

V-304 円筒波浪制御構造物の引張疲労強度の検討

運輸省港湾技術研究所 ○ 正会員 清宮 理

運輸省第二港湾建設局 正会員 横田 弘

運輸省港湾局建設課 正会員 白崎正浩

1. まえがき

コンクリート海洋構造物には、波浪による繰り返し荷重が常時作用する。この繰り返し荷重に対する検討項目の1つに、疲労限界状態の検討がある。従来の海洋構造物では、コンクリートの疲労は、曲げ圧縮状態で検討されてきた。しかし、図-1に示す円筒型波浪制御構造物のように面内力が卓越する構造形式が近年開発され、ここでは純引張状態での疲労の検討も重要となる。純引張状態での疲労の検討例¹⁾²⁾は、今までほとんど見られない。そこで、コンクリートの引張疲労試験を水中および気中で行い、疲労寿命曲線(S-N曲線)を求めた。さらに、この疲労寿命曲線と日本沿岸域での波浪条件に基づき、現在建設中の円筒型波浪制御構造物の疲労破壊の可能性について検討を行ったので報告する。

2. 疲労試験の概要

試験体は $\phi 10 \times 20$ cmの円柱試験体で、総計60本である。表-1に配合を示す。コンクリートの設計強度は 240 kgf/cm^2 である。疲労試験は、図-2に示すように気中および水中において行い、両者ともJIS A 1113「コンクリートの引張強度試験方法」に準じて試験を行った。荷重振幅は、下限引張応力を 1.3 kgf/cm^2 (荷重に換算して 0.4 tf)とし、上限引張応力を静的引張強度(荷重に換算して 9.13 tf)の45~76%に設定した。

3. 試験結果

図-3に気中および水中における疲労試験結果を示す。縦軸は応力振幅と静的引張強度との比である。図中に示した線は、それぞれ気中および水中における引張疲労寿命曲線で、実線は生存確率50%、破線は生存確率95%を示している。気中と水中とにおける疲労特性は顕著に異なり、水中では疲労寿命がかなり短くなった。

4. 引張疲労の検討例

円筒型波浪制御構造物は、多数の開口を持つ外側円筒と、砂などを中詰めした内側円筒とで構成されている。この構造では、図-4に示すように引波時において軸引張応力³⁾が発生する。引張疲労の寿命の算定は、構造物を構成する各材料に対してマイナー則を用いて行う。その際、使用期間中に作用する波浪の波高と波数との関係が必要である。図-5に、検討を行ったモデルの波高と波数との関係⁴⁾を示す。今回疲労試験で求められた生存確率95%の疲労寿命曲線を用いてモデル2の引張疲労の検討を行った結果、損傷度が0.7となった。

5. 結論

本研究の範囲で得られた主要な結論は以下のとおりである。

(1) 気中および水中でのコンクリート試験体の引張疲労試験の結果、水中での疲労強度は気中における引張疲労強度の約6割であった。

(2) 今回得られた水中での疲労寿命の算定式を用いて、円筒壁を対象にマイナー則を用いて疲労寿命の算定を行った結果、波浪条件の厳しい所では引張状態での疲労破壊に対する安全性の照査を十分に行う必要があることが分かった。

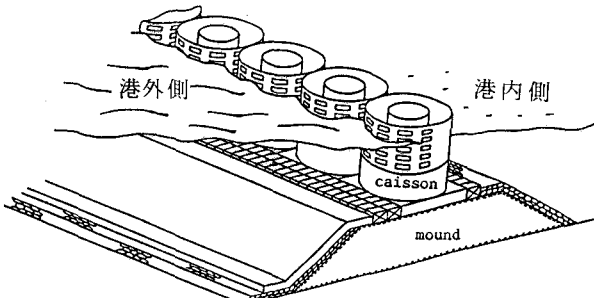


図-1 円筒型波浪制御構造物の概要

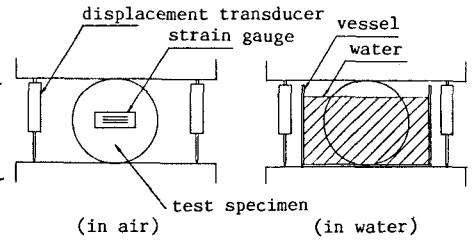


図-2 試験の状況

表-1 示方配合

粗骨材の 最大寸法	スランブ の 範 囲	空 気 量 の 範 囲	水セメント比 W/C	細骨材率 s/a	単 位 量 (m ³ 当り)					
					水 W (kg)	セメント C (kg)	細 骨 材 S (kg)	粗 骨 材 G (kg)	AE減水剤 (cc)	AE剤 (cc)
10 (mm)	8±2.5 (cm)	5±1 (%)	62.5 (%)	49.0 (%)	168	269	896	937	673	1.07

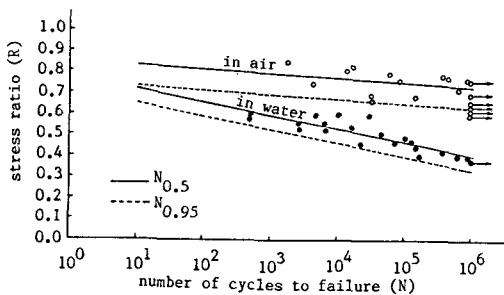


図-3 引張疲労試験結果

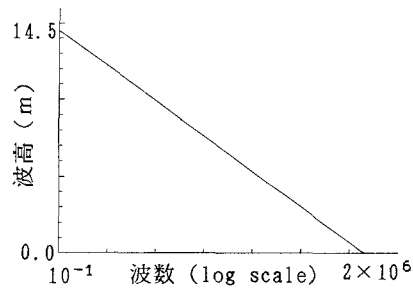


図-5 波高と波数との関係

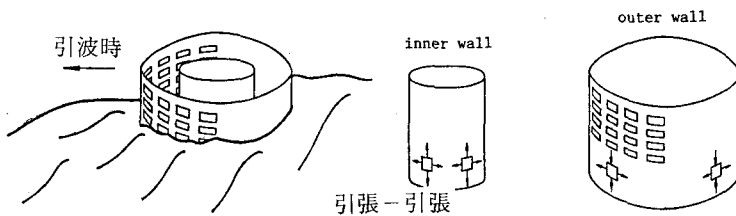


図-4 引き波時における円筒壁の内部応力

〔参考文献〕

- 1) 鈴木 崇 他：大気中および水中におけるコンクリート，モルタル，ペーストの引張疲労，土木学会第39回年次学術講演会講演概要集，V-39，1984年，pp.77～78
- 2) Tepfers R: Tensile Fatigue Strength of Plain Concrete, ACI Journal, 1979年，pp.919～933
- 3) 清宮 理 他：二方向から面内引張力を受けるコンクリート板の力学特性，港研資料 No.632，1988年
- 4) 広瀬宗一 他：観測結果に基づく沿岸波浪の出現特性，昭和57年度港湾技術研究所講演会講演集，1982年，pp.1～55