

CS-36

路線別設計T荷重と床版設計のための載荷方法に関する検討

大阪大学工学部 フェロー 松井繁之 大阪大学工学部 学生員 高林和生
 ショーボンド建設 正 員 平塚慶達

1. はじめに

一般に橋梁部材の設計を支配するような限界状態や破壊に対する橋梁部材の安全性に関しては、供用期間における最大活荷重作用が重要な要因になる。さらに、床版に関しては繰り返し載荷による疲労が問題となる。これまでに最大活荷重や、疲労を評価するための種々のシミュレーション解析が広くおこなわれてきた。しかし、対象期間が長くなると、計算時間が膨大になる。今回は、従来と同じように RC 床版の設計荷重を実測による荷重特性に基づいたごうりてきなものにする検討をした。本研究では複数車線を有する橋梁について着目車線の荷重列については単位時間当たりの最大応答値を与える軸重を載荷し、隣接する車線の荷重列については前者との同位置から実走行時の速度差、若干の到達時間差等のばらつきを考慮して、ある範囲にある極大の軸重を持つ車両を強制的に移動させ、着目車線の最大軸重と同時載荷させるという効率化を考えた。また、本研究では路線種ごとの荷重体系の違いをシミュレーションに用いる確率密度関数で考慮することとした。

2. 評価方法

単位時間当たりの軸重分布が $g_x(x)$ というある分布形にしたがっていると仮定すると、単位時間当たりの最大値 $f(x)$ が確率変数であり、それ自身の確率分布を有する。サイズ n の各標本の観測値を $g_x(x) = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ とすると、一つの標本の最大値 $Y_n = \max(x_1, x_2, \dots, x_n)$ となる。いま、 $x_1, x_2, \dots, x_n$ は統計的に独立であり、変量 x と同一の確率分布形と仮定すると、 Y_n の分布関数 $F_{Yn}(y)$ は、

$$F_{Yn}(y) = \{G_x(y)\}^n$$

と考えることができる。

$g_x(x)$ を構成する軸重の基本データは車種別に求められており、それぞれの確率密度関数を $f_i(x) (i = 1, 2, \dots)$ 、車種別混入率を m_i とすると、その路線全体の軸重の確率密度関数 $g_x(x)$ は次のようになる。

$$g_x(x) = \sum (f_i(x) \cdot m_i) \quad (i = 1, 2, \dots)$$

シミュレーション解析で検出する最大値は単位時間当たりのその車線での最大値であるから、具体的には $g_x(x)$

を用いて最大値の分布形を作成することにほかならない。各車種において総重量特性が双峰分布であるものは積載車と空車に分類した。実際には単位時間当たりの最大値を与える車種は積載車であるから、 $f_i(x)$ は積載車のみを考えた。湾岸産業道路において $g_x(x)$

の一例を図 1 に、 $f_{Yn}(y)$ の一例を図 2 に示す。

3. 渋滞荷重列による T 荷重の照査

2 の解析方法に基づいて、3 路線の最大値確率

密度関数あるいは分布関数から種々の限界値を求めた結果を表-1 に示す。多数の実測で観測された最大値は

キーワード：床版クラック法、路線別設計荷重、T 荷重

連絡先：吹田市山田丘 2-1 大阪大学工学部土木工学科

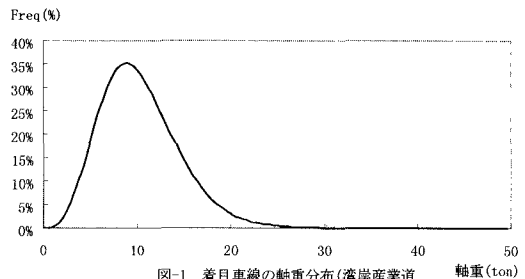


図-1 着目車線の軸重分布(湾岸産業道路)

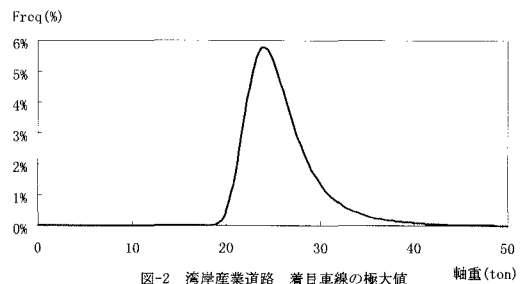


図-2 湾岸産業道路 着目車線の極大値

	表-1 着目車線の特性値 (ton)				
	平均値	超過確率 10%	超過確率 5%	超過確率 1%	超過確率 0.1%
湾岸産業道路	25.64	30.47	33.10	40.07	51.70
重交通路線	17.57	21.46	23.30	27.72	34.60
一般道路	17.79	21.46	23.15	27.29	34.23

32.6tonであり、これを大きく越えるような値を設計荷重として用いることは妥当ではない。この最大値を制限値と考えれば湾岸産業道路の着目車線の設計荷重は、特性値 33ton と考えてよいであろう。重交通路線、一般道路についても同じ超過確率 5%の特性値を採用してよいと考える。これらの路線による実測による最大値はそれぞれ 25.0ton、24.8ton であったが、測定誤差、衝撃の影響を考えると、解析結果の 23ton を採用して良いと考える。また、著者らはタンデム軸に対して、示方書のような換算軸重を用いず、タンデム軸の 2 軸を同時載荷をする事を提案したい。

4. 載荷方法に関する考察

複数車線の同時載荷を考える場合、3 での設計荷重を示方書のように載荷すれば非常に過酷な断面力を発生することとなるため、シミュレーションによって隣接車線に同時載荷される軸重の頻度分布を求める。このとき、到達時間差やすれ違いなどを考慮して、ある範囲内の最大軸重を持つ車両を着目点に強制移動する効率化を考えた。また、設計荷重は 1 年に 1 回程度発生するような、まれにみる確率で決められるべきであるとして、一年間の渋滞時間の単位時間数を T、着目車線、隣接車線の単位時間当たりの設計荷重超過確率をそれぞれ α 、 β 、考慮したすれ違い台数を N として、着目車線と隣接車線の組み合わせを考えた場合、次の式ようになる。

$$\frac{1}{T} = \alpha \cdot \beta \cdot \frac{1}{N}$$

表-2 隣接車線 超過確率 16%の値 (ton)

湾岸産業道路	重交通路線	一般道路
16.19	10.76	10.88

ここでは、 $T=365(\text{日}) \times 2(\text{回}) \times 2(\text{時間})=1460$ 、着目車線の超過確率 α は 5%を採用するものとし、すれ違い範囲は $\pm 100\text{m}$ として、N は 13 台を用いた。結果、隣接車線の超過確率は 16%となり、各路線の超過確率 16%の値は表-2 のとおりになった。したがって各路線とも隣接車線の荷重は、着目車線の 50%程度と考えられる。

隣接車線についても、着目車線と同様タンデム軸載荷を考慮し、同じ荷重を 1.3m 後方に載荷するものとする。

5. 床版の設計曲げモーメントによる比較

4 で求めた各路線別の設計荷重を 2.4m、4m、6m の橋梁モデルに載荷することにより、床版の曲げモーメントについて現行の設計荷重との比較をおこなった。ここで、着目する曲げモーメント M を示方書による設計曲げモーメント M^* で除し、これを曲げモーメント比 Y と定義するものとした。

表-3 設計曲げモーメント式による曲げモーメント比の比較

床版支間		湾岸産業道路	重交通路線・一般道路
2.4m	端支間	2	1.33
	中央支間	2.04	1.53
4m	端支間	1.92	1.28
	中央支間	1.97	1.31
6m		1.89	1.26

*衝撃の影響を含む

本解析で求めた設計荷重による曲げモーメント M はタンデム軸の両軸が同じ軸重を有するものとし、橋軸直角方向には着目点の横方向影響値で載荷可能な整数台の軸重を載荷することにした。結果を表-3 に示す。これより、床版の設計曲げモーメントは、示方書による設計曲げモーメント式によるものに比べて湾岸産業道路では 2 倍、重交通路線・一般道路では 1.35 倍程度を考える。

6. まとめ

床版設計をおこなう際の T 荷重について、活荷重シミュレーションをおこなわずに確率密度関数から誘導する方法を示した。また、床版の設計曲げモーメントの算出に当たっては、複数車線の場合、設計荷重とそれを逓減した荷重の同時載荷を考えるべきであると考え、効率化シミュレーション解析をおこない、低減率を検討した。この結果を用いた曲げモーメントと現道路橋示方書によるものとの比較をおこない、実測活荷重を考慮した場合、床版の設計曲げモーメントは、示方書のものと比較して湾岸産業道路において 2 倍、重交通路線・一般道路において 1.35 倍を採用することを提案する。