

過積載車両の再配分を考慮した構造物の疲労損傷度の分析

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度への影響の程度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、再配分前後の相対的な疲労損傷度および車両台数の変化を分析した。

2.分析対象

長野県木曽郡国道19号の地蔵橋で 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、積載状態別総重量頻度分布をそれぞれ図-3、図-4 に示す。

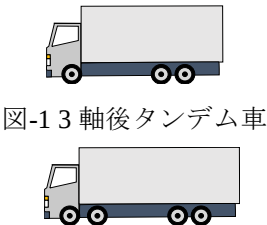


図-1 3軸後タンデム車

図-2 4軸前後タンデム車

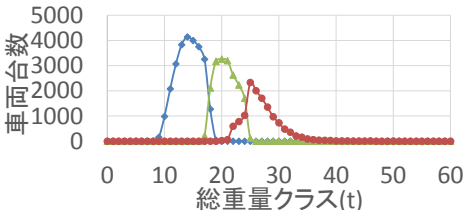


図-3 3軸後タンデム車の積載状態別総重量頻度分布

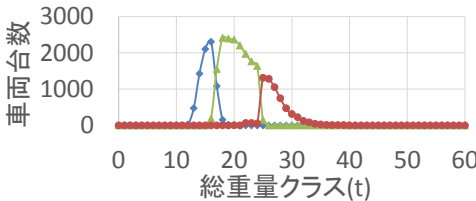


図-4 4軸前後タンデム車の積載状態別総重量頻度分布

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と比較し、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、車両総重量は制限値以下であるが、軸重または隣接軸重のみ制限値を超えている車両(軸重による過積載)と、総重量が制限値を超えている車両(総重量による過積載)の2つの種類がある。軸重による過積載の場合、貨物の積み方を変えることで過積載状態が解消され则认为。総重量による過積載の場合、貨物を複数台の車両に分担させることを考え、制限値ぎりぎりの総重量をもつ車両1台と、超過分の貨物を空車に積載した分の総重量をもつ車両1台に置き換える。これらの置き換えは、それぞれの条件の総重量を持つ車両を測定データから抽出して、対象車両のデータを置換することで行なう。軸重による過積載車両の再配分のイメージを図-5に、総重量による過積載車両の再配分のイメージを図-6に示す。

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丁目 501 名城大学天白キャンパス TEL052-832-1151

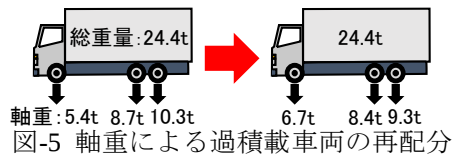


図-5 軸重による過積載車両の再配分



図-6 総重量による過積載車両の再配分

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、溶接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再配分前の積載状態別車両台数の合計を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-7、図-8に示す。再配分後の過積載車両のみの台数変化をみた場合、車両台数は3軸後タンデム車で1.9倍、4軸前後タンデム車で2倍に増加した。これは3軸後タンデム車に軸重による過積載車両が1割存在することを示している。また全体の車両台数は両車種ともに1.2倍に増加した。

3軸後タンデム車、4軸前後タンデム車の再配分前の積載状態別疲労損傷度の合計を100%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-9、図-10に示す。両車種の再配分前の過積載車両による疲労損傷度は40～50%を占めており、疲労損傷度の40～50%が20%程度の台数の車両で生じていることになる。再配分後には全体の疲労損傷度に対して疲労損傷度は3軸後タンデム車で13.6%、4軸前後タンデム車で8.0%減少した。

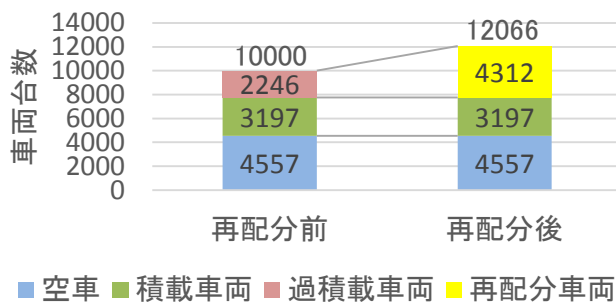


図-7 3軸後タンデム車の車両台数の相対変化

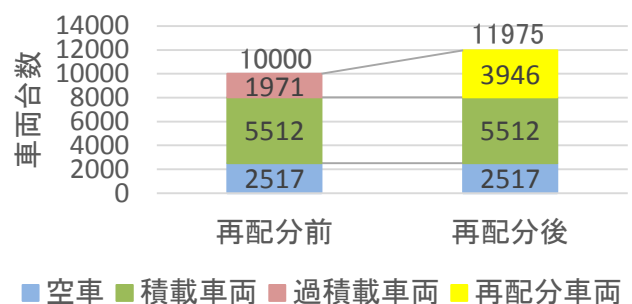


図-8 4軸前後タンデム車の車両台数の相対変化

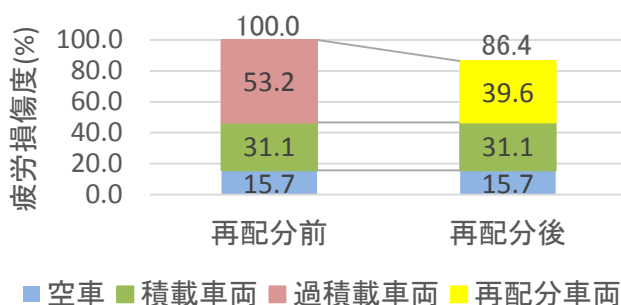


図-9 3軸後タンデム車の疲労損傷度の相対変化

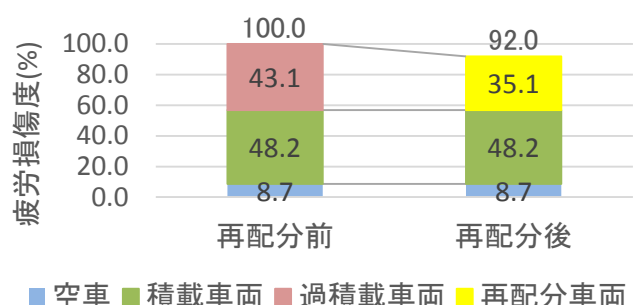


図-10 4軸前後タンデム車の疲労損傷度の相対変化

5. まとめ

本研究では3軸後タンデム、4軸前後タンデム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、現状では総台数に対し20%ほどの台数の過積載車両が全体の疲労損傷度の40～50%を占めているが、これを再配分すると、車両台数は1.2倍に増加し、疲労損傷度は8～13%程度減少することが判明した。今後は、分析対象の車種や測定地点を増やし、再配分のシナリオを複数用意するなど詳細に分析してゆく予定である。