

鋼床版部材を用いた輪重推定システムの開発

名古屋大学 学生員 小塩 達也

名古屋大学 正 員 山田健太郎

まえがき 橋梁構造物の維持管理の合理化のためには、路線毎の交通荷重を把握することが好ましいとされる。道路舗装上に埋設されるロードセル式の車両重量計は、走行車輛の通行を妨げずに軸重や頻度を測定できるが、システムが高価であることや、埋め込み式のため、橋面での作業が必要であること、橋面舗装に不整を生じる等の問題がある。この方法に対し、橋梁の部材で、自動車荷重によって生じるひずみ等を測定し、自動車走行による応答値から自動車荷重を推定する方法がある¹⁾²⁾。この方法は、汎用の計測機器を用いることから、コストが低く抑えられるが、解析方法等は測定する構造によって異なり、埋設軸重計のように広く普及するには至っていない。本研究は、鋼床版の部材に着目し、自動車荷重の通行時のひずみの時刻歴応答を測定し、これを解析することで、走行車輛の速度、軸距、走行位置、輪重などの荷重状態を推定し、交通荷重の実態を把握するシステムの構築を試みた。

測定方法 鋼床版縦リブ部材の曲げ応力は、部材直上を走行する自動車の輪重毎にピークを示す。この時刻歴応力波形を測定、解析することにより、輪重を推定する。測定対象橋梁は、橋長251mの三径間連続鋼床版橋であり、現在、日交通量約10万台、大型車混入率50%と厳しい交通条件下にある(図-1)。測定位置の床版パネルでの横リブ間隔は1.54m、縦リブは開断面のバルブプレートで、間隔は0.3mである。

主桁系の応力の影響を小さくするためと、自動車が伸縮装置を通過する際の衝撃の影響を小さくするために、測定位置を橋梁の出口側端部とした。また、ピーク発生の時間差より走行速度を推定するために、測定断面を2断面とした。橋軸直角方向の走行位置を推定するため、ひずみゲージは中央車線走行車輛の左輪付近にある6本の縦リブ下端に貼付した(図-2)。これにより、輪重位置に一番近いリブがピークを示すことになる。

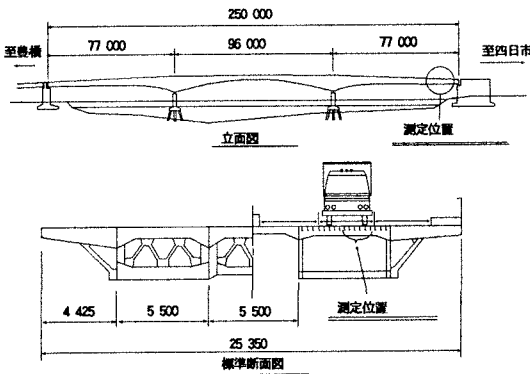


図-1 測定対象橋梁

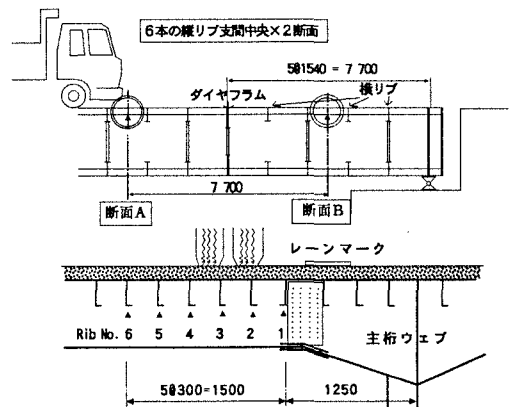


図-2 ゲージ貼付位置

推定システムを構築するにあたり、有限要素解析上で、主桁ウェブ間の床版パネルをデッキプレートシェル要素、縦リブ、横リブをオフセットビームとしてモデル化し、デッキプレート上に単位荷重を載荷、応力影響面を作成した。タイヤによる分布荷重の載荷面形状はシングルタイヤを 22×20 cm、ダブルタイヤを 22×20 cmを10cm間隔で2面と仮定した。なお、応力解析上では舗装は考慮していない。

推定方法 2断面、6チャンネルずつの応力波形を比較し、同じ車輪によるピークを判定、この時間差から走行速度を計算、各輪によるピークの時間差から軸間距離を計算する(図-3)。軸間距離から、車頭、タイヤ形状(シングルタイヤ、ダブルタイヤ)等を判定する。ピーク発生時刻で、隣り合うリブの応力分布

の形状と、走行位置を仮定した応力解析での分布形状を比較し、最小2乗法を用いて最も分布形状に近い走行位置をタイヤの推定走行位置とする（図-4 荷重車前輪の例）。各輪の軸距が十分離れていれば、各輪のピークは独立であり、推定した走行位置、タイヤ形状で1 tonfの輪重を与えた解析応力値と、ピーク時刻での実測応力値との比から、輪重を推定できる。軸距が短い場合は、各輪の干渉効果を解析応力値をもとに考慮し、各輪が単独で走行した場合の応力値を計算した後に、輪重を計算する。

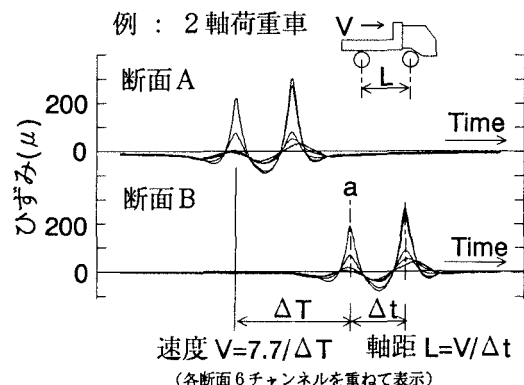


図3 荷重車によるひずみ波形の例

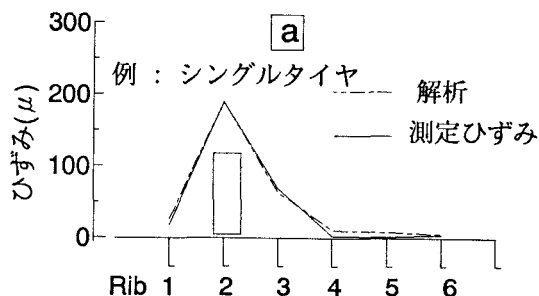


図4 荷重車前輪ピークにおけるリブの応力分布

推定結果 夏期に予備測定として、56ケース（このうち2軸、3軸荷重車で24ケース）、秋期には、50μをトリガーレベルとし、各ケース2.5秒間の24時間におよぶ自動測定を行った（3軸荷重車：12ケース）。自動測定は、トリガーレベルを超えるひずみを生じた車両について、2断面の縦リブのひずみ波形を2.5秒間測定するもので、1時間のうち、前半30分を測定、後半30分をデータ取り込みに当てた。推定による軸距の誤差は5%以下であった。荷重車の実測輪重／推定輪重平均の値は、夏期シングルタイヤで0.82、ダブルタイヤで0.83、秋期には1.00、0.97であり、また、各走行ケースの輪重値にして1トン程度のばらつきが見られた。このばらつきは、荷重車の緩衝装置上の荷重の上下動によるものと思われる。また、夏期と秋期の推定輪重値の違いは、アスファルト舗装の剛性がひずみ値に変化をもたらしたためと思われる。秋期の自動測定より得られた約5000ケース／12時間からの集計による、輪重頻度分布、走行位置頻度分布を図-5、図-6に示す。

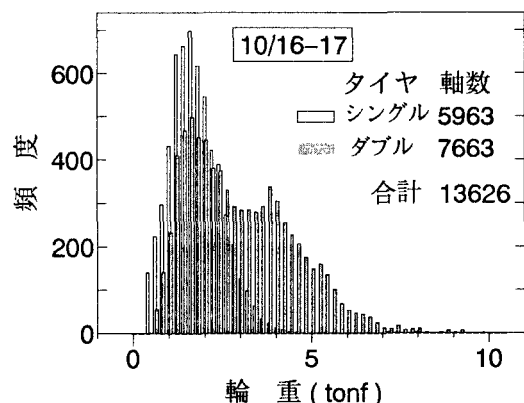


図5 輪重頻度分布

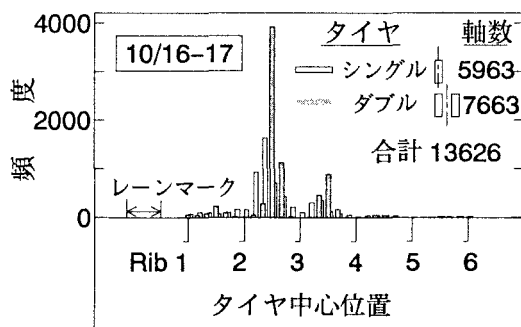


図6 走行位置頻度分布

まとめ 本研究で示した手法は、輪重値を推定するための着目点を、鋼床版部材の複数の縦リブのひずみ波形のみとし、輪通過時のピーク応力に着目した。これにより構造解析での応力性状の把握が容易になり、測定方法の簡素化や、自動測定・解析が可能であることを示した。さらに、通過車両の軸距、車速および走行位置を正確に捉えうることから、交通荷重実態の総合的な把握が可能である。

参考文献 1)三木、米田、村越、吉村：走行車両の重量推定、橋梁と基礎、1987-4、pp41-45

2)松井、EL-HAKIM：RC床版のひび割れの開閉量による輪荷重の測定に関する研究、構造工学論文集 Vol. 35A 1989-3、pp407-418