

過積載車両の再配分シナリオが構造物の疲労損傷度に与える影響

名城大学大学院 学生会員 ○峯重 瑞紀
名城大学 正会員 小塩 達也

1.はじめに

鋼構造物の疲労損傷の要因を荷重の観点から考えるとき、疲労損傷の大きさが荷重の 3 乗に比例することを考慮すると、過積載車両の影響は大きいと考えられる。一方、過積載車両が輸送する貨物も国内の経済活動を支えていると考えるならば、過積載を減らし道路利用の適正化を図るには過積載車両が輸送する貨物を複数台の車両に分担、つまり再配分する必要がある。本研究では車両の車種や積載状態の違いによる構造物の疲労損傷への影響を相対的な疲労損傷度を定義することで分析する。過去に測定された大型車両の荷重データに対し過積載車両の貨物の再配分を行ない、再配分のシナリオが構造物の疲労損傷度に与える影響を分析した。

2.分析対象

長野県木曽郡国道 19 号の地藏橋で Bridge Weigh-in-Motion により測定された大型車両のうち、車両台数の多い 3 軸後タンデム車 58,328 台、4 軸前後タンデム車 30,183 台の荷重データを分析した。3 軸後タンデム車、4 軸前後タンデム車の形状をそれぞれ図-1、図-2 に示す。

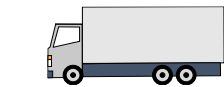


図-1 3 軸後タンデム車



図-2 4 軸前後タンデム車

3.分析方法

1) 積載状態の判定

空車、積載車両を示す総重量頻度分布の積載・空車の 2 つのピークに存在する車両群を抽出し、各軸の平均値を積載・空車の軸重パターンとして求めておく。判定する車両の軸重分布状態と積載・空車の軸重パターンを残差二乗和の大きさで比較し、残差二乗和が小さい方の値をその車両の積載状態と判定した。また、積載と判定した車両のうち、車両制限令、道路運送車両の保安基準をもとに軸重、隣接軸重、総重量のうち一つでも制限値を超えた車両を過積載車両と判定した。各種制限値の詳細を表-1 に示す。

表-1 各種制限値の詳細

軸重(t)		10
隣接軸重(t)	隣り合う車軸の軸距が1.8m未満	18
	隣り合う車軸の軸距が1.3m以上かつ隣り合う車軸の軸重がいずれも9.5t以下	19
	隣り合う車軸の軸距が1.8m以上	20
総重量(t)	最遠軸距が5.5m未満	20
	最遠軸距が5.5m以上7.0m未満	22
	最遠軸距が7.0m以上	25

2)過積載車両の再配分

過積載車両はいずれの制限値を越えているかで貨物を再配分する際に必要な車両の台数が異なる。総重量は制限値以内であるが、軸重または隣接軸重が制限値を越えている過積載車両の場合、貨物の積載位置の偏りを解消することで「1 台での再配分」が可能である。一方、総重量が制限値を越えている過積載車両の場合、法令上 1 台の車両では運送できない重量の貨物を積載しているため、「複数台での再配分」が必要となる。しかし、複数台での再配分は貨物の輸送コストの増大や道路上の渋滞発生確率の増加に寄与するため好ましくない。そこで、総重量が制限値を超えていても軸重及び隣接軸重を制限値以内にすることが可能な過積載車両については 1 台での再配分をするシナリオを別に用意した。例えば 3 軸後タンデム車の場合、軸重及び隣接軸重のみ制限値を遵守するならば総重量の上限値は 30 トンであり、過積載車両の総重量が上限値以内であれば 1 台での再配分をした。しかし実際には、すべての車軸に均等に荷重を配分することは困難であるため、実際の総重量の上限値を測定データ中から検索した結果、3 軸後タンデム車は 28 トン、4 軸前後タンデム車は 33 トンであった。よって本研究では、総重量の制限値あるいは上限値を基準にして過積載車両を再配分する、以下の 2 つのシナリオと現状を比較する。

- ・すべての制限値を遵守する再配分（規制遵守モデル）
- ・軸重及び隣接軸重の制限値のみ遵守する再配分（規制緩和モデル）

キーワード：過積載、疲労損傷、Weigh-in-Motion、再配分

連絡先：〒468-0073 愛知県名古屋市天白区塩釜ロー一丁目 501 名城大学天白キャンパス TEL052-832-1151

なお、貨物を複数台の車両に再配分する際の 1 台ごとの配分量については、元の車両に総重量の制限値まで貨物を積載し、残りの貨物を追加した元の車両と同車種の空車に積載した。以上の再配分をプログラム上では、過積載車両の荷重データを測定データ中に存在する再配分の条件に合う積載車両の荷重データに置換した。

3) 疲労損傷度の計算

構造物の疲労損傷度の計算には疲労強度、荷重、繰返し数の 3 要素を知る必要があるが、本研究では車両の車種や積載状態の違いが構造物の疲労損傷度に与える影響の程度を比較することを目的に、鋼構造物において疲労損傷の大きさが荷重の 3 乗に比例することを考慮し、(1)式のように車両ごとの相対的疲労損傷度を計算した。荷重範囲とその繰返し数は、影響線の長さを 20m、縦距の最大値を 1 とした曲げモーメントの影響線に対象車両の荷重を載荷して荷重の変動波形を求め、レインフロー法により計数する。

$$D = \sum w^3 \cdot n \quad (1)$$

D : 疲労損傷度, w : 荷重範囲, n : 繰返し数

4. 分析結果

3 軸後タンデム車、4 軸前後タンデム車の現状の総台数を 1 万台とした過積載車両の再配分による相対変化をそれぞれ図-3、図-4 に示す。また、現状の疲労損傷度を 1 とした相対変化をそれぞれ図-5、図-6 に示す。なお、空車については疲労損傷度に大きく影響しないこと、貨物を運送していないことから除外した。一部の規制を緩和した再配分の結果、3 軸後タンデム車の総台数は 1 割程度増加し、疲労損傷度は 11% 低下した。これは過積載車両の 3 割程度が複数台での再配分を必要とした、つまり総重量の上限値を超えていたことを示す。一方、4 軸前後タンデム車の総台数は 62 台増加し、疲労損傷度は 3% 低下した。これは 3 軸後タンデム車と比較して総重量の制限値は同様であるが、上限値が大きいためほぼ全ての過積載車両が 1 台での再配分が可能であったことを示す。

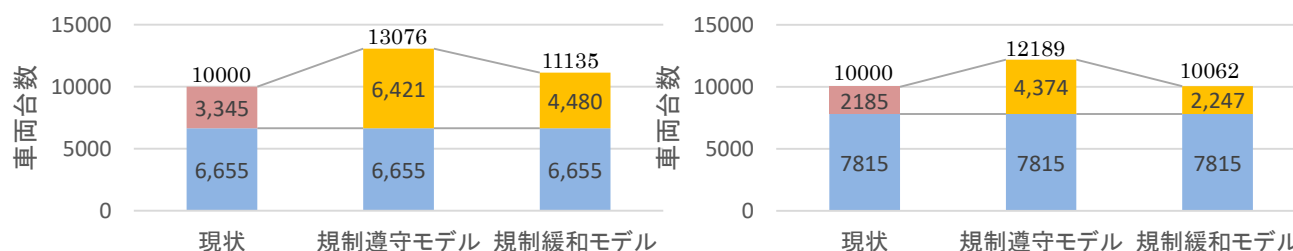


図-3 3軸後タンデム車の車両台数の相対変化

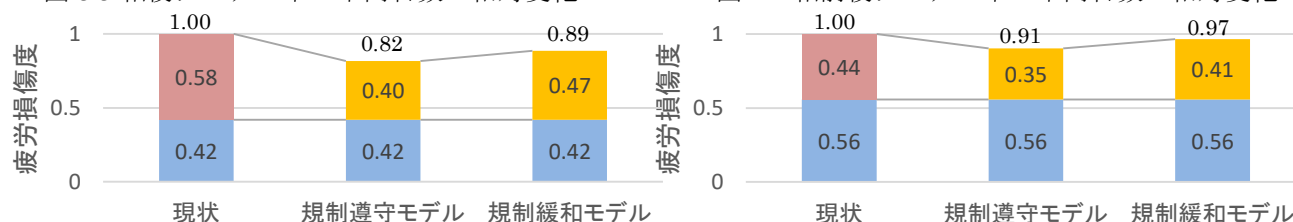


図-4 4軸前後タンデム車の車両台数の相対変化

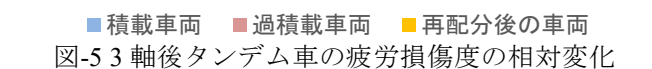


図-5 3軸後タンデム車の疲労損傷度の相対変化

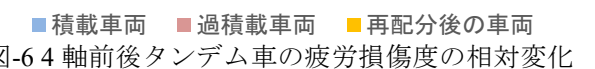


図-6 4軸前後タンデム車の疲労損傷度の相対変化

5. まとめ

本研究では 3 軸後タンデム車、4 軸前後タンデム車の荷重データに対し過積載車両の再配分を行い、車両ごとの相対的な疲労損傷度と車両台数の変化を分析した。分析の結果、現状では貨物を運送する車両の 2、3 割程度が過積載車両であり、すべての制限値が遵守されるように貨物を再配分することで疲労損傷度の 9~18% の低下が確認された。一方、総台数の 2、3 割程度に相当する車両を追加する必要があることが判明した。軸重及び隣接軸重の制限値のみ遵守する再配分をした場合も疲労損傷度の 3~11% の低下が確認され、追加する車両の台数は総台数の 1 割程度で済むことが判明した。また、軸数と総重量の制限値の関係から構造物の疲労損傷に対して厳しい積載状態になる車種が存在することが示唆された。今後は疲労損傷度の低下がより顕著になると予想されるアスファルト舗装や鉄筋コンクリート床版についても分析してゆく予定である。