみ振幅値に、輪重算出係数を乗じて輪重に換算した。

(5)車種の判別 大型車の前輪オーバーハング長は 1.5m 程度であり、後輪オーバーハング長は 2.5~3.5m 程度ある。測定日のトラフィックカウンタによる平均速度は約 80km/h と測定されていることから、軸間の検出時間差が 0.600sec を超える場合を別車両として検出した。

4.2 活荷重モデル

(1)~(5)により分析した活荷重モデルを表-3 に示す。

4.3.横断補正係数

横断位置における各櫛で計測したひずみ合計値の分布と正規確率密度を図-4 に示す。横断位置での分布は正規分布に従うことが確認でき標準偏差は 304.4mm であった。この結果を用いて、横断補正係数を 0.78 と設定した。

5.まとめ

鋼製F Jの橋下面ひずみによるBWIMの結果を分析した結果、活荷重実態を反映した活荷重モデルおよび横断補正係数を得た。これらを用いて、高強度鋼材を使用することで板厚を低減している鋼製F Jの疲労耐久性の照査を行うことで、実態に合った適切な点検サイクル等の維持管理方針を検討することが可能となった。

参考文献

1)西日本高速道路株式会社：設計要領 第二集 橋梁建設編 平成 28 年 8 月

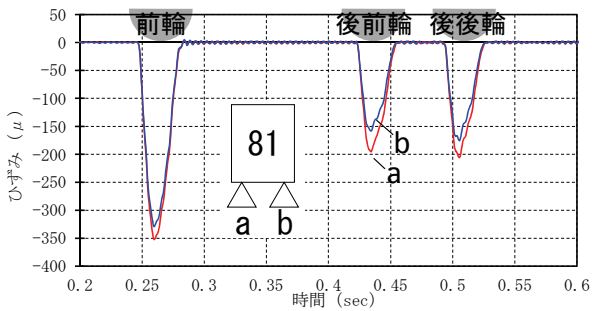


図-3 櫛の応答波形

表-1 各櫛のひずみピーク値と合計ひずみ

載荷輪	横断位置	単位: μ												合計ひずみ
		67	69	71	73	75	77	79	81	83	85	87	89	
前輪	左寄	-6	-332	-671	-5	-3	-2	-1	-3	-3	-1	-3	-1	1030
	中央	-4	-3	-5	-503	-466	-3	-1	-3	-1	-2	-3	-1	994
	右寄	-5	-4	-5	-5	-589	-346	-11	-7	-9	-4	-6	-2	990
		-3	-4	-2	-4	-3	-4	-423	-520	-4	-3	-3	-1	973
		-3	0	-3	-2	-4	-1	-205	-674	-8	-5	-3	-2	908
		-3	-1	-6	-2	-5	-2	-131	-681	-54	-4	-3	-1	893
後輪	左寄	-3	-2	-2	-3	-3	-4	-6	-624	-308	-6	-6	-4	969
	中央	-1	-2	-2	-3	-1	-3	-1	-4	0	-2	-299	-581	899
	右寄	-153	-557	-174	-82	-443	-125	-7	-5	-6	-5	-7	-5	1567
		-8	-300	-510	-8	-279	-445	-9	-9	-13	-8	-12	-8	1606
		-6	-7	-9	-45	-502	-275	-63	-460	-216	-7	-6	-3	1598
		-7	-5	-6	-3	-465	-421	-9	-402	-330	-6	-9	-6	1667
		-7	-9	-12	-4	-458	-404	-13	-381	-304	-9	-10	-8	1618
		-8	-8	-8	-10	-415	-558	-14	-320	-450	-14	-11	-8	1821

表-2 輪重算出係数

	前輪(シングル)	後輪(ダブル)
輪荷重	26.8	35.5
合計ひずみ振幅値	905.4	1411
輪重算出係数	0.0296	0.0252

表-3 活荷重モデル

軸数区分	車種タイプ	軸区分	最大輪重(kN)	三乗平均輪重(kN)	走行台数(台)	進入率(%)
2軸車	バス	1	44.6	12.5	9,805	62.5
	トラック、ダンプトラック(1軸しか検出できない場合もある)	2	75.7	15.7		
3軸車	トラック、ダンプトラック、etc 後タンデム軸	1	56.9	33.8	1,890	12.0
	タンクローリー(前タンデム軸)	2	73.9	36.4		
		3	82.3	37.4		
4軸車	ドレーラー	1	45.5	26.5	1,694	10.8
		2	70.6	25.7		
		3	87.1	32.1		
		4	66.2	30.1		
5軸車	ドレーラー	1	48.6	34.8	93	0.6
		2	81.0	48.5		
		3	47.9	33.5		
		4	53.5	34.4		
		5	63.0	37.8		
6軸車	ドレーラー	1	40.8	29.4	55	0.4
		2	46.2	31.3		
		3	51.8	37.5		
		4	43.0	28.0		
		5	53.7	34.8		

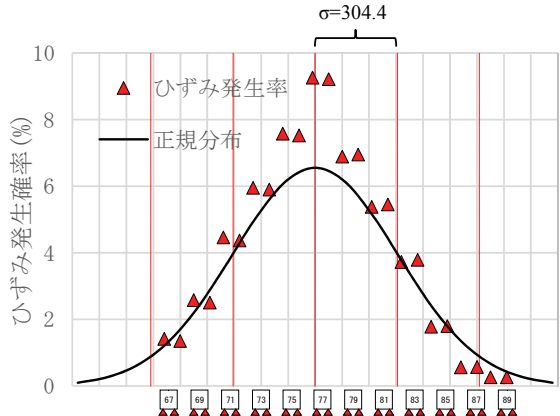


図-4 ひずみ発生率と正規確率密度分布