

I - 56

既設鋼橋の耐荷力評価についての基礎的検討

大阪市立大学 工学部	正会員 北田俊行
阪神高速道路公団 保全施設部保全技術課	正会員 杉山 功
阪神高速道路公団 保全施設部保全技術課	正会員○長沼敏彦
阪神高速道路公団 保全施設部保全技術課	正会員 溝渕修治
株式会社 日本構造物設計事務所	正会員 岩崎一好

1. はじめに

阪神高速道路公団(以下、公団と記す)では、昭和37年の設立以来、当初建設橋梁で28年が経過しており、その間に道路橋示方書および設計基準が改定されているが、添架物による付加荷重が生じ、大型車交通量も増加してきている。そこで、公団では昭和55年3月に「桁添加物の桁におよぼす応力検討」¹⁾を実施し、昭和61年12月にはHDL委員会を通じて「阪神高速道路の設計荷重体系に関する調査研究」²⁾を検討した。その結果、既設構造物では付加荷重の増加(社会情勢からの添架物設置)および活荷重増加で許容応力度を超過しており、実構造物は非常に過酷な環境下で供用されていることがわかっている。これらの検討を踏まえて、公団では「鋼橋の耐久性に関する調査研究委員会」を通じて、鋼橋の安全性を確保する観点から耐久性評価手法の検討に取り組んでおり、この中で既設鋼橋の耐荷力評価について検討した。

2. 付加荷重による影響

公団の“設計基準：第2部構造物設計基準(橋梁編)”(平成2年6月)では、“共通編2. 2死荷重”において付属設備等の重量として、50kg/m²の荷重を考慮するように定めている。その付属設備に含まれる項目としては、検査路、吊金具、遮音板、併用路が考慮されている。しかし、この規定が適用されたのは昭和49年以降であり、それ以前は特に定められていない。その上、その付属設備以外に建設後に添架されるその他付属設備の項目として、門型標識板、スピードブレイカー、床版の鋼板接着、桁補強、裏面板などが考えられる。

このような付加荷重に関して、昭和42年の標準橋で試算すると、G1桁は桁-7および乾燥収縮を考慮した時点で許容値を越えている。これは、設計当時の許容応力度割増しが現行では無くなってしまったからである。また、現行基準に準じて設計し、付属設備等の重量として50kg/m²の付加荷重を考慮すれば7%程度の超過となり、その他付属設備を加えるとさらに超過は大きくなる。G2桁もG1桁より付加荷重の影響は小さいが、同様な傾向となる。また、活荷重はTL-20で設計されており、TT-43の活荷重で試算すると通常の付属荷重を考慮して許容値の約16%増となる。

3. 耐荷力評価式の検討

付加荷重に対する試算より、既存構造物では死荷重増加で許容応力度を超過しており、実構造物は非常に過酷な環境下で供用されていることとなるが、これからの社会情勢からも付加物の取付けが必要な場合が生じることが考えられる。そこで、現行の道路橋示方書や設計基準との兼ね合いもあるが、前記のような許容応力度超過に対し耐荷力という観点から安全性の評価を行った。

構造物の耐荷力評価を行って安全性を評価するためには、耐荷力の評価式が必要となるが確立された評価式は提案されていない。そこで、土木学会の“鋼・コンクリート共通設計基準委員会”³⁾より提案された限界状態設計法の書式に準じて次式を基本式として採用する。

$$r_i * r_a * r_f * \sigma \leq \sigma_y / r_m \quad : (\text{引張部材})$$

$$\leq \sigma_u (\sigma_y / r_m) / r_b \quad : (\text{圧縮部材})$$

}----- (1)

ここで、 r_i : 構造物係数、 r_a : 構造解析係数、 r_f : 荷重係数、 r_m : 材料係数

r_b : 部材係数、 σ : 設計応力度、 σ_y : 公称降伏点、 σ_u : 公称終局強度で σ_y / r_m の関数

前式より、HDL委員会の報告や調査研究から構造解析係数と荷重係数を、死荷重と活荷重に区分し次式

のように提案する。

$$\begin{aligned} r_i * (r_{ad} * r_{fd} * \sigma_D + r_{al} * r_{fl} * \sigma_L) &\leq \sigma_Y / r_m && : (\text{引張部材}) \\ &\leq \sigma_U (\sigma_Y / r_m) / r_b && : (\text{圧縮部材}) \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、添字_D: 死荷重に関する係数、添字_L: 活荷重に関する係数

今回の検討は、単純桁の主桁下フランジを対象に評価式を検討するために引張部材に関する式を用いる。

なお、降伏点の実側値が既知であれば、公称降伏点の代わりに実側値を用いればよい。

4. 各係数の設定

提案式の各係数は、公団が保有する資料や、これまでの検討資料を参考に次のように設定する。

(1) r_i : 構造物の重要度、未知減少の発生などに関する係数で、公団が都市内高速であるので

$r_i = 1.2$ とする。

(2) r_a : 構造解析の誤差に起因する係数で、死荷重は現行手法の結果に対しても安全として

$r_{ad} = 1.0$ とする。活荷重は、格子計算結果とFEM解析との差を実測値により修正し

$r_{al} = 0.8$ とする。

(3) r_f : 荷重のばらつきに関する係数で、HDL委員会の報告より、死荷重係数は $r_{fd} = 1.05$ と

する。活荷重係数は、 $r_{fl} = 1.70$ とする。

(4) r_b : 強度推定式の誤差に起因する係数で、一般的に鋼材は $r_b = 1.05$ とする。

(5) r_m : 降伏点のばらつきに関する係数で、一般的な値として $r_m = 1.05$ とする。

5. 提案耐荷力評価式による照査

既設構造物で添加物による付加荷重増加に対する現橋の試算から、応力計算で許容応力度を約10%超過している状態にあることがわかった。そこで、許容応力度の超過に対して提案された評価式を用いて既設鋼橋の耐荷力を評価した。耐荷力の評価式をまとめると次のようになる。

$$r_i * (r_{ad} * r_{fd} * \sigma_D + r_{al} * r_{fl} * \sigma_L) \leq \sigma_Y / r_m \quad (3)$$

ここで、 r_i : 構造物係数 (=1.20), r_{fd} : 死荷重係数 (=1.05)

r_{ad} : 死荷重の構造解析係数 (=1.00), r_{fl} : 活荷重係数 (=1.70)

r_{al} : 活荷重の構造解析係数 (=0.80), r_m : 材料係数 (=1.05)

σ_D : 死荷重応力度 (kg/cm²), σ_L : 活荷重応力度 (kg/cm²), σ_Y : 公称降伏点 (kg/cm²)

上式を用いて昭和42年度および昭和63年度の標準橋に関して試算したところ、各標準橋共に付加荷重に対して上記評価式を満足することができた。しかし、活荷重でTT-43を考慮すれば上式を満足することは出来なかった。なお、上式に各係数をくわえると " $1.32 * \sigma_D + 1.71 * \sigma_L \leq \sigma_Y$ " となり、荷重係数法の書式となる。

6. おわりに

今回の検討では、付加荷重による死荷重の増加に対して主桁支間中央の下フランジに着目して、耐荷力評価式の提案および評価を行った。しかし、各係数の設定にあたっては資料がまだ不十分と思われるので、今後それらの資料を取りまとめてより充実した評価式にしていく必要がある。

今回の調査研究にあたっては、平成2年度から「鋼橋の耐久性に関する調査研究委員会」を組織し阪神高速道路の維持管理について検討を行っており、本報告の一部は、この委員会の資料に基づいている。委員各位ならびに関係各位に深謝の意を表する次第である。

〈参考文献〉

(1) 阪神高速道路公団: 桁添加物の桁におよぼす応力検討, 昭和55年3月 (2) 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, 昭和61年12月, 設計荷重(HDL)委員会報告書 (3) 鋼・コンクリート共通構造設計基準小委員会: 鋼構造とコンクリート構造の限界状態設計法に関する共通の原則, 土木学会論文集 I 1992-7