

大阪大学工学部 正会員 前田 幸雄
 文政大学工学部 正会員 林 正
 大阪大学工学部 正会員 松井 繁之

1 まえがき 大三島橋は中路式側タイ付スピンジ鋼アーチ橋と呼ばれる新形式のアーチ橋である。すなわち、図-1に示すように、スピンジアーチにおける最大モーメントが発生する各点近傍を橋台に固定された側タイと連結している。この結果、アーチリブ、橋台および側タイによって構成される剛性の高い三角形の枠組によって、純スピンジアーチの各点近傍を弾性支持するようになる。力学的にはアーチリブ交角長を約2/3程度に減少させるのと同様の効果を与えている。本橋は稀れな型式の構造物であるため、その挙動特性および安全性について種々の理論的考察を加えた⁽¹⁾⁽²⁾。さらに、理論だけの追跡では若干の不安が残るため、実橋の1/50モデルを作製し、実験的にその弾性特性の確認と破壊に至るまでの面内挙動特性全体を把握し、側タイの効果と、これを与えるアーチ橋の安全性を調べた。

2 試験体と試験方法 長大アーチ橋では当然、幾何学的非線形の影響を受ける。大三島橋では、側タイは一次部材として挙動することは明白であるが、中間タイ枝、吊枝等も非線形挙動に影響する。よって、本研究ではこれらの二次部材をも含めた全体模型の実験を行った。全体模型を用いた実験は既往の研究では見当たらない。さて、幾何学的非線形性を考慮したアーチの面内弾性挙動は表-1に示す10個の無次元パラメーターによって説明が可能である。よって模型を作製するに当たっては、これらのパラメーター値を一致させて実橋寸法を縮小する必要がある。種々の計算の結果、試験体各部の断面寸法は図-2に示すごとく決定された。この試験体3体を製作し、大三島橋に属する基本挙動を明らかにしようとした。各試験体の試験方法は次のような目的に従って変えさせた。

①大三島橋の面内挙動を調べる。このため試験体No.1に対しては図-3に示すように全載等分布荷重を行う。No.2に対しては、死荷重相等荷重 $2P=24t$ および全載等分布荷重し、その後、半載活荷重を加増

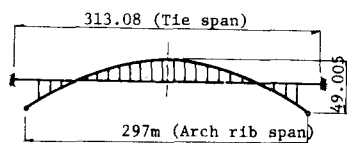


図-1 大三島橋の概要

表-1 アーチ挙動を示す無次元パラメーター

Member	断面積	断面二次モーメント
Arch rib	$\lambda_a = L_o / A_a / I_o$	$\kappa_a = I_a / I_o$
Tie	$\lambda_t = L_o / A_t / I_o$	$\kappa_t = I_t / I_o$
Post	$\lambda_p = L_o / A_p / I_o$	$\kappa_p = I_p / I_o$
Hanger	$\lambda_h = L_o / A_h / I_o$	$\kappa_h = I_h / I_o$
荷重	$\gamma = w L_o^3 / E_o I_o$	$\beta = p / w$

L_o : 基準長 (アーチスパン)

I_o : 基準断面二次モーメント (アーチリブ)

A : 断面積

I : 断面二次モーメント

a: Arch rib

t: Tie

p: Post

h: Hanger

w: 分布死荷重強度, p: 分布活荷重強度

E_o : 基準弾性係数

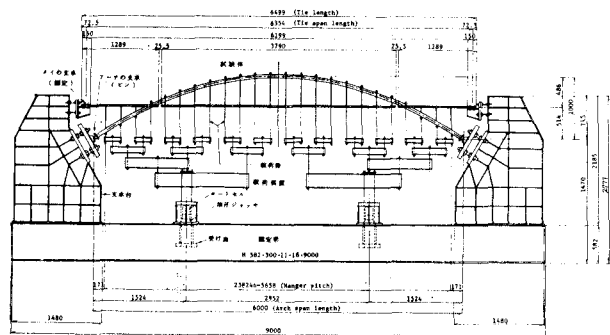


図-2 模型試験体の概略寸法と各部材断面寸法

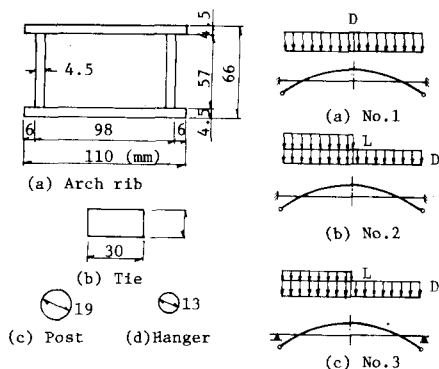


図-3 各試験体の載荷方法

する。これらの2つの極端な荷重状態下の挙動を調べると共に、理論計算との比較検討を行う。

②側タイの効果調べる。側タイ効果を実験的に調べるため、No.3供試体では、側タイの固定端を解放し、No.2と同様の実験を行い、両者の比較を行う。

載荷方法はアーチリブを25分割し、中間24格点で等中荷重を加えるようにした。載荷装置は図-2に示すように、左右2組のトーチメント型式であり、載荷荷重の等分性は非常に良好であった。

3 試験結果と考察 試験結果の1例として、図-4,5に荷重-鉛直変位曲線と、図-6に荷重-ひずみ曲線、図-7にモーメント分布図(理論値)、図-8に塑性域分布、および表-2に各境界状態における荷重を示した。

図-4~6で見られるように、破壊に至るまでの変位、ひずみ等は各供試体とも理論値とよく一致した。最終耐荷力についても理論値との差は高々4%程度であり、そのときの破壊型式と塑性域分布図で明らかに実験と理論のよい一致を見た。これらの試験結果をもとにして次のようなことが考察できる。

①全体挙動について……側タイ付アーチの挙動は幾何学的非線形性を考慮した弾塑性解析の理論計算によって説明できる。現設計案通りの断面では弾性座屈と起るまいで塑性破壊する。

②側タイの効果について……No.2とNo.3の結果を比較すると、側タイを付けないNo.3では最大モーメント位置が部材6付近で、純2ヒンジアーチとしての挙動を示すが、側タイを固定するとその位置は部材9付近に移動する。この結果、最終耐荷力は表-2に示すごとく、No.2では顕著的に向上した。半載荷重の設計荷重相当値は合計1608tであり、No.2では約4.56倍の余裕がある。一方、No.3では0.344倍しかなく、設計荷重相当以下に低下している。

4 結論 大三島橋の面内挙動について次の結論を得た。

①側タイはアーチリブの変形を抑制するのに極めて効果があり、構造全体の剛性を高め、耐荷力を向上させる。

②大三島橋は面内荷重に対して十分な耐荷力を有し、全体の挙動についての設計時の考え方に誤りがない。

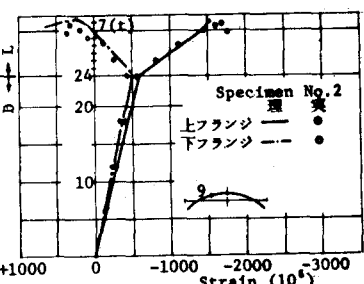
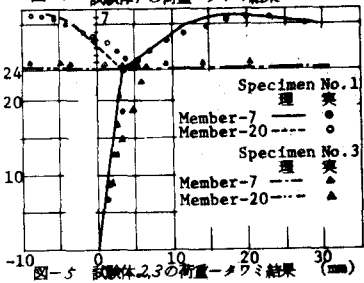
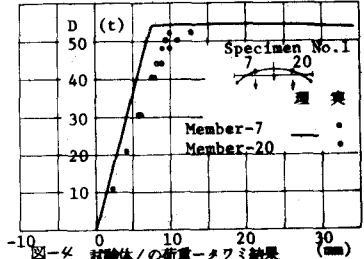


図-6 荷重-ひずみ変化の一例

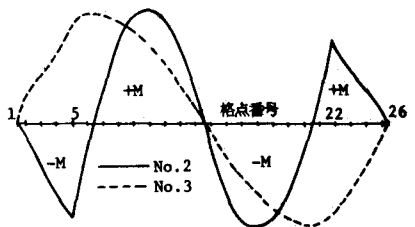


図-7 試験体2,3のモーメント比較図

表-2 各境界状態における作用荷重

状態	試験体	実験値① (t)	理論値② (t)	理論値③ (t)	②/①	③/①
死荷重満載	No.1	26.520	24.000		1.105	
	No.2	24.849	24.000		1.035	
	No.3	24.738	24.000		1.031	
降伏荷重	No.1	47.626	53.474	52.153	0.891	0.913
	No.2	30.167	30.114	31.065	1.002	0.971
	No.3	25.630	24.553	25.168	1.044	1.018
最大荷重	No.1	52.828	55.015	54.636	0.960	0.966
	No.2	31.320	31.336	32.576	0.999	0.961
	No.3	25.630	24.553	25.377	1.044	1.010

ただし 理論値②は荷重のバラツキがないとしたもの
理論値③は荷重のバラツキを忠実に考慮したもの

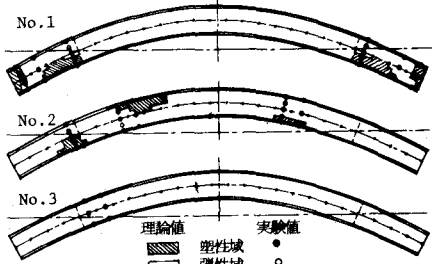


図-8 塑性域分布図

本研究は本州四国連絡橋公団の委託によって行ったものである。
り前田・林・松井・大三島橋に関する研究報告書、昭和54年3月
り前田・林・中村・大三島橋の幾何学的非線形性と弾性について、本講演概要集