

金沢大学 正員 城戸隆良

金沢大学 正員 小堀為雄

金沢大学 正員 近田康夫

朝日エンジニアリング株式会社 正員 津田和俊

1. まえがき

既存の道路橋は通過交通に対して供用中の安全性・使用性を確保する必要がある。そのため、通常の点検はもちろん、定期的な点検調査、診断を行うことが必要である。定期的な診断のひとつとして耐荷力診断の意味から、その橋の現状を把握し、橋の基本的な耐荷力を知ることが重要である。そこで本報告では、トラス橋を事例として耐荷力に関した一評価方法の応用を試みたのでその検討方法を示す。

2. 修正基本耐荷力の計算

統計的な種々の特性値を平均値 μ と変動係数 V で検討する2次モーメント法を用いた修正基本耐荷力 P' の算定式は

$$P' = 20 \frac{K_R \sigma_a - (K_{S2} \sigma_d + K_{S3} \sigma_w)}{K_{S1} \sigma_{20}} \quad (1)$$

として今回、(その1)で提案した¹⁾。従来、提案されてきた基本耐荷力 P ²⁾の指標については別途文献³⁾で基本的な性格を示した。式(1)では群集荷重応力度 σ_w を含んでいるが歩道併用のトラス橋(図一1)を対象としたからである。それぞれの応力度に補正係数 K を与えているが、実際に各 K を決定するには検討すべき項目が多い。ここでは図一1の主構部材 L 、 V 、 D 、 U を対象に式(1)の応用例を示す。式(1)は各 K の内容¹⁾から、

$$P' = 20 \frac{(\prod_{i=1}^4 \mu_{Ri} \phi_{Ri}) \sigma_y / 1.7 - (\mu_{S2} \tau_{S2} + \mu_{S3} \tau_{S3})}{\mu_{S1} \tau_{S1}} \quad (2)$$

と書き表わすこともできる。 ϕ_R は抵抗係数、 τ_S は荷重係数に相当し、各平均値 μ へのばらつき補正を行うことを示す。ばらつきの隔たり度合を安全性指標 β で示し、 ϕ_R および τ_S は、

$$\phi_{Ri} = \exp \{-\alpha \beta V_{Ri} \alpha_R\} \quad (3)$$

$$\tau_{Si} = \exp \{+\alpha \beta V_{Si} \alpha_S\} \quad (4)$$

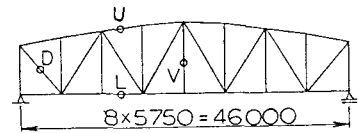
で示した¹⁾。 α と β は、一般的に0.75と3であるので本例でも同様とした。式(2)に代入する諸データは、表一1、表一2、および表一3のように仮定した。具体的には、定期的な点検調査、試験調査結果、および文献⁴⁾の統計的資料から推定した値である。

3. 耐荷力評価

以上のようなデータを基に、各部材の P' を求めた。結果を表一4に示す。この P' は文献²⁾でいう供用荷重に相当する。

ケース1は架設時(設計自動車荷重13t)に対する結果である。下弦材 L の P' は大きな値となった。これは床組の合成作用があるためと考えられる。垂直材 V は基準20tより特に小さい。

ケース2は現状を想定したものである。外観調査の結果を基に腐食による断面減少を下弦材に5%、垂直材、斜材に2%を仮定し、上弦



図一 対象としたトラス橋

表一 強度に関するデータ

因子	平均値	変動係数
部材降伏点強度 (SS41) σ_y	2900 kg/cm ²	5~10%
部材寸法 (公称値で基準化)	1.0	2~5%

表二 静的載荷試験結果 (実測ひずみ/計算ひずみ)

部材	下弦材	垂直材	斜材	上弦材
平均値 M	0.48	0.55	0.77	0.96
変動係数 V	0.19	0.44	0.18	0.04

表三 代表値

部材強度	$\mu_{R1}=1.0, V_{R1}=0.075$
部材寸法	$\mu_{R2}=1.0, V_{R2}=0.05$
腐食	腐食量を段階づけて仮定 $\mu_{R3}=1.0 \sim 0.9, V_{R3}=0.05$
品質・施工管理	$\mu_{R4}=1.0, V_{R4}=0.05$
活荷重	表二の結果 ($\mu_{S1}/\sigma_{20}=M$) および図一2の結果を考慮
死荷重	死荷重変化を段階づけて仮定 $\mu_{S2}/\sigma_d = 0.95 \sim 1.10$ $V_{S2}=0.05$
群集荷重	日常の状態について仮定 $\mu_{S3}/\sigma_w = 0.3, V_{S3}=0.1$

材は0%とした。死荷重については、補助縦桁の追加、およびアスファルト舗装のオーバーレイによる増分が見られたので、その補修による増分を考慮した。現状では垂直材VのPが約10tとなった。

ケース3は将来を想定したもので、将来も腐食が進むと仮定し、腐食による断面減少を下弦材に10%、垂直材、斜材に5%、上弦材に2%を仮定した。この場合、4部材とも20t以下となった。

以上で求めた修正基本耐荷力 P' は設計活荷重 $T L-20$ に対する値である。補修対策を講ずる場合、その橋の安全性に対する重要度も考慮する必要がある。そこで活荷重の生起性について検討を行った。活荷重の再現は、交通状況調査の結果から車両重量分布を推定し、自動車荷重列のシミュレーションを計算機で行った。重量分布として小型車（平均2.72t、標準偏差1.08t）、大型車（平均14.44t、標準偏差4.23t）の各正規分布を仮定した。計算は、大型車混入率をパラメーターとした。図-2は再現された渋滞時での各部材の活荷重応力を極値理論を用いて整理したもので、横軸に大型車混入率、縦軸に結果を設計活荷重応力との比をとって示した。なお、調査結果では本橋の大型車混入率は1日単位で6%、1時間単位で最大18%程度であった。渋滞は朝夕のピーク時に生ずるが、日中も交通量が多く信号待ちなどでよく渋滞する。このような現状であるが、図-2の結果から判断すると本橋では $L-20$ に相当する載荷状態の生起性は非常に低いと考えられる。そこで、図-2の結果を式(1)の K_{S1} に含めた場合、本橋は表-5のように現在の交通状況のケース2'に対しては安全であるという結果が得られたが、将来のケース3'に対しては不安が残る結果となった。何らかの補修対策を考えてみる必要がある。

表-4のケース4は現在のRC床版を鋼床版に取り替えた場合を想定したものである。垂直材VのPが約12tであるが、図-2を考慮した場合、表-4で示す将来のケース3に同様のことを考えた表-5のケース4'のように、将来に対しても安全であるという計算結果になった。床版の補修を考えた鋼床版使用は、主構の耐荷力そのものを直接増すものではないが、床版の耐荷力を増加させるとともに死荷重が減少し、その結果、主構にも間接的効果が得られるものと考えられる。

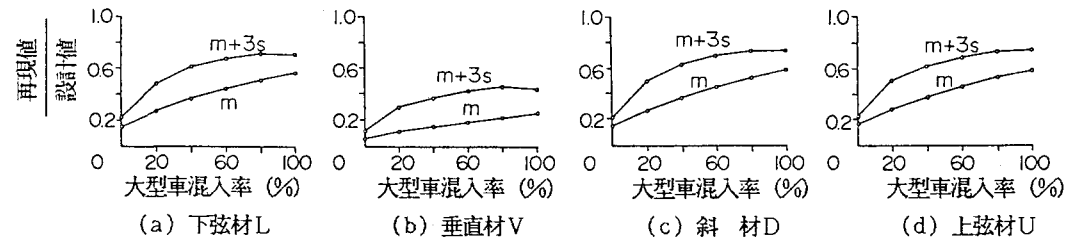


図-2 活荷重応力の再現 (m：平均値，s：標準偏差)

4. あとがき

本研究ではトラス橋を事例として修正基本耐荷力 P' の応用を行い、基本的耐荷力評価を行ってみた。計算においては各特性値の把握が難点となるが、本例のように既存のデータや試験調査結果などの利用で仮定を行えば、基本的耐荷力の検討が可能と考えられる。

参考文献

- 1) 近田，他：既存橋の耐荷力評価法に関する研究（その1：信頼性理論の応用）
- 2) 日本道路協会：道路橋補修便覧，昭和54-2
- 3) 小堀，他：橋梁診断の基礎概念と既存橋の診断例について，第29回構造工学シンポジウム，1983-2
- 4) 日本鋼構造協会：鋼構造物の安全性・信頼性

表-4 修正基本耐荷力 $P'(t)$

部材 ケース	下弦材 L	垂直材 V	斜材 D	上弦材 U
1	30.4	12.1	17.7	25.5
2	16.5	10.5	11.8	20.8
3	10.8	9.8	9.8	19.3
4	29.4	12.3	19.1	28.1

表-5 現状の活荷重状態を考慮した $P'(t)$
(大型車混入率20%を仮定)

部材 ケース	下弦材 L	垂直材 V	斜材 D	上弦材 U
2'	32.0	27.3	22.8	40.7
3'	21.1	25.4	19.0	37.8
4'	46.0	29.9	33.2	52.3