

大阪大学工学部 正会員 前田 幸雄
 大阪大学工学部 正会員 林 正
 大和設計(株) 正会員 ○伊奈 隆二

1. まえがき

本州四国連絡橋 尾道～今治ルートに計画されている大三島橋について立体解析を行ない、その三次元的非線形性状を調べたので報告する。大変形解析には、マトリックス法を用いた。

2. 計算条件

(1) 構造形式：構造形式は、支間長300mの中路式固定タイドアーチである。立体大変形解析においては、主拱部と床組部を一体として計算した。その構造形式を図-1に示す。また、タイ材の効果を検討するために、床組を省略して主拱のみから成る構造系についても計算した。この形式をA-typeとし、前者の形式をB-typeとする。

座屈計算においては、立体解析はA-typeのみとし、同時にA、B-typeについて平面解析を行った。

(2) 断面諸量：2本のアーチリブは変断面の箱桁であり、詳細については省略する。タイ材としては、9本の連続鉄桁の剛性を単純に加えて3本の重ね梁とした場合をB-typeとし、床版の剛性を考慮した場合をC-typeとした。

(3) 設計荷重：本文においては、死荷重、活荷重及び風荷重のみを検討した。
 死荷重(D)：アーチリブに4.63 t/m、タイに5.65 t/mと11.3 t/mを全載した。
 活荷重(L)：計算には、道路橋示方書Ⅱ-20の等分布荷重のみを用い、線荷重とトレーラー荷重は考慮しなかった。載荷状態は、図-2に示す2通りの場合を考え、主載荷荷重は風下側に寄せて偏載した。

風荷重(W)：2本のアーチリブにそれぞれ2.1 t/m、風上側のタイに0.99 t/mを全載した。なお、風荷重による非線形性を調べるために、荷重を3段階に分けて載荷し、その増分率を0.5、1.0、1.5とした。

3. 弾性座屈と飛移

(1) 弾性座屈：弾性座屈荷重 q_{cr} を表-1に示す。載荷状態は死荷重と同じで、値は死荷重に対する比で表わした。*印は平面構造物を表わし、モードにおけるI及びOは面内及び面外座屈も、S及びAは対称及び反対称モードを意味する。

(2) 飛移：立体大変形解析において、死荷重を設計荷重の5倍まで増加した。このときアーチクラウンの鉛直変位と荷重の関係を示したものが図-3である。図中X印は飛移を意味しており、A-typeでは座屈荷重の76%で生じている。

(3) 考察：表-1より、本橋では面内座屈が面外座屈に優先して起り、それらの荷重の比は約1.5倍であることがわかる。また、面内座屈の計算には平面解析で十分である。弾性座屈に対するタイ材の効果は、座屈モードが反対称であるために現れていない。しかし、変形の影響を考慮した場合には効果があり、作用荷重が死荷重の3倍になったときにはタイ材に引張力が作用してB-typeでは座屈荷重を越えても飛移りが生じなかった(図-3)。

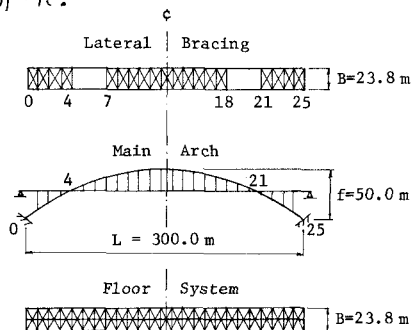


図-1 構造形式

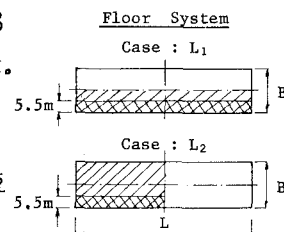


図-2 活荷重の載荷状態

表-1 座屈荷重

Mode	1	2	3
Type	I, A	O, S	I, S
A	4.638	7.030	7.562
A*	4.564	—	7.480
B*	4.717	—	11.026

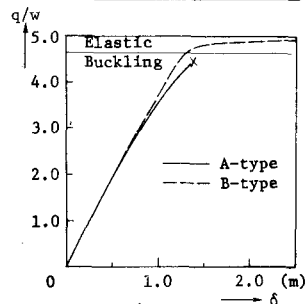


図-3 座屈と飛移

4. 幾何学的非線形性

(1) 変形と断面力：月荷重によるアーチ

リブの月下側のたわみを図-4に示す。

このとき、風上側のたわみは月下側の値と絶対値が等しく符号が反

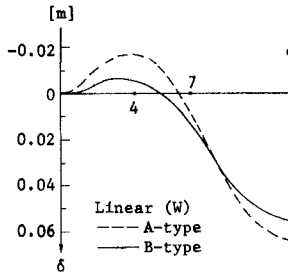


図-4 アーチリブのたわみ

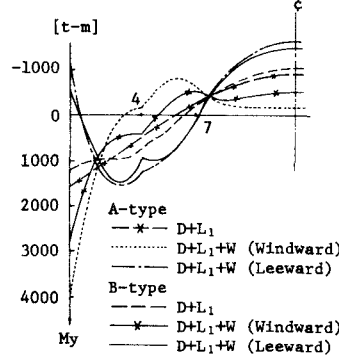


図-5 アーチリブの面内曲げモーメント

対であるので、アーチ全体はスパンのほぼ1/4点を節として逆向きにたわれるように変形する。このために面内曲げモーメント M_y は固定端において50%程増加する。このような現象は本橋のみに現われる特別な現象ではなく、一般の固定アーチ橋においても現われる²⁾。床組はウインドコードとしての効果があり、B-typeでは断面力は減少している。

捩りモーメント M_x と面外曲げモーメント M_z はブレースが一部欠けているために、スパンの1/4点の近傍で極めて大きな値を示す。これらの断面力に対しては床組の効果がある。

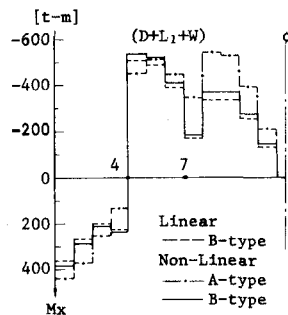


図-7 アーチリブの捩りモーメント

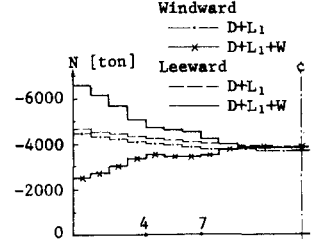


図-8 アーチリブの軸力

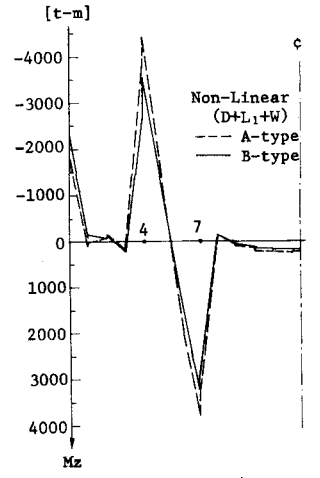


図-9 アーチリブの面外曲げモーメント

(2) 面内荷重の影響：図-4～8に用いた月荷重は

すべて無載荷時の月荷重強度であるので、設計断面力はこれらの値よりはいくらか減少する。そこで、月荷重載荷時に及ぼす活荷重の影響を調べるために、死・活荷重と月荷重による値から、死・活荷重による値を引いた値を表-2に示した。表より、面内曲げモーメント M_y は活荷重の載荷状態によりいくらか影響を受けるが、他の断面力と変位は活荷重による影響を受けないことがわかる。

表-2 月荷重による変位と断面力

In-Plane Loads	v (cm)	δ (cm)	N (ton)	M_x (t-m)	M_y (t-m)	M_z (t-m)
D	38.3	6.1	1919.2	390.3	1793.0	3462.7
D+L1	38.4	6.1	1923.0	392.1	1802.7	3472.5
D+L2	38.4	6.1	1907.6	390.6	1924.1	3460.5

(3) 非線形性：非線形値を線形値で割った値を、面内荷重を含む場合と含まない場合とについて、それぞれ図-9と10に示した。面外非線形性は月荷重の増分率 α には関係せず、床組の効果が大きいことがわかる。

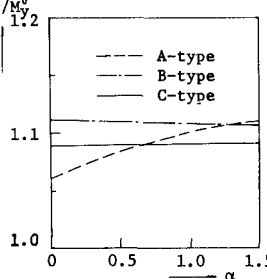
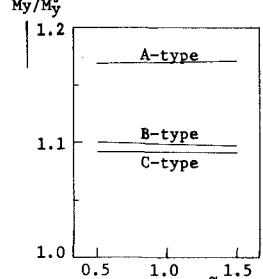
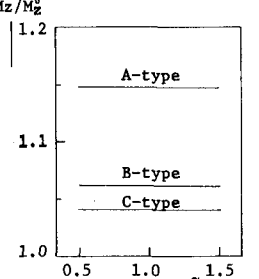


図-9 死・活荷重と月荷重による非線形性



(a) 面内曲げモーメント



(b) 面外曲げモーメント

図-10 月荷重による非線形性

5. 考察

- 1) 床組の効果は月荷重に対して大きく、絶対量のみでなく面外荷重による非線形性をも抑制する。
- 2) 床版の剛性を考慮した換算剛性は極めて大きい、構造物全体に及ぼす影響は縦桁のみの場合と大差ない。
- 3) 月荷重による非線形性は月荷重の強度とは無関係に、 M_y で最大10%、 M_z で6%、 N で3%以内である。
- 4) 面内荷重による非線形性は、固定端モーメントで11%、スパンの中間部で19%、軸力は1%以内である。

1) 前田・林・中村：立体骨組構造物の大変形解析，関西大学工学部講演概要，昭和47年5月。 2) 本講演概要集 I-181。