

大阪大学大学院 学生員 工藤 浩

大阪大学工学部 正 員 川谷充郎

大阪大学大学院 学生員 今枝拓也

1. はじめに 限界状態設計法の導入にあたり、構造物にさまざまな荷重が同時に作用する場合について、設計照査として考慮する荷重組合せと荷重係数の評価が必要である。著者らは^{1)~3)}、これまでに、構造物の設計に関する不確定要素の中で作用荷重に関するものに着目し、代表的荷重として死荷重D、活荷重L、温度荷重T、地震荷重E、風荷重Wを取り上げ、各々の荷重強度の確率分布ならびにそれらの組合せ荷重の同時発生確率を考慮して限界状態確率を求め、それを基に荷重組合せと荷重係数の評価を行ってきた。特に文献2) 3) では、風荷重、地震荷重について詳細な検討を加え、橋軸直角方向の下部構造について荷重係数を評価した。今回は、設計自動車荷重の改訂に伴い設計活荷重を変更し、活荷重の影響の大きい橋軸方向の上部構造を対象として荷重係数の変化と、それによる代表断面の板厚について検討する。

2. 荷重係数決定法¹⁾ 荷重係数決定の際には次の基本的な考え方に従う。ある限界状態において、その超過確率の目標とする値に対して、各構造物の限界状態確率のばらつきを小さくすることにより、各構造物に対してより均一な安全性が得られると考える。

3. 解析モデル 3.1 構造モデル 対象とする構造物は、Fig. 1に示すような鋼製ラーメン橋脚を有する3径間連続箱桁とし、Table 1に示す6個のモデルを考える。使用鋼材をSM490Yとし、各荷重組合せにおける限界状態は、許容応力度の割り増しを参考に、“割り増し係数 $\times 2100 \text{ kgf/cm}^2$ ”と仮定し、目標限界状態確率もそれにあわせて設定した。

3.2 荷重モデル (1)死荷重、温度荷重モデル 実働荷重のモデルは実測データ⁴⁾を基に作成した。死荷重は、そのばらつきが他の荷重に比べて非常に小さく、ここでは荷重係数を $\gamma_D=1.05$ の確定値として評価する。温度荷重の荷重強度特性は正規分布がよく適合した。

(2)活荷重モデル 活荷重は、交通実態調査に基づいたシミュレーションを行い、各着目断面の応答値を得る。交通条件は突発渋滞を考え、大型車混入率を60%とした。また、地震荷重との組合せでは、突発渋滞との同時発生頻度はごく小さいと考えられるため、通常渋滞を想定し大型車混入率20%としてモデル化する。確率特性はそれぞれ極値I型分布がよく適合し、Fig. 2にその例を示す。図中には設計活荷重による強度を併せて示す。Fig. 2において月最大値分布の10%超過確率値と現行設計法による値の比は0.68である。

(3)地震荷重モデル 地震荷重は、固有周期を1.4秒とした応答加速度分布を用いる。本来、荷重特性をより適切に評価するためには、各構造物の固有周期に応じて荷重強度をモデル化するべきであるが、今回は応答加速度推定の資料が十分でなかったことから、固有周期一定(1.4秒)としてモデル化する。応答加速度分布は極値III型分布によく適合する。

4. 数値計算 4.1 荷重係数 以上の条件により、設計活荷重の変更に伴う、各荷重組合せにおける荷重係数の試算結果をTable 2に示

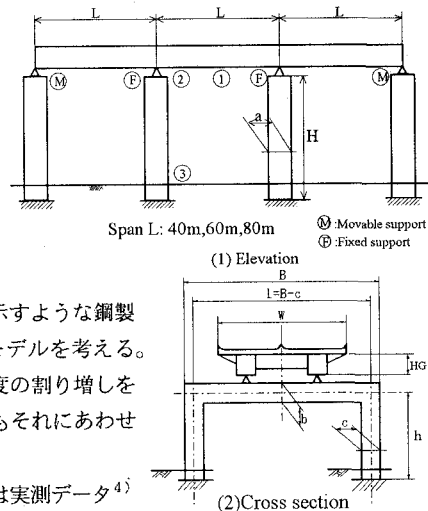


Fig.1 structural model

Table 1 Geometric dimensions of structures(unit:m)

No.	L	W	HG	H	B
1	40.0	13.0	2.0	20.0	20.0
2	40.0	19.0	2.0	20.0	20.0
3	60.0	13.0	3.0	20.0	20.0
4	60.0	19.0	3.0	20.0	20.0
5	80.0	13.0	4.0	20.0	20.0
6	80.0	19.0	4.0	20.0	20.0

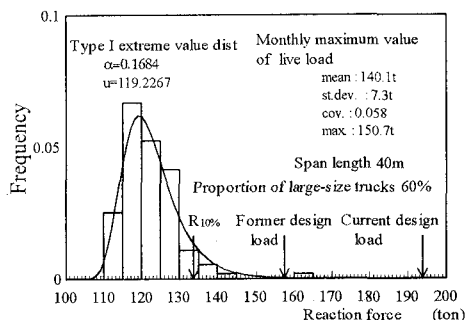


Fig.2 Characteristic of reaction at intermediate support

す。設計荷重が大きくなったことから、改訂前の荷重係数 (Table 2) と比べると活荷重の荷重係数が小さくなっていることがわかる。

4.2 限界状態確率と設計断面 Table 2 の設計フォーマットによる各構造物の限界状態確率を Fig. 3 にそれぞれ示す。図中には許容応力度設計法により設計した場合の限界状態確率をあわせて示す。 σ_a および σ_y の各応力度について荷重係数設計法による場合の目標限界状態確率まわりのばらつきは、許容応力度設計法によるものと比べて小さくなっており、より最適化されている。

(1) 梁中央断面: ① Table 2 の荷重係数により設計した梁中央部の板厚を Fig. 4 に示す。活荷重の改訂に伴い荷重係数が小さくなっているが、支間中央部での断面力が増

Table 2 Load factors of longitudinal models
(1) Former design

load combination	Target Pr^*	limit state (kgf/cm ²)
1.05D + 1.10L	1.0×10^{-1}	1.00 × 2100
1.05D + 0.75T + 1.06L	0.5×10^{-1}	1.15 × 2100
1.05D + 0.57E	1.0×10^{-3}	1.50 × 2100
1.05D + 0.39T + 0.57E	0.5×10^{-3}	1.70 × 2100
1.05D + 1.23L + 0.20E	0.5×10^{-3}	1.70 × 2100

(2) Current design

load combination	Target Pr^*	limit state (kgf/cm ²)
1.05D + 0.94L	1.0×10^{-1}	1.00 × 2100
1.05D + 0.74T + 0.89L	0.5×10^{-1}	1.15 × 2100
1.05D + 0.57E	1.0×10^{-3}	1.50 × 2100
1.05D + 0.39T + 0.57E	0.5×10^{-3}	1.70 × 2100
1.05D + 1.15L + 0.20E	0.5×10^{-3}	1.70 × 2100

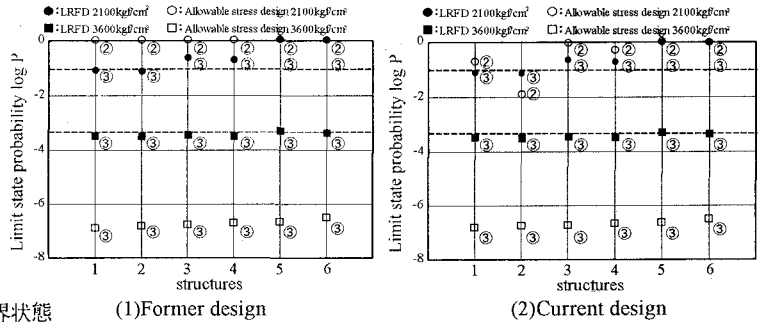


Fig.3 Limit state probability

(2) 中間支点上断面: ② 活荷重変更前後の限界状態確率 (Fig. 3) を比較すると、構造物 Nos. 1, 2, 4 で

許容応力度設計法で σ_a に関して限界状態確率が変化している。これは構造物中で最大の限界状態確率を与える支点上部の板厚が活荷重を含む D + L + E 組合せで決定しているために、代表断面が厚くなり限界状態確率が小さくなったものである。

(3) 橋脚基部断面: ③ 今回の活荷重の改訂によって、 σ_y に関する限界状態確率 Fig. 3 に示すように全く変化していない。 σ_y に関して構造物とし

て限界状態に達する最大の限界状態確率は図中の添字で示すようにすべて柱基部において決定している。Table 2 (2) の荷重係数により設計した柱基部の板厚を Fig. 5 に示す。柱基部においては、最大の板厚を与える荷重組合せはすべての構造物で D + E 組合せにより決定している。このため、設計活荷重の改訂により、活荷重を含む個々の荷重組合せで設計される板厚には若干の変化がみられるが、構造物としての設計断面、限界状態確率に変化はみられない。

【参考文献】

- 1) 川谷充郎・高森博之・星加益朗・古田 均・久保雅邦：道路橋の信頼性設計における荷重組合せと荷重係数，JCOSSAR '91 論文集，pp. 519-526，1991. 11.
- 2) 川谷充郎・星加益朗・濱田 洋・工藤 浩：道路橋鋼製橋脚の信頼性設計における荷重組合せと荷重係数，土木学会第48回年次学術講演会講演概要集，1-534，1993. 9
- 3) 川谷充郎・星加益朗・濱田 洋・工藤 浩：道路橋鋼製橋脚の限界状態確率に基づく荷重組合せと荷重係数，構造工学論文集，Vol. 40A，pp. 629-636，1994. 3
- 4) 阪神高速道路公団：阪神高速道路の設計荷重体系に関する調査研究，設計荷重(HDL)委員会報告書，1986. 12.