

北海道開発局土木試験所 正員 前川 静男
正員 藤井 卓
正員 太田利隆

まえがき：旧設計荷重で設計された橋は、現在全国で供用されている道路橋の60%をこえると言われ
るが、これらの耐荷力を決めることは道路管理上不可欠のことである。既設道路橋の耐荷力について
鋼橋¹⁾および木造橋²⁾については、既に算定方法が提案されているが、RC橋については筆者らが提案し
た簡易方法³⁾がある程度である。本文では建設後30年程度を経た支間5~15m、幅員6m程度、主桁3
~5本、中間横桁1本および端横桁を有する単純RC T桁橋の耐荷力算定方法を求めるための基礎資
料をうる目的で、コンクリート強度鉄筋の降伏点強度鉄筋の断面損失率および輪荷重位置などの調査
資料にもとづいて、これらをランダム値として扱い耐荷力を求め、既設RC橋の耐荷力に及ぼす要因
について検討を加えたものである。

解析方法：橋の破壊基準を使用限界状態にとり、渋滞を生じていない通常時を考え車間距離を7.0m、
車軸間隔を4.0m、車輪間隔を1.75mとして、橋の破壊形式を図-1のように仮定する。主桁、横桁およ
び床版の終局曲げ強度を夫々 M_B 、 M_D 、 M_S 、横桁のネジリ強度を T_D とすれば、破壊形式①に対する終局
強度は、
$$P_{U1} = [4 \cdot M_B / L + (M_{DP} + M_{DN}) / B + 4 \cdot T_D / L + L(M_{SP} + M_{SN}) / B + 4 \cdot 5 \cdot M_{SL} / L - DL1] / C_{WB}$$

ここに添字のP,Nは正負を、添字のLは橋軸方向を、L,Bは夫々支間および主桁間隔を、DLは死荷重
相当の強度を表わす。 C_{WB} は前輪荷重の影響を表わし、前輪荷重を後輪荷重の1/4とすれば、 $C_{WB} = 5/4 -$
 $WB / (2L)$ となる。 WB は車軸間隔を表わす。一方破壊形式②に対する終局強度は、次式で表わされる。

$$P_{U2} = [4 \cdot M_B / L + 2(M_{DP} + M_{DN}) / B + 8 \cdot T_D / L + 2L(M_{SP} + M_{SN}) / B + 8 \cdot 5 \cdot M_{SL} / L - DL2] / C_{WB}$$

破壊時において主桁と横桁および床版との連結をヒンジとみなして荷重分配を行なえば、外桁が形式
①によって破壊する場合の車軸荷重 $TL1$ は次のようになる。

$$S_L, S_R \leq (BC + B) \text{ のとき}$$

$$TL1 = P_{U1} \cdot B / [0.4(2A + 2B + 2BC - C - W)]$$

$$S_L \leq (BC + B), S_R \geq (BC + B) \text{ のとき}$$

$$TL1 = P_{U1} \cdot B / [0.4(A + B + BC - 0.5 \cdot W)]$$

ここに S_L, S_R は地覆内面から左側および右側車輪中心までの距離

Aは道路中心から左側車輪中心までの距離、BCは地覆内面から外桁中心までの距離、Cは車輪間隔、
Wは幅員を表わす。中桁のオ2、オ3桁についても夫々 $TL2, TL3$ が求められる。

耐荷力の算定：廢橋になったRC橋の調査結果によれば、各橋のコンクリート強度の分布はほぼ正規
分布と考えられ、また鉄筋の降伏点強度は各橋からランダムに同数の試験値をとり、昭和初期から20
年代に作られた鉄筋を1ロットに扱えば、その分布はほぼ正規分布となる。カブリコンクリートの損
傷状態を①縦ヒビワレが発生していない②発生している③部分的にハクリしている④全面的にハクリ
している、と分類して鉄筋の断面損失率を調査した結果を状態①②および③④と夫々まとめて整理す

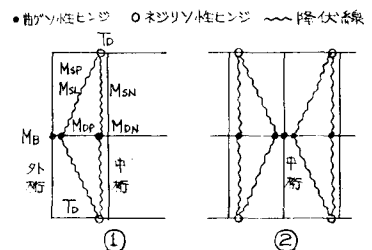


図-1 破壊形式

ると、その分布は状態①②についてはほぼ指数分布があてはまる③④については資料数が不足のため再検討を要する。一方、輪荷重の通過位置は、全国調査によりほぼ正規分布することが知られている。コンクリート強度鉄筋の降伏点強度鉄筋の断面損失率および車両通行位置の確率分布を既知とした場合、耐荷力算定手順は(1)材料強度および鉄筋の断面損失率の確率分布に従った乱数を発生させその値を求める(2)各部材強度を計算(3)破壊形式①に対してはオ1枚外桁で破壊する場合の強度 $PU1$ を、また形式②に対してはオ2,3桁(中桁)の場合の強度 $PU2, PU3$ を計算(4)左側車輪の位置を破率分布に従って乱数を発生させその値を求める(5)各々の PU に対する終局車両荷重 $TL1, TL2, TL3$ を求め、これらの最小値を以て耐荷力とする。以上のステップをくり返すことにより耐荷力のランダムサンプリングを行なうことができる。

計算例および考察：例として図-2に示す支間11.2mの橋について耐荷力を求めると、その確率分布は図-3に示すようにほぼ正規分布となる。耐荷力に寄与する各部材の影響を図-4に示す。これより各部材の全耐荷力への寄与の度合は、破壊の確率の大小により変化することが知られる。図-5は鉄筋降伏点強度のバラツキの影響を示し、変動係数が大きい程耐荷力は小さくなるが、破壊の確率が小さくなる程その影響は大きい。一方、コンクリート強度のバラツキは、変動係数が0~30%の範囲ではほとんど耐荷力に影響しない。鉄筋の断面損失率の影響は、図-6に示すように損失率の増大にともなう耐荷力は減少し、破壊の確率が小さい程その傾向は強くなる。表-1に計算方法による耐荷力の比較を示す。鋼橋方式は現在供用荷重算定方法としてコンクリート橋にも適用されている。筆者らが以前に提案した簡易方式は、破壊の確率から鉄筋の降伏点強度を決定し、これより主桁の終局強度を計算し供用荷重を求める方式である。以上の結果から、本文の手法を発展させてより合理的な耐荷力算定方法を確立できるのではないかとと思われる。

- 1) 橋梁委員会、鉄道路橋供用荷重算定指針(案)、道路、45.11.
- 2) 外崎他、設計橋荷重に関する研究(木造土橋上部工)、土木試験月報、No.190、44.3.
- 3) 前川藤太郎、RC橋の耐荷力判定について、オ10月日本道路学会論文集、46.10.
- 4) 土木研究所、設計橋荷の耐荷力と供用限りに関する研究、オ25回設計橋荷研究会報告、46.11.
- 5) 前川藤太郎、長年月経たRC橋の調査、セメントコンクリート、No.290、46.4.

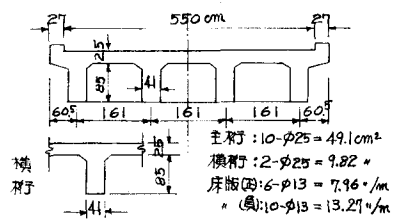


図-2 断面寸法

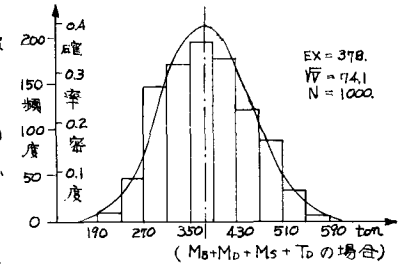


図-3 耐荷力の分布

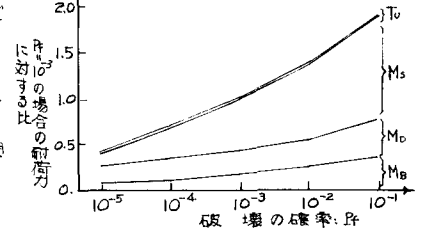


図-4 各部材の寄与度

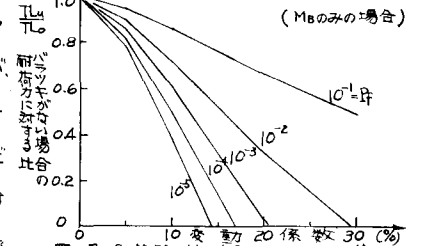


図-5 鉄筋降伏点強度のバラツキの影響

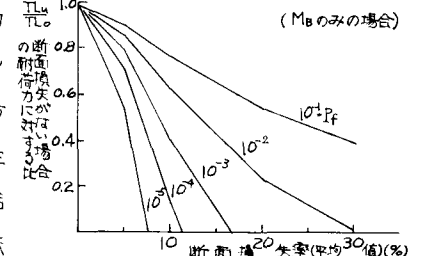


図-6 鉄筋断面損失率の影響

表-1 計算方法による耐荷力の比較 (Mbのみの場合)

計算方法	鋼橋方式	簡易方式	本文の方式
破壊の確率, Pf	—	10^{-3}	10^{-3}
鉄筋断面損失率, %	0 2 5	5	5 10
耐荷力, t	13.1 12.5 11.6	24.0	24.4 13.2