[討議・回答]

時田英夫
永井政伸 共著
三木千壽

「交通データをベースとした首都高速道路の疲労環境の評価」への討議・回答

DISCUSSION/CLOSURE "EVALUATION OF FATIGUE ENVIRONMENT BASED ON TRAFFIC DATA FOR THE METROPOLITAN EXPRESSWAY"

(土木学会論文集, No.794/I-72 2005 年 7 月掲載)

▶ 討議者 (Discussion)

中村一平 (金沢工業大学)

Ippei NAKAMURA

首都高速道路をはじめとした重交通を担う道路における疲労問題は大変重要な研究テーマである。

近年、道路構造物にも疲労が原因と思われる損傷が目立ち始めており、適切な維持管理が求められている。

一方、公共事業費の削減や中長期的な予算管理の必要性が求められており、より一層の効率的かつ計画的な維持管理計画の策定が求められている。

論文は、2～3 年ごとに実施されている起終点調査 (OD 調査) から得られた大型車の走行経路と各料金所に設置されている軸重計により計測された軸重を組み合わせることにより、複雑なネットワークを形成する首都高速道路の交通状況を把握するものであると理解させて頂いた。

従来、疲労損傷の把握という観点では利用されることがなかった軸重計や OD 調査の結果など既存の設備や調査結果を用いることにより、多額の費用を使わず、かつ簡便に疲労環境を評価できることなど本論文により多大な成果を得られた著者らに敬意を表したい。

大型車交通量の多い路線が必ずしも規定軸重を超えた車両の走行が多い路線とは限らないことや首都高速道路を利用する車両の走行経路など興味深い内容も含まれていた。

ところで、論文に関して下記の質問についてご回答頂きたい。

- (1) 首都高速道路は、片側 2 車線と片側 3 車線の路線があるが、図-13 など片側 3 車線の路線については等価繰返し回数を 2/3 倍して 2 車線に換算しているが、実際の損傷発生状況と整合が図られているかを教えて頂きたい。
- (2) 1993 年に道路交通法が改正され、軸重違反者に対する罰則規定が強化されたため軸重違反車が減少したとの記載があるが、各料金所での軸重調査の結果でも軸重違反が減少しているのかを教えて頂きたい。
- (3) 図-18 の路線図に、開通から現在までの累加等価繰返し回数が見られているが、その累加等価繰返し回数と実際の損傷発生率との相関はどのようになっているかを教えて頂きたい。
- (4) 今後、本成果を実際の維持管理にどのように反映される予定なのかを教えて頂きたい。

また、実際の維持管理に適用される場合の課題についても教えて頂きたい。

(2006. 1. 23 受付)

▶ 回答者 (Closure)

時田英夫・永井政伸 (首都高速道路(株))・三木千壽 (東京工業大学)

Hideo TOKIDA, Masanobu NAGAI and Chitoshi MIKI

1. はじめに

今回、著者らの研究に対して貴重なご意見を頂くとともに、回答する場を与えられたことに対し、討議者及び関係各位に心から感謝の意をお伝えしたい。

2. 等価繰返し回数と損傷発生状況の相関

頂いた 4 つの意見の中で、『(1) 片側 3 車線の路線にお

いて等価繰返し回数を 2/3 倍して 2 車線に換算した時の実際の損傷発生状況との整合』と『(3) 累積等価繰返し回数と実際の損傷発生率との相関』については、いずれも今回の検討で算出された等価繰返し回数と実際の損傷状況の整合性に論点があるため、まとめて回答させて頂く。

損傷状況と等価繰返し回数との相関については、現在検討を行っている段階であり、今回これらについては明確な回答をすることはできない。また、片側 3 車

図-1 開通（1962 年度）～現在（2001 年）の累積等価繰返し回数

線の等価繰返し回数を $2/3$ 倍として扱っているのは、首都高速道路全体として、どの路線の疲労環境が厳しいかを相対的に比較するために近似的に用いたものである。

ここでは、まずこの問題について定性的な相関について述べさせて顶きたい。論文中に示したように累積等価繰返し回数が多い路線（図-1 参照）は、3 号渋谷線③、都心環状線C1、東京東地区の湾岸線Bである。3 号渋谷線③、都心環状線C1は、首都高速道路の中でも供用開始時期が古く、供用期間が 30～45 年を経過しており、大型車混入率も高い。鋼桁としては、RC 床版を有する I 桁が多く、主桁の支承周り、主桁と横桁の取付け部、下横構ガセットが取り付け主桁腹板等に、他路線に比べて多くの疲労亀裂が発見されている。また、これまでに報告されているとおり^{1),2)}、鋼製橋脚隅角部にも多くの損傷が発生している。

東京東地区の湾岸線Bは供用期間が 20～30 年であり、前述の 2 路線に比べれば比較的新しい路線である。構造としては、鋼床版箱桁が多く、近年、鋼床版トラフリブ、垂直補剛材上端など、鋼床版周辺に非常に多くの疲労亀裂が発見されている。論文中に示したように、湾岸線Bは他路線に比べて重量の大きな大型車が多数通行しており、等価繰返し回数と損傷状況に相関があることを裏付けていると考えられる。

鋼橋の疲労と荷重の関係を定量的に検討するには、疲労損傷の原因となった発生応力の影響線あるいは影響面から考える必要がある。例えば、鋼床版のデッキプレート周辺に発生する疲労亀裂の原因となる応力の影

響面は隣り合う縦リブと横リブの範囲であり、極めて狭い。そのような場合は輪の一つの載荷が 1 回の応力変動を生じさせ、しかも設置面積の関係から必ずしも大型トラックが厳しいとは限らないケースもある。横桁取付け部の疲労などのいわゆる変位誘起疲労についてはスパンが影響線長となるが、格子効果および床版による荷重分配効果により、必ずしも走行車線が厳しくなるとは限らない。さらには鋼製橋脚の横梁に関しては上下線分離の桁構造でモーメントが交番するようなケースもあり、そのような場合の荷重の範囲はその上に載っている桁のすべてとなる³⁾。このような状況から、今回の検討は全体の傾向を見ることが目的であり、個々の疲労損傷を議論するにはさらに詳細な取扱いが必要と考えている。

3. 各料金所における軸重違反車両数の推移

『(2) 各料金所における軸重調査結果』について述べる。図-2 には、1977 年から 2000 年に首都高速道路全体において計測された軸重 12t 以上の軸数と大型車交通量の推移を示す。また、図-3 には 3 号渋谷線③用賀本線料金所と 4 号新宿線④永福本線料金所において測定された軸重 12t 以上の軸数の推移を示している。上記の 2 路線は、それぞれ東名高速道路および中央自動車道からの流入が大部分を占める料金所である。首都高速道路全体では、供用開始以降大型車交通量が増加

図-2 首都高速道路全体の軸重違反台数と大型車交通量の推移

(a) 3号渋谷線用賀本線料金所

(b) 4号新宿線永福本線料金所

図-3 各料金所における軸重違反台数の推移

し続けているが、軸重違反車両は道路交通法が改正された1993年に急激に減少した。また、3号渋谷線³⁾用賀本線料金所では10万台前後あった軸重違反車両が、1993年以降、4万台以下、同様に4号新宿線⁴⁾永福本線料金所においても3万台以上から1万台以下と、それぞれ半分以上に減少した。この傾向は、軸重記録が残っている他の料金所においても同様である。

4. 今後の展望

『(4) 実際の維持管理への活用予定と課題』について著者らの考えを述べる。首都高速道路公団は2005年10月に株式会社に移行し、一層のコスト縮減が求められている。既設路線は現状の構造物を補修・補強により長期間安全に供用することが求められている一方で、維持管理費用の削減も強く求められている。予防保全等によるライフサイクルコスト縮減のためには、アセットマネジメント手法等を用いて計画的な補修計画を策定することが必要である。アセットマネジメントの基本を構成するのは点検から得られた損傷データであるが、点検もコスト縮減が要求されない聖域ではない。

現在、首都高速道路では交通量に関係なく、路線ごとに5年に1回の接近点検を行うことを基本としているが、コスト縮減が求められる中で、従前のような交通量に関係なく、全路線を同一頻度で点検を行うことは必ずしも効率的ではない。

第1の提案としては、今回の成果をもとに、累積等価繰返し回数が多い(=疲労環境の厳しい)路線においては点検頻度を増やし、逆に累積等価繰返し回数が少ない(=疲労環境が厳しくない)路線では点検頻度を減らすことが考えられる。

第2の提案としては、今後の点検データの蓄積により、損傷の発生時期や損傷の進展状況と累積等価繰返し回数の相関が明らかになれば、予防保全の要否、補修時期等についてアセットマネジメント手法の適用が可能となり、点検のみならず補修・補強工事のコスト縮減が図られると考えられる。

5. おわりに

実際の損傷発生状況との整合性を中心にご意見を頂いたが、現在、データを取りまとめている段階である。著者らもこの点については、当初から今後の検討課題としてあげていたことであり、今回のご意見を参考にし、検討を進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1) 森河久, 下里哲弘, 三木千壽, 市川篤司: 箱断面柱を有する鋼製橋脚に発生した疲労損傷の調査と応急対策, 土木学会論文集, No.703/I-59, pp.177-183, 2002.4
- 2) 三木千壽, 市川篤司, 坂本拓也, 田辺篤史, 時田英夫, 下里哲弘: 鋼製箱型断面ラーメン橋脚隅角部の疲労特性, 土木学会論文集, No.710/I-60, pp.361-371, 2002.7
- 3) Pengphon, S., Miki, C., Ono, S., Shimozato, T., Shibuya, A.: Cause Identification of Fatigue Cracks in Plate Girder-on-Steel Frame Pier Bridge, *Journal of Structural Mechanics and Earthquake Engineering*, No.759/I-67, pp.43-56, 2004.

(2006. 6. 8 受付)