

[-71]

変断面固定鋼アーチの実用強度評価について

琉球大学 正員 矢吹哲哉
 琉球大学 正員 有住康則
 備前建設 正員 成底弘敏

1. まえがき

これまでに、等断面固定鋼アーチの終局強度特性及びその実用的評価法の提案等については、詳細な検討がなされ、その結果も発表されているが^{1), 2)}、変断面固定鋼アーチに関してはその研究例も少なく、十分な検討がなされたとは言えない現状にある。しかしながら、実橋では変断面主桁を持つ場合が一般的であること、又、設計は終局強度に基づいたものに移行しつつあることから、是非とも詳細な検討が必要となってきた。そこで本文では、まず、変断面固定鋼アーチに対する終局強度解析¹⁾を行い、その特性を検討し、次に、等断面固定アーチの強度と定量的な比較検討を行う。さらに、得られた結果に基づいて、変断面固定鋼アーチの終局強度を、等断面アーチの強度に対するある簡便な補正係数を用いて評価する方法を提案する。対象とした固定アーチは放物線の軸線形状を有し、活荷重については、全スパンに沿って載荷する場合とアーチ片側半分に載荷する場合が考慮されている^{1), 2)}。ただし全スパンに載荷する場合は、初期不整等を考慮して1%の非対称形状としている。他の構造諸元等は、実橋のそれらを考慮して、下記の範囲内とした²⁾。

細長比(λ_B)=100~300；ライズ・スパン比(H/L)=0.1~0.3；降伏点歪(ε_Y)= 1143×10^{-6} ~ 2286×10^{-6} ；クラウン部を境にして右片側半分と左片側半分の鉛直荷重強度の比(r)=0~0.99。

ここで、細長比は起拱部断面に対してアーチ軸線全長に基づいて算定している。桁断面は溶接により導入される残留応力度を考慮した箱形断面とし、アーチ面内全体崩壊に至る以前に断面構成鋼板及び溶接部等が局部崩壊することはないものとした。変断面はカバープレート厚を変えることによりなされるものとし、又、変断面位置については、線形解析による最大核モーメントを参照して、図-1に示すようなパターンを採用した。

2. 強度特性

図-2に、終局強度解析により得られた変断面固定鋼アーチの終局荷重強度 q^v_{max} とカバープレート厚比 α_2 との関係の代表的な例が示されている。図中の $\alpha_2=1.0$ での終局強度は、 λ_B なる細長比を有する等断面固定アーチの強度 q^v_{max} を表すことになる。図より、 q^v_{max} と α_2 との関係は、分布荷重強度比 r の変化に依らず、ほぼ線形関係にあることが分かる。表-1、-2及び-3に、分布荷重強度比 r 、ライズ・スパン比 H/L 及び細長比 λ_B を変化させた場合の結果が例示されている。表中には、 q^v_{max} と q^v_{max} の差と q^v_{max} との比 k も示されている。この k 値は、変断面による強度の減少率を評価するために用いられる。これらの表中に示された結果より、 k と α_2 との関係は、細長比パラメータを一定とした場合、分布荷重強度

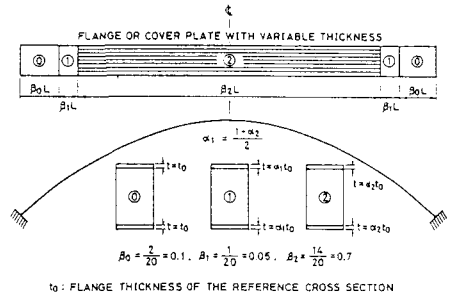


Fig.1 Schematic Diagram of Variable-Cross-Sectioning.

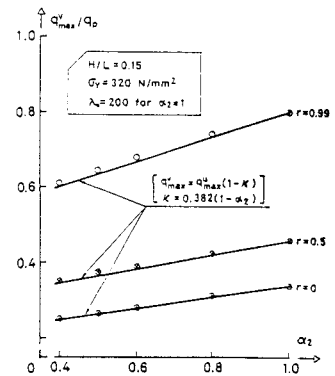


Fig.2 Relationship between q^v_{max} and α_2 for various of r

比 r の変化に依らずに、ほぼ線形関係にあることが読み取れる。

3. 強度実用評価

これまで得られた強度特性に対する検討結果より、結局、 q^v_{max} と q^u_{max} の関係及び k は、それぞれ次式で実用的に評価することが出来る：

$$q^v_{max} = (1-k)q^u_{max} \quad ; \quad k = \kappa(1-\alpha_2) \quad \cdots\cdots(1)$$

各構造諸元の変化に対して終局強度解析で得られた結果を(1)式に代入し、回帰分析を行うことにより、最終的に次式に示すような k についての実用算定式を得ることが出来る。

$$k = (0.0601\bar{\lambda}^2 - 0.1297\bar{\lambda} + 0.4301)(1-\alpha_2) \quad \cdots\cdots(2)$$

ここに $\bar{\lambda}$ は λ_0 なる細長比を有する等断面固定アーチに対応する等価アーチの細長比パラメーターで、次式で与えられる²⁾。

$$\bar{\lambda} = (0.716 - 0.249H/L)\lambda_0\sqrt{\varepsilon_v}/\pi \quad \cdots\cdots(3)$$

(2)式で与えられる実用算定式による結果は、図-2には実線で、又、表-1、-2及び-3には $k_{proposai}$ の値で、それぞれ示されている。さらにこれらの表中には、真の荷重強度の値と実用算定式(1)による評価値との比が百分率で示されている。本文で検討した構造諸元範囲内では、両者の差は-5%から+3%の領域にあり、それらの平均値は0.5%であった。

4. あとがき

これまでに行った検討結果より、本文で提案した変断面固定鋼アーチの強度実用算定式は、十分な精度で終局強度を評価することが出来ると言えよう。又、本算定式は極めて簡便に使用出来るよう提案されているので、既に提案されている等断面固定鋼アーチの終局強度実用評価法²⁾と組み合わせることにより、容易に強度の照査を行うことが出来るものと思われる。

Table-1 Results for Various Values of r and α_2

r	α_2	$\frac{q^v_{max}}{q_0}$	k	$k_{proposai}$	$\frac{(1-k)-(1-k_{proposai})}{(1-k)}$
0	0.4	0.2500	0.2656	0.2294	-4.9 %
	0.6	0.2810	0.1745	0.1529	-2.6
	0.8	0.3114	0.0852	0.0765	-1.0
	1.0	0.3404	0	0	0
0.5	0.4	0.3546	0.2268	0.2294	0.3
	0.6	0.3919	0.1454	0.1529	0.9
	0.8	0.4260	0.0711	0.0765	0.6
	1.0	0.4586	0	0	0
0.75	0.4	0.4426	0.2215	0.2294	1.0
	0.6	0.4890	0.1398	0.1529	1.5
	0.8	0.5298	0.0681	0.0765	0.9
	1.0	0.5685	0	0	0
0.99	0.4	0.6100	0.2385	0.2294	-1.2
	0.6	0.6810	0.1499	0.1529	0.4
	0.8	0.7436	0.0718	0.0765	1.7
	1.0	0.8011	0	0	0

$H/L=0.15, \quad \lambda_0=200, \quad \varepsilon_v=1524 \times 10^{-6}, \quad \bar{\lambda}=1.6866$

Table-2 Results for Various Values of H/L and α_2

H/L	α_2	$\frac{q^v_{max}}{q_0}$	k	$k_{proposai}$	$\frac{(1-k)-(1-k_{proposai})}{(1-k)}$
0.1	0.4	0.4464	0.2303	0.2308	0.0 %
	0.6	0.4986	0.1403	0.1538	1.6
	0.8	0.5420	0.0655	0.0769	1.2
	1.0	0.5800	0	0	0
0.15	0.4	0.4426	0.2215	0.2294	1.0
	0.6	0.4890	0.1398	0.1529	1.5
	0.8	0.5298	0.0681	0.0765	0.9
	1.0	0.5685	0	0	0
0.3	0.4	0.4746	0.1994	0.2256	3.3
	0.6	0.5186	0.1252	0.1504	2.9
	0.8	0.5560	0.0621	0.0752	1.4
	1.0	0.5928	0	0	0

$r=0.75, \quad \lambda_0=200, \quad \varepsilon_v=1524 \times 10^{-6}$

Table-3 Results for Various Values of λ_0 and α_2

λ_0	α_2	$\frac{q^v_{max}}{q_0}$	k	$k_{proposai}$	$\frac{(1-k)-(1-k_{proposai})}{(1-k)}$
100	0.4	0.6864	0.2088	0.2181	1.2 %
	0.6	0.7500	0.1354	0.1454	1.2
	0.8	0.8000	0.0778	0.0727	-0.6
	1.0	0.8675	0	0	0
200	0.4	0.4426	0.2215	0.2294	1.0
	0.6	0.4890	0.1398	0.1529	1.5
	0.8	0.5298	0.0681	0.0765	0.9
	1.0	0.5685	0	0	0
300	0.4	0.2560	0.2797	0.2920	1.7
	0.6	0.2919	0.1787	0.1947	1.9
	0.8	0.3254	0.0844	0.0973	1.4
	1.0	0.3554	0	0	0

$H/L=0.15, \quad r=0.75, \quad \varepsilon_v=1524 \times 10^{-6}$

参考文献

- 1) Yabuki, T. et al ; Fixed-End Restraint Effect on Steel Arch Strength, ASCE, ST-Journal, Vol. 112, No.4, 1985.
- 2) Yabuki, T. et al ; An Ultimate Strength Design Aid for Fixed-End Steel Arches under Vertical Loads, submitted to Proc. of JSCE-Structural Eng./Earthquake Eng.