

本州四国連絡橋公団 正会員 藤井郁夫
大和設計(株) ◦ 藤森 哲
◦ 伊奈隆二

1. まえがき

今回の道路橋示方書で、アーチ系橋梁における変形の影響を考慮するときの規準が定められた。即ち、死荷重強度が示方書の(11.3.1)式で計算した W より大きくなる時は、これを考慮しなければならないとされている。現在、本四公団で計画中の大三島橋($L=300$ mの鋼アーチ橋)は、死荷重 16.0 t/m に対し、前述の W は 7.15 t/m であるため、変形の影響を考慮に入れた、 II はゆる有限変位理論で計算しなければならない。本文は、アーチ橋を有限変位理論で計算したときの結果を報告するとともに、有限変位理論をアーチ橋の設計にとりいれる方法についてのべたものである。

2. 大三島橋における断面力

図表-1は大三島橋の設計に用いた断面力を示す。インプットした諸元は次の通りである。

- 支 間 $L = 300 \text{ m}$
- 中央ライズ $f = 50 \text{ m}$
- 死 荷 重 $W_d = 16.00 \text{ t/m}$
- 活 荷 重 $p = 2.17 \text{ t/m}$
- 衝撃係数 $i = 0.057$
- 温度変化 $t = \pm 30^\circ$

断面性能(仮定断面)

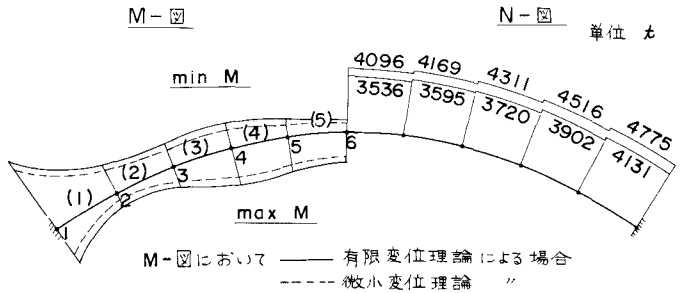
格束 1~2 $I = 1.144 \text{ m}^4, A = 0.363 \text{ m}^2$

格束 3~6 $I = 0.728 \text{ m}^4, A = 0.272 \text{ m}^2$

計算式は、コンピュータによる構造工学講座II-1-B「骨組構造解析」(4-29), (4-30)式によった。

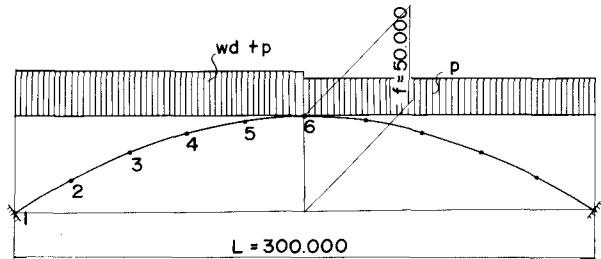
3. 安全度について

アーチ部材は曲げと軸力を同時に受けるため、格間内の座屈に対しては、示方書(3.3.3)式でチェックする必要がある。純アーチの場合、面内座屈に対する部材長は支間全長となり、全体座屈と一致するので、次の応力照査で面内座屈に対する照



格束	max M について			min M について		
	微小変位理論	有限変位理論(有)	(微)	微小変位理論	有限変位理論(有)	(微)
1	2 862	3 507	1.23	-6 527	-7 234	1.11
2	621	1 032	1.66	-2 356	-2 769	1.18
3	1 356	1 760	1.30	-1 591	-2 055	1.29
4	2 468	3 135	1.27	-1 630	-2 351	1.44
5	2 544	3 121	1.23	-1 063	-1 632	1.54
6	2 387	2 680	1.12	- 692	- 969	1.40

図表-1 大三島橋の断面力



荷重強度(常時作用荷重) $wd = 16.0 \text{ t/m}$
 $p = 2.294 \text{ t/m}$

図-2 面内座屈の検討に用いた荷重状態

査を併用した。

先ず、図-2の荷重強度の増加に應ずる縁応力度 ($\sigma = \frac{N}{A} + \frac{M}{I} \cdot y$) の増加をみると図-3のようになった。本橋に使用した材質はSM58材であり、示方書では (降伏応力度) / (許容応力度) は1.77である。

右の図より、応力度増加1.77倍に対し、荷重増加は1.6倍しかない。荷重増加1.77倍の状態に、降伏応力度以下にするためには、常時作用荷重による応力度を次の値まで低減しておかなければならぬことになる。

Point 1. $2600 \times \frac{1.77}{1.930} \div 2380 \text{ kg/cm}^2$

Point 4. $" \times \frac{1.77}{2.024} \div 2270 "$

有限変位理論で応力度を求めた場合、(3.3.3) によらなくてもよいことは、Theodore V. Galambos 著「鋼構造部材と骨組」-強度と設計-福本啓士、西野文雄共訳 P-348 にあらはれている。

表-2および図-4は、図-2に示す常時作用荷重を0.1倍きざみで行ったとき、各荷重状態での、断面力および応力度の (有限変位理論) / (微小変位理論) の値を計算したものである。

表-2 (有限変位理論) / (微小変位理論)

(E₀): 図-2の荷重状態での微小変位理論による値
入: 図-2の荷重強度に対する倍数

入	軸力		曲げモーメント		応力度	
	Point 1	Point 4	Point 1	Point 4	Point 1	Point 4
(E ₀)	4 500 ^{kg}	4 023 ^{kg}	-5 255 ^{kg・m}	2 146 ^{kg・m}	2 245 ^{kg/cm²}	2 119 ^{kg/cm²}
1.0	1.006	1.008	1.112	1.314	1.053	1.100
1.5	1.010	1.012	1.226	1.599	1.106	1.189
1.6	1.011	1.013	1.258	1.676	1.121	1.213
1.7	1.011	1.014	1.294	1.762	1.137	1.239
1.8	1.012	1.014	1.335	1.859	1.157	1.269
1.9	1.013	1.015	1.383	1.969	1.178	1.303
2.0	1.014	1.016	1.438	2.095	1.204	1.342
2.1	1.015	1.017	1.502	2.241	1.233	1.387
2.2	1.016	1.018	1.579	2.412	1.267	1.439
2.3	1.016	1.019	1.670	2.614	1.308	1.501
2.4	1.017	1.020	1.780	2.857	1.358	1.575
2.5	1.018	1.022	1.917	3.154	1.420	1.669
2.6	1.019	1.023	2.089	3.525	1.498	1.778
2.7	1.021	1.024	2.306	4.000	1.596	1.922
2.8	1.022	1.025	2.603	4.625	1.793	2.112
2.9	1.022	1.026	3.005	5.476	1.909	2.369
3.0	1.023	1.026	3.575	6.676	2.165	2.731
3.1	1.022	1.025	4.405	8.416	2.535	3.256
3.2	1.020	1.022	5.657	11.037	3.094	4.045

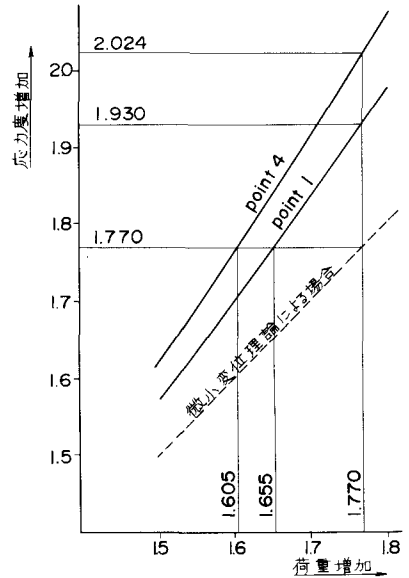


図-3 荷重増加と応力度増加
(註: 共に常時作用荷重時に対する倍数)

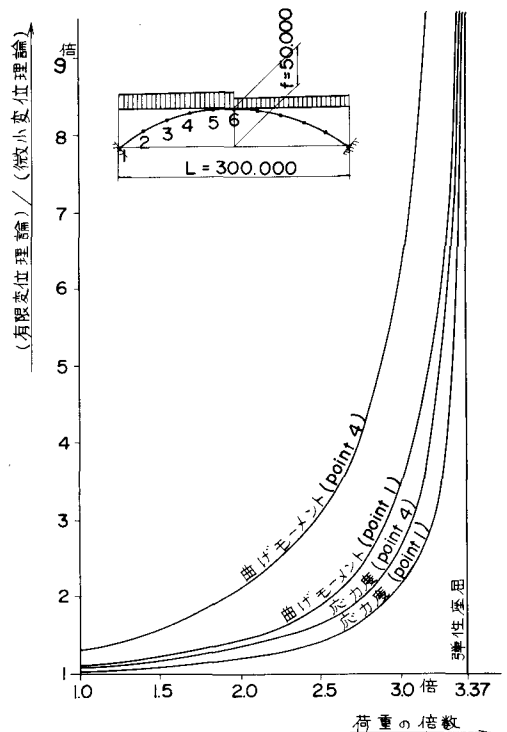


図-4 (有限変位理論) / (微小変位理論)