

I-299

自動車走行による床版および橋梁各部の動的応答実験

大阪大学大学院 学生員 難波 宗 行
大阪大学工学部 正 員 川谷 充 郎
同 上 正 員 大倉 一 郎

大阪大学工学部 正 員 福本 晴 士
高田機工(株) 正 員 山田 靖 則

表-1 実験橋梁の構造諸元

型 式	単純活荷重合成桁
橋 格	1等橋 (TL-20)
橋 長	29.000m
支 間	28.400m
橋 員	総幅員 17.600m 有効幅員 2×7.800m
床 版	鉄筋コンクリート床版 18cm 床版支間 3.85m
舗 装	アスファルト 7.5cm
主要鋼材	SM58, SM50
主桁本数	5本

1. まえがき 道路橋の走行荷重による動的応答には、車両の振動特性や車頭間隔などと共に路面凹凸の影響の大きい事が明らかにされている¹⁾。その主な対象部材は主桁であったが、最近問題となっている床版の破損および主桁と横桁の連結部などに生じる疲労亀裂の多発にも、路面凹凸を有する橋梁における自動車荷重の動的載荷ならびに橋梁各部の動的応答の影響が大きいと考えられる。本研究では、単純桁橋における試験車走行実験を行ない²⁾、床版および床組などの自動車走行による動的応答特性を明らかにし、T荷重の衝撃係数について考察するものである。なお、同様の実験が横山・井上・永原によって行われているので³⁾、その結果との比較検討も行う。

2. 実験概要 阪神高速道路大阪堺線のの上り（大阪行）走行車線を規制し、試験車を走らせて、床版の変位と加速度ならびに主桁フランジおよび横桁連結部におけるひずみを測定した。実験橋梁は、片側2車線の単純桁橋であり、その構造諸元を表-1に掲げる。

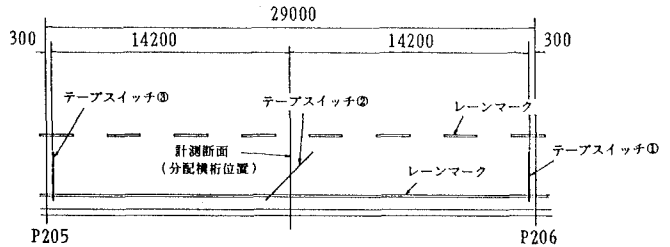


図-1 テープスイッチ配置図

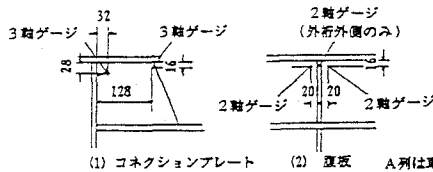


図-2 応力計測位置

表-2 段差走行試験ケース

厚さ b(mm)	A列	B列
2	A-G1	B-G1
4	A-G2	—
6	A-G3	—
10	A-G5	B-G5
14	—	B-G7

A列は車両の左側車輪の通過位置の目標を縁石より60cmとした走行。
B列は車両の右側車輪の通過位置の目標を縁石より111cmとした走行。
A-Ga, B-Gaのaはゴム板の枚数を示す。

表-3 試験車の動特性

重量	23.24 t
固有振動数	3.07 Hz
対数減衰率	0.45
時間距離	前輪一後輪(前) 4050 mm 後輪(前)一後輪(後) 1300 mm

試験車は20t油圧式トラッククレーンで、踏台落下試験によりその動的特性を調べた。試験車の走行位置と走行速度を明確にするために、図-1に示すようにテープスイッチを設置した。床版の変位計測は分配横桁位置で行い、横桁連結部における応力の計測は図-2に示す位置で行った。縦断方向の路面凹凸を20cmごとに水準測量で測定した。路面凹凸は良好であることが予想されたので、幅20cm、厚さ2mmのゴム板を1～7枚重ねて支間中央に設置した。そのような段差走行試験ケースを表-2に掲げる。

3. 実験結果 3.1 試験車の動特性 踏台落下試験から得られた試験車の動特性を表-3に掲げる。

3.2 路面凹凸 実測された路面凹凸スペクトルをISO評価基準と共に図-3に示す。予想された通りかなり良好な路面状態であった。

3.3 橋梁各部の動的応答 ゴム板をおかない通常の走行試験において、橋梁各部の応答に動的影響はほとんど見られなかった。これは試験橋梁の路面凹凸がかなり良好であったためと考えられる。ゴム板を

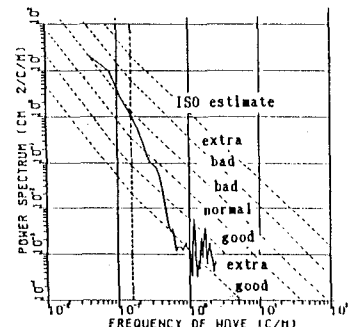


図-3 路面凹凸パワースペクトル

設けた段差走行試験において、橋梁各部の応答に動的影響が現れた。この場合、段差量が増すにつれて、概ね動的影響が大きくなる傾向がみられた。

(1)主桁のひずみ 主桁下フランジのひずみについては、橋梁内側寄りの走行において(左側車輪位置が縁石より約80cm以上)、2mm程度の段差でも車両が段差を通過すると同時に比較的大きな振動が現れた。試験結果を表-4に掲げる。表-4において、振動数は各走行ケースを通じての平均、応力は振動の倍振幅を応力で表示したものの、衝撃係数はひずみ振動の片振幅を静的応答の最大値で除した値である。

(2)床版のたわみ 床版のたわみについての衝撃係数を表-5に掲げる。段差量が6mm以上になると衝撃係数が大きくなる。走行位置は衝撃係数にさほど大きな影響を及ぼすものではないが、橋梁中央寄り走行の方が衝撃係数は小さくなる。段差量10mmのときの衝撃係数を、土木研究所の同じ条件による実験値0.06³⁾と比べると、本実験による値がかなり大きい。これは土木研究所の実験で用いられた橋梁の床版厚220mm、舗装厚118mmに対し、本実験の場合それぞれ180mm、75mmとかなり薄いことが原因であると考えられる。

(3)横桁連結部のひずみ 表-6に掲げるように、衝撃が比較的明確に現れたのはコネクションプレート端部のひずみの鉛直方向成分で、2mm程度の段差でも大きな影響がある。橋梁外側の主桁と横桁との連結部の衝撃係数の方が内側主桁と横桁との連結部の衝撃係数より大きい。

(4)横桁連結部における段差走行後の高周波振動

コネクションプレートのスカーラップ部におけるひずみの45°方向成分および主桁の分配横桁との結合部付近の腹板のひずみの鉛直方向成分には、段差が4~6mmになると、自動車通過後の応答波形に比較的大きな振動が3~4秒継続する現象が見られた。図-4に示すように振動数は約7.7 Hzであった。コネクションプレートにおいては、スカーラップ部と端部を比べると、スカーラップ部の方が応力の振動が大きく現れる。この高周波振動については、疲労亀裂が問題となっている箇所でもあり、さらに研究の必要があると思われる。

参考文献 1) 成田信之・桂樹正隆・江本 勝：路面凹凸を考慮した橋梁の衝撃係数，土木技術資料，Vol. 20, No. 3, pp. 27-32, 1978. 3.

2) 山田靖則・大倉一郎・川谷充郎・福本嘯士：プレートガーダー橋の横桁連結部の動的応答実測，土木学会平成元年度関西支部年講概要，1-75, 1989. 5.

3) 横山功一・井上純三・永原 隆：道路橋床版の衝撃に関する実験，構造工学論文集，Vol. 35A, pp. 749-756, 1989. 3.

表-4 主桁下フランジのひずみ(応力)の衝撃係数

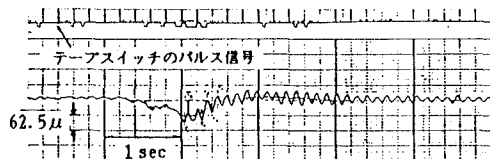
測定位置	振動数	走行ケース	σ (kgf/cm ²)	衝撃係数
外側主桁 G5 (水平方向)	2.94	B-G1-1	60.4	0.14
		B-G5-1	57.8	0.14
		B-G7-1	94.5	0.12
内側主桁 G4 (水平方向)	2.94	B-G1-1	47.3	0.16
		B-G5-1	52.5	0.20
		B-G7-1	102.4	0.18

表-5 床版のたわみの衝撃係数

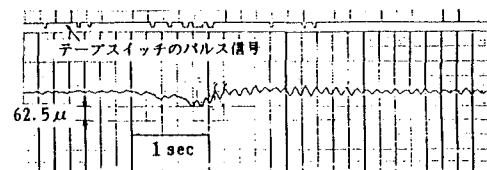
走行ケース	平均走行速度 (km/h)	衝撃係数	
		後軸(前)	後軸(後)
A-G1-1	27.7	—	0.13
A-G2-1	29.7	0.07	0.04
A-G3-1	35.0	0.16	0.09
A-G5-1	34.5	0.18	0.18
B-G1-1	34.7	0.07	0.02
B-G5-1	34.3	0.20	0.12
B-G7-1	34.8	0.36	0.22
B-G7-2	35.4	0.29	0.20

表-6 コネクションプレート端部(鉛直方向)の衝撃係数

走行ケース	衝撃係数			
	外側主桁 G5		内側主桁 G4 (G5側)	
	後軸(前)	後軸(後)	後軸(前)	後軸(後)
A-G1-1	0.17	—	—	0.14
A-G2-1	0.12	0.10	—	—
A-G3-1	0.27	0.23	0.13	0.14
A-G5-1	0.31	0.33	0.20	0.27
B-G5-1	0.35	—	0.20	0.13
B-G7-2	0.50	0.31	0.32	0.22



(1) 外側主桁 G5 コネクションプレートのスカーラップ部のひずみ(45°方向)



(2) 外側主桁 G5 腹板 P206側 (G4側)のひずみ(鉛直方向)

図-4 横桁連結部の高周波振動