

琉球大学 正員 ○矢吹 哲哉
東北大学 正員 倉西 茂

I. まえがき

側方及び鉛直荷重を受ける主桁を有する鋼アーチ橋の耐荷力について、著者等は数多くのパラメトリック解析による研究を行い、その特性を明らかにしてきた。^{1)~3)} ここでは、これらの研究結果に基づいて、実際の鋼アーチ橋梁が受ける風荷重強度程度の側方荷重が主桁鋼アーチの耐荷力に及ぼす影響について定量的な検討を行い、その影響量についての実用評価式の導出を行った。

ここで対象としている鋼アーチ構造は、図-1に示したように、放物線形状を有する2本のスチンジアーク主桁を横構等で剛に結合したものである。横構等により与えられる面外剛度は、これまでの検討結果^{1), 2)}に基づいて、

$$\frac{GA_{e, eg}}{24EA_a} \left(\frac{L_s}{\ell} \right)^2 \geq \frac{1}{15} \quad (1.a)$$

$$\frac{EI_{\ell}}{GIT} \frac{L_s^2}{\ell C} \geq 10 \quad (1.b)$$

とした。ここに、 $A_{e, eg}$ = 横構斜材により発揮されるセン断剛度と等価なセン断剛度を与える等価腹板の断面積、 A_a = アーチ主桁断面積、 E, G = ヤング率及びセン断剛性係数、 EI_{ℓ} = 横構横梁材のアーチ主桁軸に平行な軸まわりの曲げ剛性、 GIT = アーチ主桁のねじり剛性、 L_s = アーチ主桁軸線長、 ℓ = アーチ主桁間隔長、 C = 横構1パネル長、である。

側方荷重強度は、実橋の設計風荷重強度を参考にして、 $0.1P_p$

とした。ここに P_p は、アーチを4つの支点を含む水平面内で平面化した場合のアーチスプリングングにおいて、軸力のみで断面が降伏する場合の側方荷重強度に関する一次解析値である。又、側方及び鉛直の組み合わせ載荷経路は、文献2)で行った検討結果に基づいて、最初に側方荷重($0.1P_p$)を載荷し、次に鉛直荷重をアーチが崩壊に至るまで漸増載荷する経路を採用した。

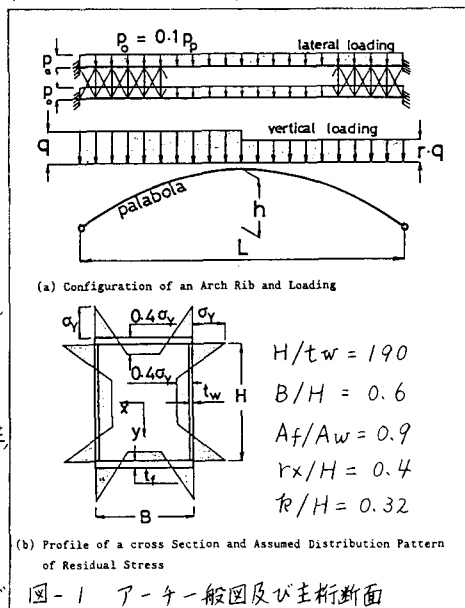
II. 実用評価式の導出

ここで検討した鋼アーチ構造の構造諸元範囲は以下の通りである。

$$\lambda_{IN} = 100 \sim 300, \quad \lambda_{OUT} = 10 \sim 40, \quad h/L = 0.1 \sim 0.3, \quad r = 0 \sim 1$$

$$\delta_y = 240 \sim 480 \text{ N/mm}^2, \quad E = 210 \text{ KN/mm}^2, \quad G = 81 \text{ KN/mm}^2:$$

ここに、 λ_{IN} = アーチ主桁の面内細長比、 λ_{OUT} = アーチ構造全体としての面外細長比、 h/L = アーチ主桁のライズ・スパン比、 r = 鉛直荷重の非対称形状の程度を表わす係数、 δ_y = 降伏点応力度、である。従って、ここで導出した鋼アーチの耐荷力に及ぼす側方荷重の影響についての実用評価式は、上述した構造諸元の範囲内で有効であると言えよう。図-1に示したような非対称鉛直荷重を受ける鋼アーチの耐荷力に及ぼす



側方荷重の影響量は、次に示す至値を用いて評価する。

$$\Phi = \frac{\text{側方及び鉛直荷重を受けた場合の立体構造物としての耐荷力}}{\text{同アーチが鉛直荷重のみを受けた場合の平面構造物としての耐荷力}} \dots\dots\dots (2)$$

至についてのパラメトリック解析結果の代表的な例を図-2に示す。これまでに著者等が行った検討結果によれば、少なくとも設計荷重程度の側方荷重に対して通常なされる応力度照査された横構部材を有するアーチが、(1)式を満足するような面外剛度を有しているならば、全体構造系として崩壊に至るまで横構部材はその機能を失う事はないという結果が得られている。³⁾以上の結果を考慮すれば、側方荷重の影響量は、アーチの面内耐荷力を至により低減することにより実用的に評価できよう。図-2より、低減係数至は、アーチ主桁の面内細長比が大きくなるに従い、減少する傾向を示し、大略、ライズ・スパン比の平方根に比例して減少すると言えよう。実用的な見地からすれば、アーチ全体としての面外細長比には顕著な影響を受けないと見做せる。又、解析結果によれば、至は降伏点応力度の変化の影響はほとんど受けなかった。以上の検討結果を考慮して、図-2に示す結果を回帰分析による統計処理を行うことにより得られた至についての簡潔な関数表示式を以下に示す。

$$\begin{aligned} \Phi &= A - B \sqrt{h/L} \dots\dots\dots (3 \cdot c) \\ A &= 0.837 \times 10^{-3} \times \lambda_{IN} + 0.895 \dots\dots\dots (3 \cdot b) \\ B &= 0.244 \times 10^{-2} \times \lambda_{IN} - 0.181 \dots\dots\dots (3 \cdot c) \end{aligned}$$

本算定式によれば、ここで行った検討範囲内では、6%(安全側) ≤ 至 ≤ 4%(危険側)の精度で側方荷重の影響を評価することができる。次に、対称鉛直荷重を受けた場合の耐荷力に及ぼす側方荷重の影響の検討を行った。結果の一部を図-3に示す。これらの結果は、実用的な構造諸元を有する鋼アーチ橋構造の面外座屈強度を実際的に表わしていると思われる。即ち、この場合の側方荷重は、面外座屈を起生せしめる初期不整としての影響を与えることになろう。従って、ここでは、面外座屈強度として、直接に終局耐荷力の实用算定式の導出を試みた。これまでに行ったパラメトリック解析により、本座屈強度は降伏点の平方根に、又、面内細長比にそれぞれ比例する結果を得ている。

参考文献 1)倉西・矢吹:鋼アーチ橋の極限強度に及ぼす横構剛性の影響について、土木学会論文報告集, No. 305
2)倉西・矢吹:Required Out-of-Plane Rigidities of Steel Arch Bridges.....,The Tech.Reports of Tohoku Univ, Vol.46
3)矢吹・ウヰツワ・倉西:Lateral Loading Effect on Strength of Steel Arch Bridge Structures, ASCE, ST Journal投稿中

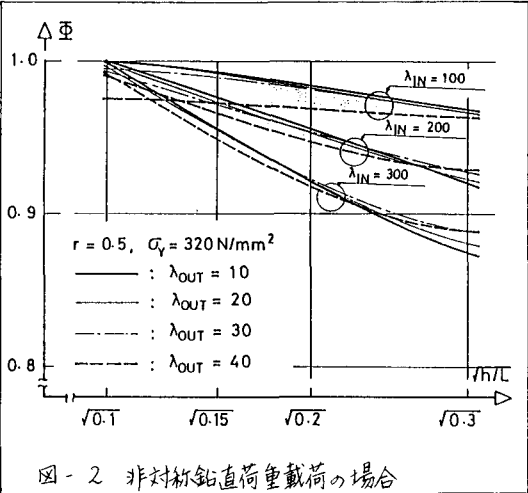


図-2 非対称鉛直荷重載荷の場合

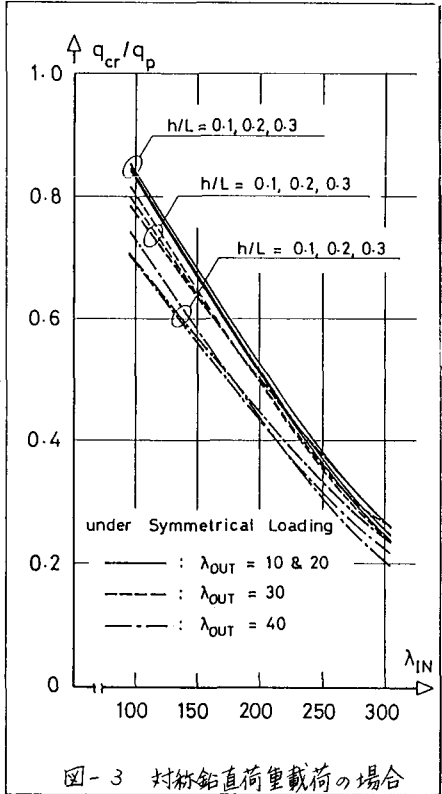


図-3 対称鉛直荷重載荷の場合