

都市高速道路の交通特性が鋼橋の疲労に及ぼす影響検討

阪神高速道路(株) 正会員 ○西岡 勉, 堀江 佳平

(株) 総合技術コンサルタント 正会員 明田 修, 渡邊 裕規

1. はじめに 図-1 に示す都市高速道路の車両・重量特性、車両配列特性、渋滞特性を交通調査データよりモデル化し、都市高速道路を想定した鋼橋に対して車両列載荷のモンテカルロシミュレーション(以下、シミュレーションと略す)を行う。得られた応力変動波形にレインフロー法を適用して応力範囲の頻度分布を算出し、線形被害則により累積疲労損傷度を推定する。鋼道路橋の疲労設計指針(以下、疲労指針と略す)¹⁾との比較から都市高速道路の交通特性が鋼橋の疲労に及ぼす影響について考察する。

2. 対象橋梁 対象とした橋梁を表-1 に示す。支間長に応じた少数I桁、細幅箱桁、鋼床版箱桁の3形式で往復6車線の高架橋である。シミュレーションでは、図-2 に示すように3径間連続桁の外桁及び内桁の側径間中央、中間支点、中央径間中央の曲げモーメントに着目し、車線毎の影響線を用いて車両列に対する応答を算出する。着目する溶接継手は、疲労照査で厳しくなる主桁ウェブと下側水平補剛材の溶接部(G等級)とする。

3. 交通特性のモデル化 車種分類と車種構成比を図-3 に示す。車種は、乗用車、中型車、大型車(2軸及びタンデム軸)、トレーラーに分類する。さらに、大型車(2軸及びタンデム軸)とトレーラーをそれぞれ、空車、積載車、過積載車の3種類に区分する。車種構成比は、大型車混入率の傾向が異なる日中・夜間(6-24時、大型車混入率40%)と深夜・早朝(0-6時、大型車混入率60%)で2種類設定する。大型車タンデム軸の場合の車重実測データと当てはめた確率分布モデルを図-4 に示す。渋滞特性として朝夕のラッシュ時に発生する通常渋滞と交通事故・道路工事等で発生する突発渋滞を考慮し、活荷重の載荷が厳しくなる走行状態の組合せ、渋滞の発生する時間帯、大型車混入率が異なる時間帯を勘案して、表-2 に示す4ケースの走行状態の組合せのシミュレーションを行う。また、渋滞を考慮しない場合として、表-3 に示す上下線とも通常走行する走行状態に対してもシミュレーションを行う。渋滞別の渋滞時間(車両列長)、走行速度の設定は文献 2)に示している。車両配列特性である車長と車間距離については、昭和57, 58年の阪神高速の交通調査データに基づく確率分布モデルとした。ただし、通常走行の車間距離は計画交通量(大型車38,000台/日)に整合するように設定している。

4. シミュレーション 上記の条件のもとに表-2, 3の合計6ケースに対してシミュレーションを行い、供用期間100年当たりの累積損

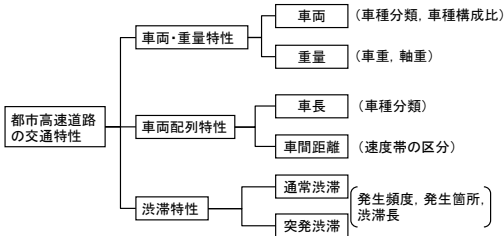


図-1 都市高速道路の交通特性

表-1 対象橋梁

上部構造の形式	車線数	支間長(m)		
		3@40	3@60	80+100+80
少数I桁	6	○		
細幅箱桁			○	
鋼床版箱桁				○

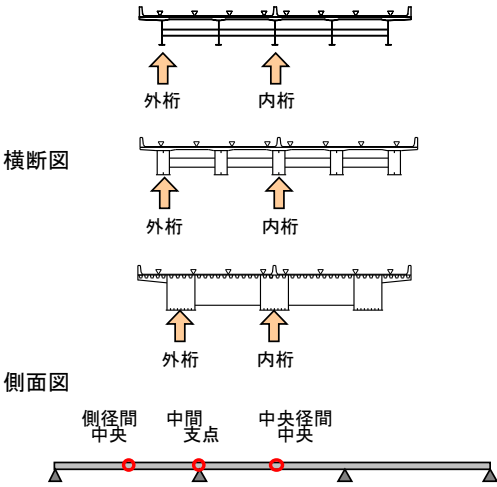


図-2 対象橋梁の着目点

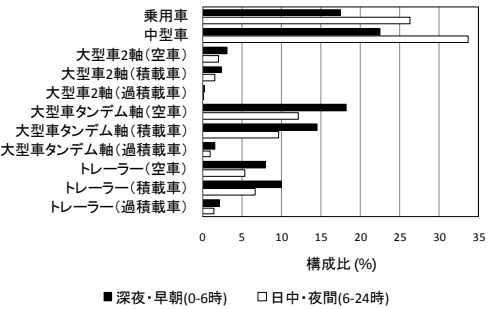


図-3 車種分類と車種構成比

傷度を計算して、疲労指針により算出される累積損傷度と比較する。シミュレーションの100年当たりの累積損傷度は、①「渋滞なし（通常走行のみ）」と②「渋滞考慮」の2パターンについて算出する。①「渋滞なし」では、シミュレーション期間を1年とし、日中・夜間(Case 7)と深夜・早朝(Case 8)の累積損傷度を100倍し、合計している。②「渋滞考慮」では、シミュレーション期間を100年、Case 1, 3, 4, 5は全て出現するとし、通常渋滞の継続時間を調整することで全体交通量を計画交通量に整合させた。シミュレーションと疲労指針による累積損傷度の比較を図-5, 6に示す。図-5が外桁、図-6が内桁の場合である。シミュレーションによる100年当たりの累積損傷度は最大3程度で、少数I桁の外桁中央径間中央で算定された。着目点別では、外桁、内桁とも中央径間中央の累積損傷度が大きく、中間支点では累積損傷度はゼロである。上部構造の形式別では、支間長の短い少数I桁で累積損傷度が大きい傾向がある。シミュレーションによる累積損傷度は疲労指針に比較して、少数I桁で大きく、細幅箱桁と鋼床版箱桁で同程度か小さくなる傾向があるが、累積損傷度の精度を考慮すれば有意な差でないと考えられる。シミュレーションの渋滞なしと渋滞考慮の比較では、少数I桁で渋滞考慮の方が累積損傷度が小さく、鋼床版箱桁で渋滞考慮の方が累積損傷度が大きい、有意な差ではない。累積損傷度が比較的大きい少数I桁の外桁中央径間中央の場合について、100年当たりの累積損傷度に占める各走行状態の比率を図-7に示す。渋滞考慮の通常渋滞と突発渋滞の合計の比率が $17.0+0.2=17.2\%$ であり、渋滞が累積損傷度に寄与する割合は大きくない。

5. まとめ シミュレーションによる累積損傷度は疲労指針の累積損傷度と比較して有意な差がないことが判明した。また、都市高速道路の渋滞が累積損傷度に寄与する割合は通常走行に比較して大きくないことがわかった。

参考文献 1) (社)日本道路協会：鋼道路橋の疲労設計指針, 2002.3, 2)西岡ら：交通調査データに基づく都市高速道路の活荷重に関する検討, 土木学会第64回年次学術講演会講演概要集 I-657, 2009.9

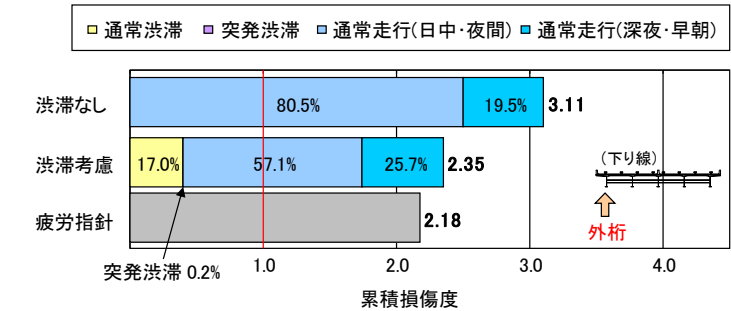


図-7 100年当たりの累積損傷度に占める各走行状態の比率(少数I桁, 外桁中央径間中央)

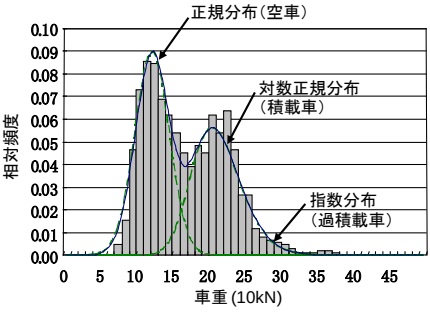


図-4 車重データと当てはめた確率分布モデル (大型車タンデム軸の場合)

表-2 シミュレーションで考慮する渋滞ケース

Case	渋滞種別 (上下線)	年発生数	時間帯	大型車 混入率
1	通常走行 通常渋滞	730	日中・夜間 (6-24時)	40%
3	通常走行 突発渋滞	8	深夜・早朝 (0-6時)	60%
4	通常走行 突発渋滞	75	日中・夜間 (6-24時)	40%
5	通常渋滞 突発渋滞	13	日中・夜間 (6-24時)	40%

表-3 シミュレーションで考慮する通常走行ケース

Case	渋滞種別 (上下線)	継続時間 (時間/日)	時間帯	大型車 混入率
7	通常走行 通常走行	18	日中・夜間 (6-24時)	40%
8	通常走行 通常走行	6	深夜・早朝 (0-6時)	60%

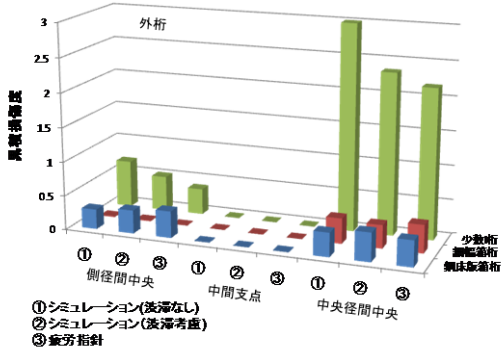


図-5 累積損傷度の比較(外桁)

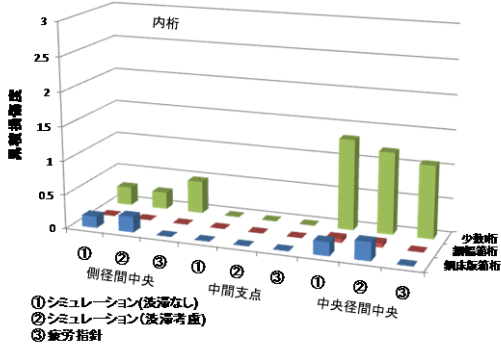


図-6 累積損傷度の比較(内桁)