

日本鋼管(株) 正真 中山 義昭
 同 正真 森 国夫
 同 正真 〇嶋田 正大

1. まえがき

架橋地点間の距離が2kmを越えるような内海、海峡、湾口部に吊橋を計画する場合には (a)1つの吊橋を結び (b)2つ以上の吊橋を連ねる (c)3基以上の主塔を設け連続してケーブルを結ぶことが考えられる。(a)案は中央至間長が非常に長くなり種々の技術的制約を受ける。(c)案は中央の主塔の構造が問題となる。従って実績のある支間長の吊橋をいくつか連ねるb案が妥当であろう。吊橋をいくつか連続して架ける場合、2つの吊橋の間に位置するケーブルアンカーは各々に設けずに共用するとケーブル張力を相殺させ構造的に有利なものとなる。平板構造式共用アンカーは2つの吊橋からのケーブル張力を間に数枚の鋼板を介して面内力として伝達させようとするものである(図2)。2つの吊橋のいずれかが先行して架設された場合の片引き状態 或いは2つの吊橋のケーブル張力がアンバランスになった場合、下部躯体へのアンカー部には圧縮力が生ずる。これに伴って生ずると考えられる座屈挙動に対する補剛方法が設計上、問題となる。本研究は模型実験により静的応力分布 座屈挙動の検討を行ない、共用アンカーとしての平板構造の妥当性の確認と設計上の基礎資料を得る目的で 2.3の検討を行なったものである。

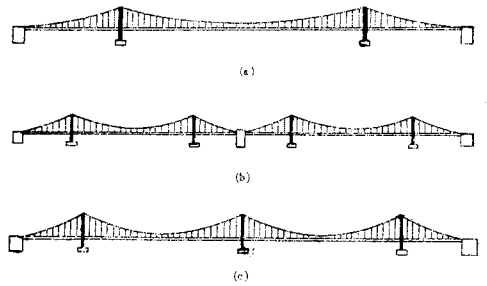


図1

2. 実験の概要

共用ケーブルアンカーの構造は何枚かの鋼板の集合構造となるが 本実験では面内力が作用する時の平板の挙動を単純化して把握することと 試験体の支持方法 荷重の載荷方法などを考慮して1枚の平板に着目した。試験体は1000級吊橋の1/10程度を想定した。又、補剛材の有無による座屈挙動の差異を検討するため補剛材を有するものと無いものとした(図3)。平板の板厚は3.2mmとし材料試験結果を表2に示す。荷重状態は表1に示す5ケースとした。載荷装置は図4に示すように試験体と治具とを高カボルトで1体にし、平板を反力壁に水平にセットし 載荷治具をセンターホールジャッキ(100t)により引張った。

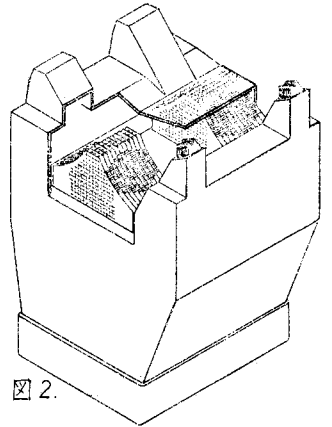


図2.

図3 試験体

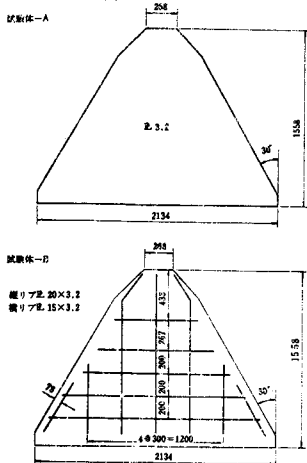


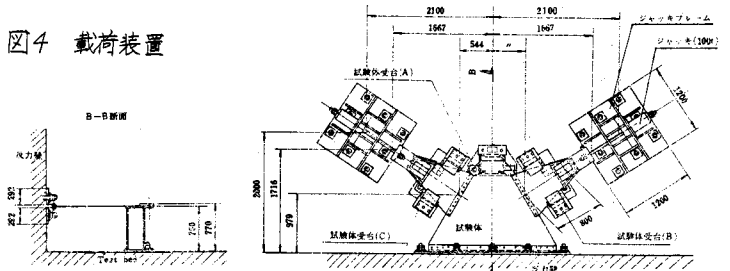
表-2

	上降伏点	下降伏点	引張強度	弾性係数
圧縮方向	kg/mm ²	kg/mm ²	kg/mm ²	kg/mm ²
圧縮直交方向	31.5	30.9	44.9	2.13×10 ⁴
引張方向	—	30.6	45.7	2.11×10 ⁴
試験体	A-1	A-2	B	
板厚	3.13mm	3.11mm	3.15mm	

表-1

ケース	P _L	P _R	備考
1	10t	10t	両引き
2	9t	10t	片引き
3	7t	10t	片引き
4	0t	10t	片引き
5	0t	0t	座屈実験

図4 載荷装置



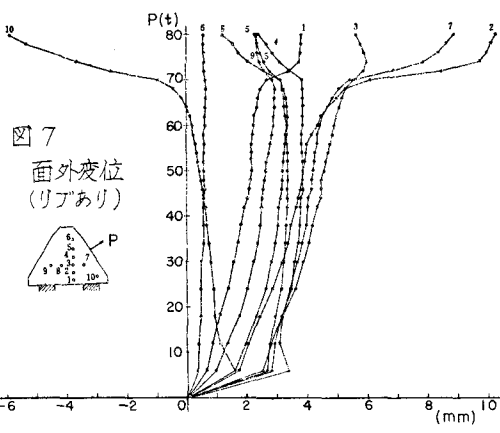
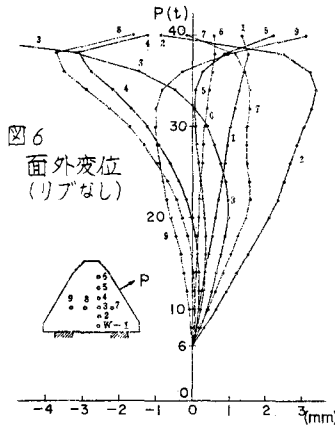
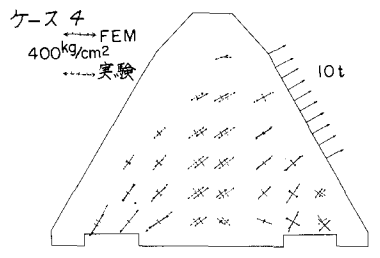
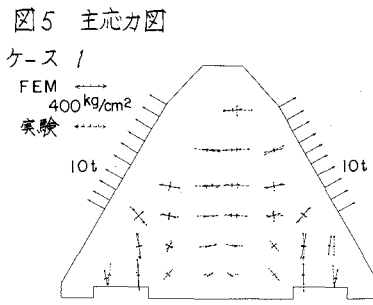
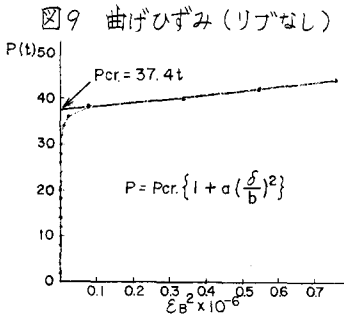


図8 補剛材の有無による面外変形の差

3 実験結果と考察

図5には左右のケーブル張力が $10^{\circ}:10^{\circ}$, $0^{\circ}:10^{\circ}$ の主応力図を示す。平面問題としてのFEMによる解を併せて示す。実験値は試験体の裏表のひずみ値の平均をとリ曲げの影響を除いた。FEM値と実験値はいずれの場合も支持点近傍を除き、主応力値、主応力方向はよく一致している。今回、検討を行なったケーブルアンカーはほぼ2点で支持された系で、平板下辺の応力分布をみると応力勾配が大きく、設計板厚は応力の集中する部分で決まり経済的でない。平板下辺すべてを支持すれば応力分布は平均化し有利と思われる。左右いずれかの吊橋が先に架設される場合、共用アンカーは片引きとなりケーブル張力が作用する側の支点部では圧縮応力が生じこれに伴う座屈の可能性がある。片引きの状態を荷重を漸増し座屈の検討をした。荷重と面外変形の関係を図6(補剛材なし) 図7(補剛材あり)に示す。補剛材がない場合は約40t、補剛材がある場合は70t近くで面外変形の急激な増加が見られる。座屈荷重の決定には「意識の δ^2 法」を用いた。座屈は曲げ変形と対応するので曲げひずみと荷重との関係を求める。図9には面外変形が大きく生じる位置での曲げひずみと荷重の関係を示す。 δ^2 法により座屈荷重は37.4tと求まる。同様に補剛材がある場合は68.6tである。図8には補剛材の有無による面外変形の差を示すが補剛材がつくことにより座屈耐力は大幅に増加することが明らかである。補剛材のないモデルをFEMにより座屈解析を行ない実験値との比較を行なった。FEMによる座屈荷重は32.4tで得られた座屈モードも実際の挙動に良く一致した。次に応力解析により求めた応力値より逆算して最大応力が鋼材の許容応力となる作用荷重を求めると21.0t、降伏応力になる荷重は46.6tである。これより補剛材のない場合の座屈は弾性座屈であり設計張力に対し1.8の安全率を有することがわかる。従って実構造においては補剛材、隔板などにより三角板着力辺と支持辺との間の自由辺を十分に補剛すれば安全である。以上の検討よりケーブルの張力を平板の面内で受けるようにした本構造は力の伝達も明確であり引張部材として抵抗させるので鋼材の特性を生かした合理的な構造であり、共用アンカーへの平板構造の適用は最適と考える。

表-3		
	補剛材なし	補剛材あり
実験値	37.4 t	68.6 t
計算値(1次モード)	32.4 t	
設計ケーブル張力	21.0 t	
降伏時ケーブル張力	46.6 t	