

大阪長堀開発 正会員 ○ 亀井正博
三井造船 正会員 祝 賢治
摂南大学工学部 正会員 平城弘一

1. まえがき 信頼性解析に基づく設計法では、荷重作用および抵抗強度のバラツキを確率論的に評価しておく必要がある。しかしながら、荷重作用（特に活荷重）に関する実測データおよび材料の抵抗強度に関する実測データの蓄積が現在のところ、十分であるとは言えない。一般に、荷重作用のバラツキは大きく、地域性あるいは季節にも関係していて、その統計量の把握は非常に難しい。それに対して、抵抗強度は相当量の実測データが蓄積されていて、信頼できるデータ量も少なくない。また各研究者らによって、理論的検討あるいは実験から得られた知見から、抵抗強度を精度よく表現することができる合理的な評価式（経験式あるいは実験式）が提案されている。よって、抵抗強度に関してバラツキを小さく表現することができ、その分布特性を把握しやすいと考えられている。

そこで、本研究では東海鋼構造研究グループが提案している方法、つまり抵抗強度の評価のみで設計式の信頼度を検証することができる方法を用い、標準的な合成桁橋を対象とし、数値シミュレーションによって抵抗係数(φ)を試算することにした。それらの結果については、AASHTOで規定されている抵抗係数との整合性についても検討している。

2. 抵抗係数(φ)の算定式

抵抗係数は次式より計算する [設計フォーマット: $\phi \cdot R_n \geq (\text{荷重項})$]。

$$\phi = \phi_1 \cdot \chi \cdot (R_m/R_n) \tag{1}$$

ここに、 ϕ_1 :設計・施工時の2次的要因あるいは重要度を考慮する係数、

χ :部材強度の信頼度およびその変動を表す係数、

R_m :実測強度またはその平均値、

R_n :公称抵抗強度(設計値)。

また、下界係数(χ)は次式で表される。

$$\chi = 1 - k_R \cdot V_R \tag{2}$$

ここに、 k_R :設計標準で定める信頼度定数、

V_R :(実測/設計)強度比(R_m/R_n)の

変動係数。

3. 対象橋梁

対象橋梁は、建設省制定の単純活荷重プレートより選定した。横断面の構成は図1に示す。着目点はスパン中点の外側の下フランジである。

表1 断面寸法および材料強度の統計特性値

項目	μ	δ
床版厚	1.02	4.29
床版幅	1.0	0.06
ハンチ高	1.08	7.14
コンクリートの設計基準強度	1.2	20.00
コンクリートの弾性係数	1.0	10.00
クリープ係数	1.0	20.00
鋼板厚	1.006	1.75
鋼板幅	1.0	0.14
鋼材の降伏点強度	1.163	7.50
鋼材の弾性係数	0.997	4.58

μ:(実測値/公称値)の平均値、
δ:(実測値/公称値)の変動係数。

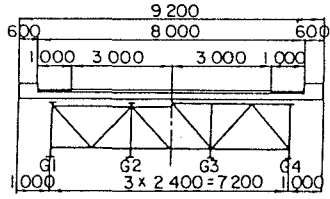


図1 対象橋梁の横断面の構成

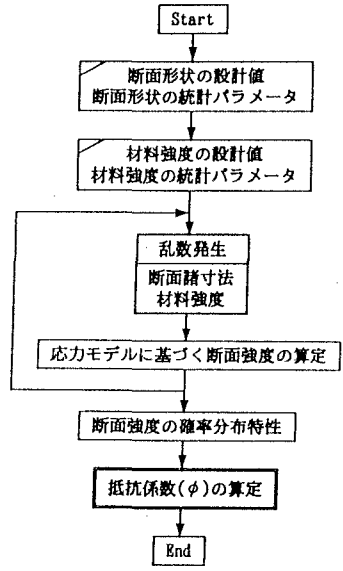


図2 合成桁の抵抗係数計算のための流れ

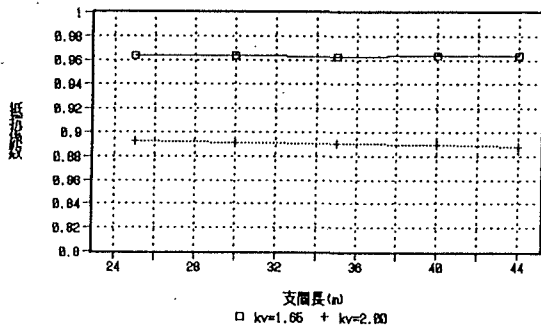


図3 抵抗係数と支間長の関係

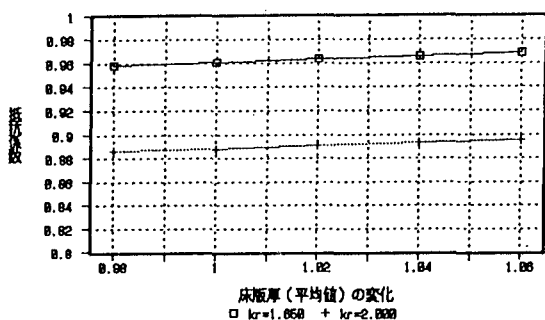


図4 抵抗係数と床版厚(平均値)の関係

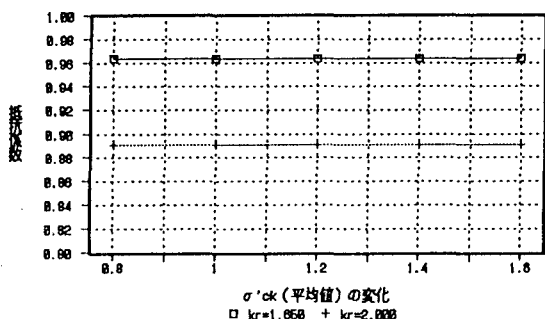


図6 抵抗係数とコンクリートの設計強度(平均値)の関係

4. 試算に用いた統計特性値 図2に今回使用した合成桁の抵抗係数計算のための流れを示す。試算に用いた断面寸法および材料の統計特性値を表1に示す。公称抵抗強度の算出には建設省標準合成桁橋に記載されている設計値を用いた。パラメータ解析は、抵抗係数に与える影響度を把握するため、表1の特定したものに対して、変動係数(δ)を一定とし、それらの平均値(μ)を種々変化させて計算した。

5. 試算結果および考察 図3に抵抗係数と支間長

の関係を示す。これより、抵抗係数はスパン長に全く影響を受けないことが分かった。なお、図中の□印と実線は $k_v=1.65$ 、同じく○印と破線は $k_v=2.00$ の計算結果を示す。図4に抵抗係数と床版厚の関係を示す。これより、抵抗係数は床版厚の増加に対して若干増加する傾向にあることが分かった。図5に抵抗係数とハンチ高さの関係を示す。これより、抵抗係数はハンチ高さに大きく影響を受けることが分かった。図6に抵抗係数とコンクリートの設計基準強度の関係を示す。これより、抵抗係数はコンクリートの設計基準強度の変化に影響を受けないことが分かった。図7に抵抗係数とコンクリートの弾性係数の関係を示す。これより、抵抗係数はコンクリートの弾性係数の増加に対して、多少増加する傾向を示すことが分かった。図8に抵抗係数と鋼材の降伏点強度の関係を示す。これより、抵抗係数は鋼材の降伏点の増加に対して、大きく増加する傾向を示すことが分かった。

よって、支間長を変化させ、過去の実測データに基づく数値(表1)を用いた解析結果から、抵抗係数は、 $k_v=1.65$ に対して、 $\phi=0.96$ 、また $k_v=2.00$ に対して、 $\phi=0.86$ であると判断できる。したがって、アメリカ合衆国の設計規準である AASHTO で規定されている $\phi=0.90$ は妥当な値である、と言える。

〔謝辞〕本研究で使用した計算プログラムは日本橋梁(株)の池田秀夫氏が作成したものであることを記し、謝意を表します。

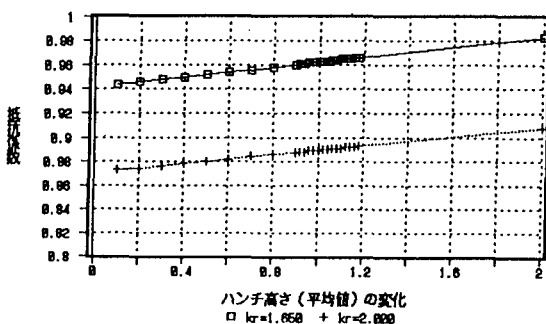


図5 抵抗係数とハンチ高(平均値)の関係

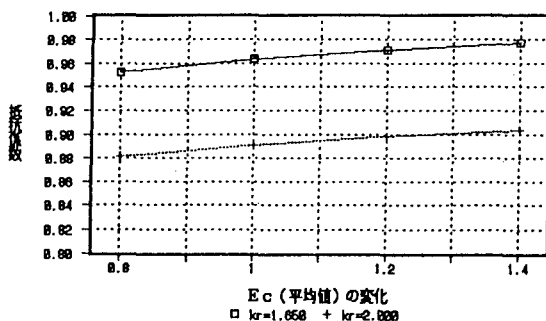


図7 抵抗係数とコンクリートの弾性係数(平均値)の関係

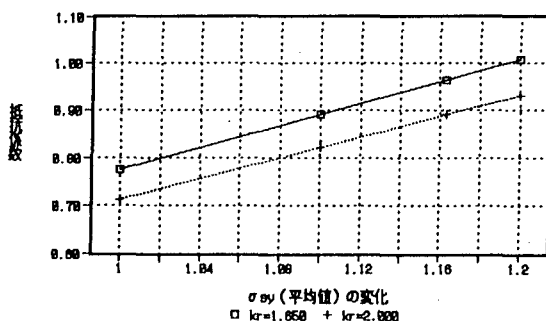


図8 抵抗係数と鋼材の降伏点強度(平均値)の関係