

北見工業大学 正員 大島 俊之
 北見工業大学 正員 三上 修一
 日大生産工学部 正員 能町 純雄

1. まえがき

本研究で対象とする図1のようなコンクリート充填鋼管構造は氷海域において海水から沿岸漁業施設を防護する目的で、図2のような水深5m～10m前後の位置に海岸線に平行に設置されている。内部のコンクリートは鋼管構造の自重を増す目的で充填している。しかし、このようなコンクリート充填鋼管構造は内部コンクリートの力学特性に及ぼす効果や波浪等の繰返し負荷に対する疲労の問題など、変形挙動・負荷力の算定において不明の点も多く、理論的検討を必要としており、本研究では簡単な模型による実験を行なった。

コンクリートと鋼材の合成断面部材の許容断面力の計算方法としては(1)独立に計算した鋼断面部分とコンクリート部分の和をとる累加強度方式と(2)鋼断面部分をコンクリート断面の鉄筋断面と同等とみなす鉄筋コンクリート方式などがあるが、本研究では内部コンクリートの三次元的変形挙動を考慮するFinite Prism Methodによる解析を行なった。

2. 実験模型による曲げ試験

模型実験では曲げ強度試験を3本の供試体について実施した。また比較のため充填コンクリートのない鋼管のみの供試体についても1本実験した。これらの供試体の断面諸元等については表1に示している。

充填コンクリートについては

- (1) 設計基準強度 $\sigma_{ck}=240 \text{ kgf/cm}^2$
- (2) 粗骨材最大寸法 $d_{\max}=25 \text{ mm}$
- (3) 目標スランプ 10 cm
- (4) 空気量 5 %
- (5) 水セメント比 $W/C=0.45$

またコンクリートの平均圧縮強度 $\sigma_c=293 \text{ kgf/cm}^2$ 、曲げ強度 $\sigma_b=28.4 \text{ kgf/cm}^2$ 、また接線弾性係数の平均値は $E_f=1.83 \times 10^5 \text{ kgf/cm}^2$ であった。

実験状況を写真1に示しているが、供試体は両端単純支持、荷重は長軸方向に20cm、円周方向に45°となるような載荷装置により部分分布荷

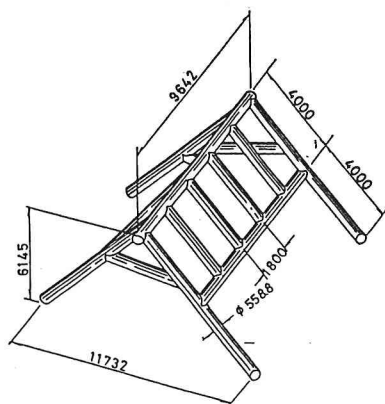


図1. 防氷堤概略図(試験堤)

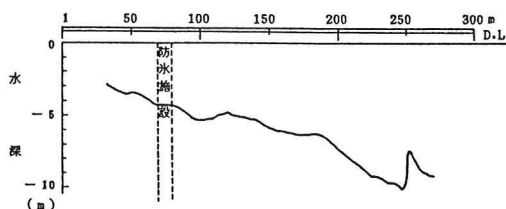


図2 海岸断面図

表1 供試体断面諸元等

	記号	外径 (mm)	板厚 (mm)	断面積 A^* (mm ²)	断面二次 モーメント I^* (mm ⁴)	支間長 (mm)	鋼材 材質	降伏点 (kgf/cm ²)
コンクリート 充てん鋼管	1	216	6	66.0	2923	200	SS41	2400
	2							
	3							
鋼管のみ	0			39.58	2184			

※鋼とコンクリートの弾性係数比 $E_s/E_o=n=21/1.83=11.5$ として計算した

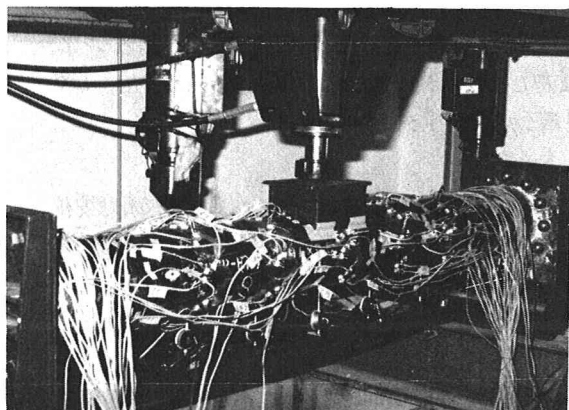


写真1 実験状況

重を漸増法により繰返し載荷した。

表2には耐荷力の実験結果を示している。表中Paは軸方向繰ひずみが1000 μ の時の荷重を示し、()内の値はその時の横断面方向繰ひずみを示す。Pyには応力繰ひずみ曲線の曲率の変化が最大になる点を降伏とみなし、その時の降伏繰ひずみである。また理論値の欄には全断面塑性モーメントから逆算した降伏荷重の値を示した。

これらの結果から、充填コンクリートは耐荷力を30～40%増加させているが、この結果は鉄筋コンクリート方式の断面計算から得られる値に近い。しかし、コンクリート充填鋼管の場合の理論降伏荷重には実験結果との間に差がみられ、詳細な検討が必要である。

3. 考 察

図3には荷重と支間中央下縁の長軸方向繰ひずみ ϵ_x の実験結果を示している。図中点線は鋼管のみの場合、実線はコンクリート充填鋼管の場合、一点鎖線はコンクリート充填鋼管を180°回転して上下逆にした場合、破壊は前記の状態をさらに90°回転した場合の結果を示している。これらの結果の比較から、内部コンクリートの耐荷力に及ぼす効果や内部に発生していると思われるひび割れの影響が明らかとなる。

図4には長軸方向応力の断面内分布を示した。左から $l/4$ 、 $3l/8$ 、 $l/2$ 、 $5l/8$ 、 $3l/4$ 点での分布を示しており、上側が鋼管のみの場合、下側がコンクリート充填鋼管の場合である。荷重は15.5tfである。鋼管のみの場合の支間中央下縁には塑性域の進展が認められるが、コンクリート充填鋼管の場合にはまだ見られない。

図5には単純支持コンクリート充填鋼管ばりの弾性範囲における応力分担やコンクリートと鋼管との接合条件などを検討する目的で行なったFinite Prism Methodによる解析のプリズム要素分割を示した。

参考文献

- 1) 中井・吉川・富田・由井：軸方向圧縮力と曲げモーメントを受ける合成柱の耐荷力；橋梁と基礎，84—4
- 2) 中井・吉川：コンクリートを充てんした鋼製橋脚の耐荷性に関する実験的研究，土木学会論文集，第344号/I—1，1984，4
- 3) 大島・三上・能町：コンクリート充填鋼管の耐荷力の研究，土木学会北海道支部論文報告集，第41号，1985

表2 耐荷力の比較

	記号	実 験 結 果			理論値
		許容荷重 Pa (tf)	降伏荷重 Py (tf)	最大荷重 Pm (tf)	
コンクリート 充てん 鋼 管	1	13 (-140)	19.5 (2500)	24	17.0
	2	13 (-172)	19.6 (1770)	25	
	3	—	20 (2270)	24	
鋼管のみ	0	13 (-950)	14.4 (1000)	17	12.7

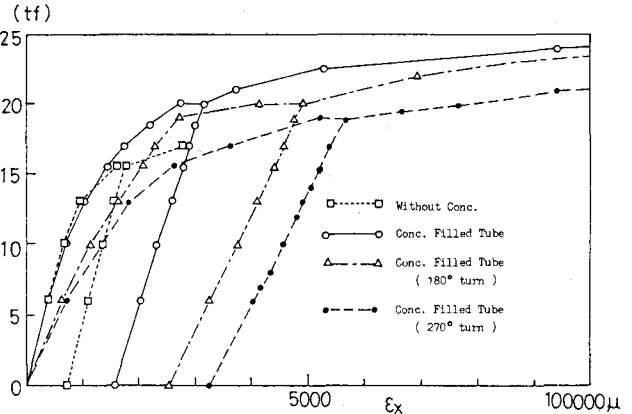


図3 荷重—長軸方向繰ひずみ曲線

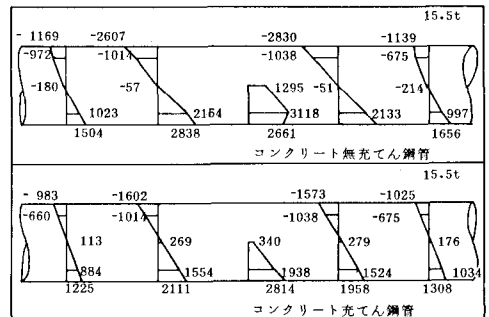


図4 長軸方向応力分布

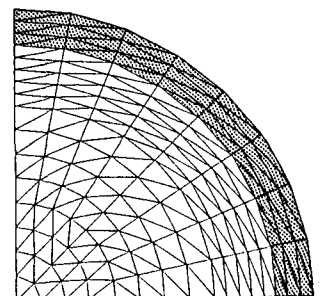


図5 プリズム要素分割