

日立造船(株) 正員 酒井甚一郎 近畿大学理工学部 正員 前田幸雄
 大阪大学工学部 正員 松井繁之 酒井鉄工(株) 正員 石崎 茂

1. まえがき 現在、我国では橋梁の設計は許容応力度法によって行われている。しかし、世界的な趨勢は、許容応力度設計法から限界状態設計法に移行しつつあり、すでにこの方法が取り入れられている示方書(例えば、BS5400, AASHTO 等)もある。このような設計法の移行に伴ない、関西道路調査研究会、LDM合成構造専門委員会においても限界状態設計法の考え方を取入れ、構造物の安全性、信頼性の立場から設計法の検討を行つている。その一環として、既存橋梁のデータを収集し、データ(板幅、板厚、桁高等)のバラツキに着目した抵抗強度を算定し、同時に、作用する荷重も現在用いられている設計用活荷重とは異なつた実際の走行荷重の調査を行なった。

今回、既存橋梁のデータ収集を行ない、荷重作用についても信頼できるシミュレーションプログラムが作成できたことから、上記目的のため標準橋梁の破壊確率、安全性指標を試算したので、この結果を報告し、今後の資料に供したい。なお、抵抗強度も構成要素の変動を考慮したモンテカルロシミュレーションによって求めた。

今回、ここに報告するものは、上記研究委員会の研究成果の一つであり、合成桁橋の活荷重作用に対する破壊確率と安全性指標について検討をくわえたものである。

2. 対象橋梁 解析の対象とした橋梁は、建設省制定の単純合成桁橋と阪神道路公団の標準設計合成箱桁であり、それぞれの諸元は以下に示す通りである。

- (1) 合成I桁：建設省制定合成桁 支間長 25m(1657), 30m(1662), 44m(1674), 幅員 8m(2車線)
 (2) 合成箱桁：阪神道路公団標準設計 支間長 64.1m 幅員 2x8.7m(2箱桁-4車線)

3. 抵抗強度 合成断面の限界状態は、コンクリートの応力度が $0.85\sigma_{ck}$ に達するか、鋼桁上縁あるいは鋼桁下縁の応力度が σ_y に達したときとした。合成断面の抵抗値を求める場合には、合成前、合成後の挙動が異なるので今回は降伏点強度から前死荷重、後死荷重、コンクリートのクリープ、乾燥収縮に対する応力度を差し引いた残存強度を活荷重に対する抵抗値と考え、これを合成桁の抵抗値とした。

部材要素のバラツキは表-1の通りであり、各分布形は正規分布とした。これらを用いて、シミュレーション法によって計算した抵抗強度の一例を図-1に示す。全結果とも正規分布となつた。

	μ	σ	分布形
万トン 幅(実測値/公称値)	1.000	0.00144	正規分布
板厚(")	1.000	0.175	"
腹板厚(")	1.000	0.0009	"
鋼材強度(")	1.164	0.085	"
弾性係数(")	0.9971	0.100	"
床版幅(")	1.000	0.000128	"
床版厚(")	1.000	0.030	"
ランチ高(")	1.000	0.030	"

4. 荷重作用 合成桁の破壊確率を求める上で、作用力となる車両荷重は、橋梁上を走行する連行荷重としてシミュレーション法により再現した。シミュレーション法の詳細は“参考文献1”にゆずるが、ここに用いた車両諸元は表-2に示す旧阪堺大橋の実測データである。

断面力を計算する着目点は外桁の支間中央とし、合成I桁橋では着目車線渋滞、他車線自由走行とし、箱桁橋では2車線渋滞、対向2車線を自由走行とした。各着目点での応答時系列を作成しピーク値の頻度分布を作成した。このようにして求め

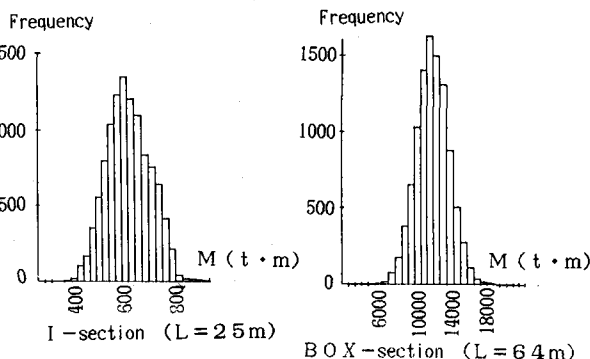


図-1 抵抗値の頻度分布

られた断面力の頻度分布が安全性指標 β の計算用活荷重作用値となる。解析結果の一例を図-2に示す。この図よりわかるように、支間が短い場合には指数分布、支間が長くなれば対数正規型に近い分布形となつている。

次に、破壊確率の計算の対象となるのは荷重分布（モーメントの大きい範囲）の“すそ”の部分であり、この“すそ”の部分を指数分布に当てはめ破壊確率計算用荷重とした。

5. 安全性指標と破壊確率

上記抵抗値と荷重作用から安全性指標 β および破壊確率 P_f を求めた。結果を表-3

に示す。表中の安全性指標 β_1 ， β_2 は、下記に示す正規型，対数正規型に対応する。

$$\beta_1 = (\mu_r - \mu_s) / \sqrt{\sigma_r^2 + \sigma_s^2}, \quad \beta_2 = \text{Ln} (\mu_r / \mu_s) / \sqrt{\delta r^2 + \delta s^2}$$
 また、破壊確率 P_f は数値積分により求めた結果である。

表-3からわかるように、 β_1 はほとんど変化がなく、 β_2 にバラツキが見られる。また、破壊確率もほとんど変化がなく β_1 の傾向と対応する。これは、用いたデータと断面の抵抗値が正規分布に従っていることに原因しているようである。安全性指標として β_1 が適当と考えられる。

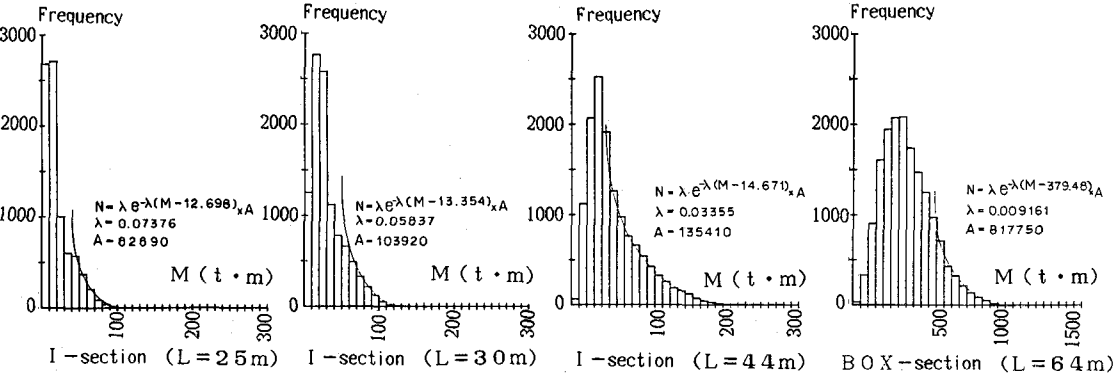


図-2 活荷重作用値の頻度分布

6. あとがき 今回、4種類の標準橋梁の実交通荷重下における安全性指標、破壊確率を試算した。算出されたこれらの実数値の是非は今後の検討となろう。また、死荷重やコンクリートのクリープと乾燥収縮に関するデータの不足は今後の収集に期待したい。合成構造においては、合成前、合成後の挙動を考慮した破壊確率と安全性指標を求める必要があろう。

なお、本研究には合成構造専門委員会の委員諸氏に多大の御協力を得た。ここに深甚の謝意を表します。

参考文献 1) 神原，前田，松井，杉本；道路橋の自動車荷重に関する研究，本講演概要集。
 2) 池田，前田，谷平，村松；合成桁断面の構成要素の変動と抵抗モーメント，本講演概要集。

表-2 車種別重量の仮定

No	車 種	分布形	平均重量	標準偏差	走行車線混入率	追越車線混入率
1	乗用車	一定	1.5	—	0.483	0.493
2	小型トラック2軸	一定	3.0	—	0.073	0.054
3	中型トラック2軸	対数正規	4.97	2.99	0.073	0.054
4	大型2軸	空 正規	7.64	2.13	0.077	0.079
5	"	積 対数正規	22.0	8.00	0.084	0.080
6	大型3軸(A)	空 正規	11.51	2.11	0.062	0.091
7	"	積 対数正規	37.0	11.0	0.062	0.091
8	大型3軸(B)	空 正規	11.51	2.11	0.011	0.015
9	"	積 対数正規	37.0	11.0	0.011	0.015
10	トレーラ 4軸	空 正規	13.67	2.97	0.018	0.008
11	"	積 対数正規	49.0	24.0	0.018	0.008
12	トレーラ 5軸	空 正規	13.67	2.97	0.014	0.006
13	"	積 対数正規	49.0	24.0	0.014	0.006

表-3 安全性指標・破壊確率の計算結果

形式	支間長	死 荷 重			活 荷 重			安全性指標		破壊確率
		μ (tm)	σ (tm)	δ	μ (tm)	σ (tm)	δ	β_1	β_2	P_f
I 桁	25m	620.2	75.9	0.1225	20.7	17.9	0.862	7.63	3.90	0.224×10^{-12}
	30m	825.7	102.4	0.1240	30.7	22.3	0.726	7.59	4.47	0.141×10^{-12}
	44m	1605.2	210.0	0.1308	55.8	35.5	0.637	7.27	5.16	0.281×10^{-12}
	箱桁 64.1m	11984.4	1850.1	0.1544	453.3	162.9	0.359	6.21	8.37	0.106×10^{-9}