

東北大学 正員 谷西 茂
東北大学 正員 天次 哲哉

著者等はこれまで鋼アーチについて崩壊に至るまでの数値シミュレーションを数多く行い、その基本的な特性を明らかにして来た。そこで得た知見に基づいて、鋼アーチの面内極限強度の定量的評価に因る設計に現在著者等により進められていゝものの一節について報告する。鋼アーチの極限強度の定量的特性を解析的に評価する際考慮しなければならない重要な事項は、(1)解析に採用した非線形解析方法の実際の挙動をどの程度評価してゐるか、(2)実際に寄与する鋼アーチの実際の状態をいかに解析に組み入るか、又その極限強度にどの程度の影響を及ぼすか、等である。 (1)の問題はそれ自身でかなり広範囲の研究を必要とするものと思はれるので、ここでは、実験結果と(2)の近似解析法による数値解析結果を例として比較検討を行い、その概要を知ることができるとした。 (2)の事項に因りてここでは、残留応力の分布形状および断面の形状がローレンを取り上げた。同一の矩形断面を持つ2ヒンジ鋼アーチの実験による面内極限強度を解析によるものと示してゐる。細長比(λ)は140に選ばれてゐる。本報告で採用した解析法は、荷重増分法である。又、逐次収束解析時の局部座標系を規定するいわゆる基準状態は、荷重の増分による変形量に応じて生ずる内力を1つの応力と釣合状態を保持するように設定してゐる。解析法の詳細は文献(2)に示してゐる。表-1、2および4に示してゐる結果は、放物線2ヒンジアーチに図-2に示す対称的荷重を載荷して得た極限強度を基準荷重⁽²⁾で逐次元化したものである。表-1は逐次近似法で採用した積分法⁽¹⁾およびその修正法と本方法による結果を示してゐる。表-2は表-3に示したType-Bの箱形断面および図-3に示した残留応力分布をもつアーチの極限強度を示したものである。又、表-4は表-3に示した箱形断面および矩形とサニトウィッチ断面をもつアーチの結果をそれぞれ示してゐる。

ここで得た結果の主なものを示すと、

- (i). アーチの極限強度を解析する場合に、軸線の伸びの非線形挙動に充分留意して強度の評価を行なう必要がある。
- (ii). 残留応力の存在による極限強度は、20%程度の減小をみせる場合がある。
- (iii). 残留応力の分布形状が変化した場合、極限強度に及ぼす影響は最大で10%程度である。
- (iv). 断面形状を変えた場合の影響は、極めて大きい場合で±5%程度と思はれる。

* 軸力およびその作用方向の非線形挙動(2次元)を70%程度に精度で解析を行へた。

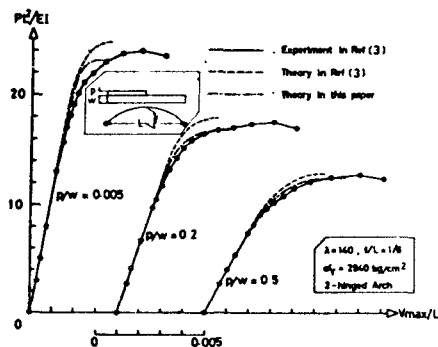


Fig.1 A comparison between experimental results and theoretical ones

Table 1 Relationships between results by integration approach and by this approach

approach load ratio	this approach	Ref. (1)	improved Ref. (1)
0.25	0.363	0.364	0.356
0.5	0.446	0.418	0.445
0.75	0.573	0.499	0.570
0.99	0.954	0.805	0.962

N.B. steel arch with rectangular section
 $E/L=0.15$, $\lambda=150$, $\sigma_y=2400$ kg/cm²

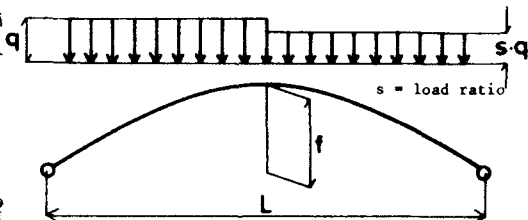


Fig. 2 Loading and configuration of arch

(4). 断面のアロポーレションによる変化は、箱形断面の場合、最大で6%程度である。

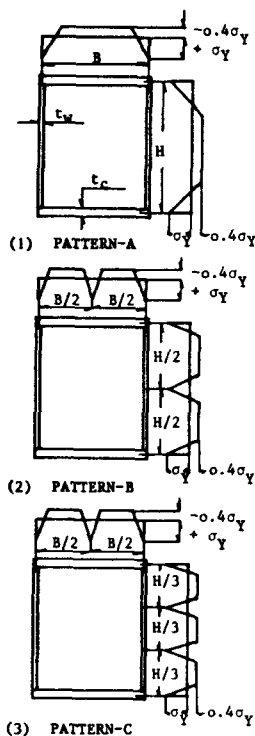


Fig. 3 Idealised patterns of residual stress distribution

Table 2 Effect of residual stress pattern on maximum load intensity

slenderness ratio	load ratio	no residual stress	PATTERN-A	PATTERN-B	PATTERN-C
100	0.5	0.601	0.606	0.568	0.565
	0.99	0.974	0.912	0.867	0.840
150	0.5	0.409	0.405	0.377	0.376
	0.99	0.888	0.701	0.668	0.672
200	0.5	0.293	0.279	0.264	0.263
	0.99	0.589	0.521	0.510	0.504
250	0.5	0.220	0.201	0.194	0.193
	0.99	0.386	0.370	0.368	0.365

N.B. steel arch with box cross section ; TYPE-B ($\alpha = 0.4$)
 $f/L = 0.15$, $\sigma_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$

Table 3 Proportion of employed box cross sections

dimension	TYPE-A	TYPE-B	TYPE-C	TYPE-D
H/t_w	190	190	190	60
B/H	0.8	0.6	0.4	0.2
A_c/A_w	1.2	0.9	0.6	0.3
t/H	0.414	0.400	0.378	0.338
k/H	0.343	0.320	0.286	0.228

N.B. A_c : cover plate area, A_w : web plate area

Table 4 Effect of cross sectional configuration on maximum load intensity

slenderness ratio	load ratio	idealised cross section		box cross section (residual stress: PATTERN-A)			
		sandwich	rectangular	TYPE-A	TYPE-B	TYPE-C	TYPE-D
100	0.5	0.592	0.603	0.600	0.606	0.616	0.630
	0.99	0.960	0.976	0.902	0.912	0.926	0.951
150	0.5	0.412	0.400	0.402	0.405	0.408	0.409
	0.99	0.816	0.870	0.690	0.701	0.715	0.746
200	0.5	0.303	0.281	0.279	0.279	0.279	0.276
	0.99	0.572	0.578	0.521	0.521	0.522	0.532
250	0.5	0.229	0.208	0.203	0.201	0.200	0.196
	0.99	0.381	0.381	0.370	0.370	0.370	0.370

N.B. steel arch with idealised or box cross section : $f/L = 0.15$, $\sigma_y = 3600 \text{ kg/cm}^2$

参考文献

- 1) Kuranishi, S. and Le-Du Lu : Load carrying capacity of two-hinged steel arches, Proc. of JSCE, No. 204, 1972
- 2) 倉正 茂・矢吹 地哉 : 側方荷重の影響を考慮した2ヒンジ鋼アーチの断面強度, 土木学会論文報告集, No. 272, 1978
- 3) 新家 徹・田中 一 : アーチ断面の耐力解析と模型実験, 土木学会論文報告集, No. 263, 1977