

I-161

合成桁橋の安全性指標におよぼす諸要因について

日本橋梁(株) 正員 池田 秀夫
 近畿大学理工学部 正員 前田 幸雄
 近畿大学理工学部 正員 谷平 勉
 高田機工(株) 正員 礼場 侍郎

1. まえがき 限界状態設計法において、構造物の安全性評価のために用いられる指標 β の算定には、いくつかの方法が提案されている。この安全性指標 β は、破壊基準式の表現、荷重および強度の統計的分布性状により変化することが知られている^{1/1, 2/}。この報告では、合成桁橋の主桁断面を対象とし、作用応力の程度、死荷重作用および活荷重作用の特性値の変化が、安全性指標 β におよぼす影響について調査した結果を述べる。計算の対象とした橋梁は、建設省制定の標準設計単純合成プレート・ガーダーで、支間長は25m、30m、44m、巾員は8m(2車線)の橋梁のそれぞれ外桁および中桁の支間中央断面である。

2. 安全性指標の計算方法 合成桁断面の鋼下フランジの応力が、降伏点応力度に達した場合を限界状態とし、以下の破壊基準式を用いて、シミュレーション手法により安全性指標を求めた。

$$Z = \sigma_f - (\sigma_{D1} + \sigma_{D2} + \sigma_{CR} + \sigma_{SH} + \sigma_{L1})$$

ここで、 σ_f は鋼材の降伏点応力度、 σ_{D1} 、 σ_{D2} はそれぞれ合成前後の死荷重による応力度、 σ_{CR} 、 σ_{SH} はコンクリートのクリープおよび乾燥収縮による応力度、 σ_{L1} は衝撃を含む活荷重応力度である。安全性指標 β は、 Z の分布から $\beta = 1/\delta z$ (δz は Z の変動係数)として求めた。シミュレーションの試行回数は、その結果の安定性から10000回とした。合成断面を構成する鋼とコンクリートの断面寸法および材料強度の分布特性は、これまでにを行った調査の結果^{3/}から、表-1の値を用いた。図-1は、上式を用いてシミュレーションにより算出した、 Z の分布の一例である。検定の結果、正規分布が適合することがわかった。

表-1 抵抗値の構成要素のばらつき

	平均値 $\mu =$ 設計値	$\delta =$ 変動係数 (%)
床版厚	1.01	3.0
床版幅	1.00	0.0
ハンチ高	0.98	8.0
σ_{cx}	1.20	20.0
E_c	1.06	10.0
鋼板厚	1.01	2.0
鋼板幅	1.00	0.1
σ_f	1.16	7.5
E_s	1.00	5.0

3. 作用応力度と安全性指標 計算の対象とした断面は、現行の許容応力度法で約100Kgf/cm²~200Kgf/cm²程度の余裕を持って設計されている。これを、許容応力度にほぼ等しくなるように断面を修正し、修正前後の β を比べた。図-2は各支間長における β の変化を示したものである。応力度の変化100Kgf/cm²で β は約0.5変化する。現在の基準で設計される橋梁の応力余裕量が10Kgf/cm²~100Kgf/cm²であることから、既存橋梁の β の値には、0.5程度の差が含まれているものと考えられる。なお、以降の計算においては、主桁の断面として、修正後の断面を用いている。

4. 死荷重作用と安全性指標 死荷重作用については、十分な実測データがないため、以下のように仮定した。まず、合成前死荷重は、単位重量の精度が非常に良好であることを考慮し、 μ (平均値/設計値)=1.0とした。また、変動係数は、ハンチおよびRC床版の寸法のばらつきに支配されるものと考

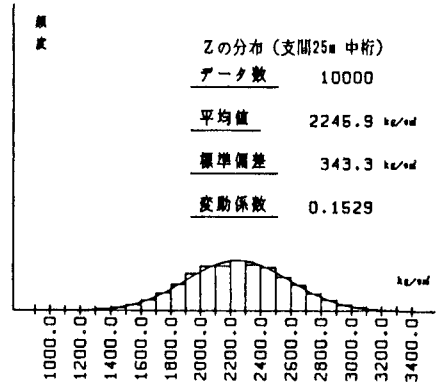


図-1 シミュレーション結果の一例

え、 δ (変動係数) = 10% とし、分布形には正規分布を適用した。合成後死荷重は、竣工後の付加荷重が支配的と考えられるが、統計データが存在しないため、 $\mu = 1.2$ 、 $\delta = 25\%$ とし、分布形に正規分布を用いた。実際の計算で、死荷重作用の変動係数の変化が、 β の値にどの程度の影響を与えるかを調査するため、変動係数を変化させて β を算出した結果を図-3に示す。この結果、合成前死荷重作用の変動係数の変化は、 β に比較的大きな影響を与えるが、合成後死荷重作用の変動係数の変化は、ほとんど影響がないことがわかる。

5. 活荷重作用と安全性指標 活荷重作用は、実橋の計測結果をもとに入力データを作成し、シミュレーションにより求められた、50年間の最大値分布/4/を用いた。分布形は、極値I型分布関数であり、渋滞および自由走行を想定した走行状況、平均車両間隔、平均車両重量をパラメーターとした特性値が算出されている。

図-4、5、6は、各ケースについて安全性指標 β を計算した結果である。車種別平均重量の違いによる β の値の変化は、比較的大きい。活荷重の走行状況に、渋滞を仮定した場合と衝撃を含む自由走行を仮定した場合には、支間長が大きくなるに従って、安全性指標が大きくなる傾向がみ

られるが、顕著な変化ではない。車両間隔を完全渋滞といえる3m、5mに設定した場合の、活荷重作用の変化は、安全性指標の値にほとんど影響を与えていない。

6. あとがき 一般に用いられる支間長の合成桁橋の主桁断面を対象として、その安全性指標をシミュレーション法により計算し、作用応力の変化や荷重の変動が安全性指標に与える影響について示した。本報告では、2車線の橋梁を対象としたが、ひき続き多車線の場合や箱桁、あるいは連続形式などについても調査を行う予定である。今後、これらの結果を限界状態設計法における目標安全性指標の設定や、既存の橋梁に対する健全性の評価などに応用していきたいと考えている。

1/ 長：安全性指標に関する若干の考察；土木学会論文報告集第324号 1982.8 /2/ 白石、古田：構造物の信頼性解析法の変遷と最近の動向；JSSC Vol.8 No.194 1982.8,9 /3/ 池田、前田、谷平、村松：合成断面における構成要素の変動と抵抗モーメント；第40回年次講演 I-480 /4/ 酒井、前田、松井、石崎：シミュレーションによる橋梁の設計活荷重に関する研究；当年講

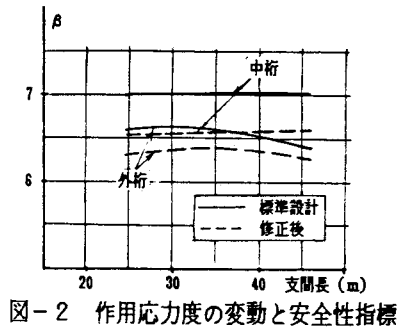


図-2 作用応力度の変動と安全性指標

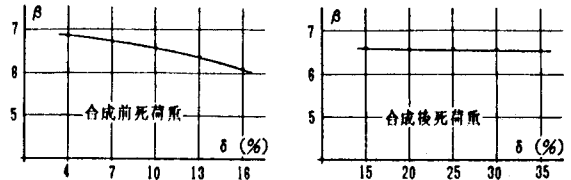


図-3 死荷重作用の変動と安全性指標

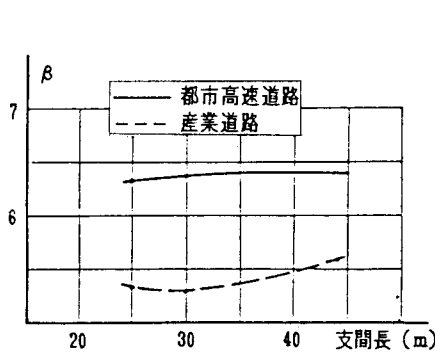


図-4 車種別平均重量との関係(外桁)

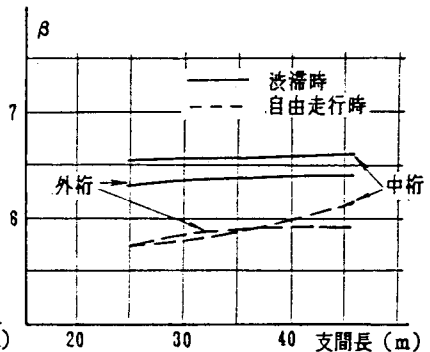


図-5 渋滞と自由走行の影響

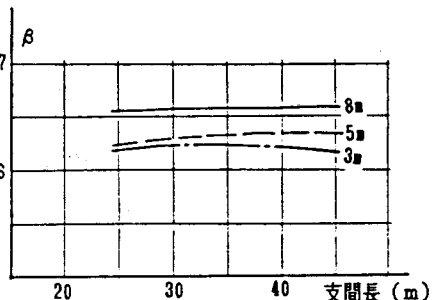


図-6 車両間隔の影響(L=25m外桁)