

VI-57 海洋構造物に用いる膜材料の耐疲労性に関する研究

清水建設(株) (正) 堀哲郎、小野正、(正) 源波修一郎
シバタ工業(株) 小野田忠弘、宮永昭彦

1. まえがき

波の繰返し荷重を受ける海洋構造物は、的確に疲労特性を把握することが極めて重要である。従来、合成ゴム系の材料は、海洋構造物の構造材料として使用することが殆んどなく、その耐久性に関する研究は、なされていない。

本研究は、柔構造潜堤等に用いる膜材料の耐疲労性を明らかにするために、引張定荷重疲労試験（以下、定荷重試験と呼ぶ）及び定張力屈曲疲労試験（以下、屈曲試験と呼ぶ）を行なったものである。

2. 試験概要

(1) 試験装置

定荷重試験には、引張疲労試験機（最大荷重3 ton）を用い、また、屈曲試験には、図-1に示す試験装置を使用した。

(2) 試験体

試験には、表-1のナイロン繊維の両面にクロロプレン系ゴムを被覆した厚さ3mmの膜材料を使用した。試験体の形状及び寸法を図-2及び3に示す。なお、試験体の固定部には、固定金具による損傷を防止するために厚さ1mmのゴム引き布を増張りした。

(3) 試験方法

① 引張試験

JIS K 6328（ゴム引布）に準じて引張強さ P_B (kgf/cm)を求めた。

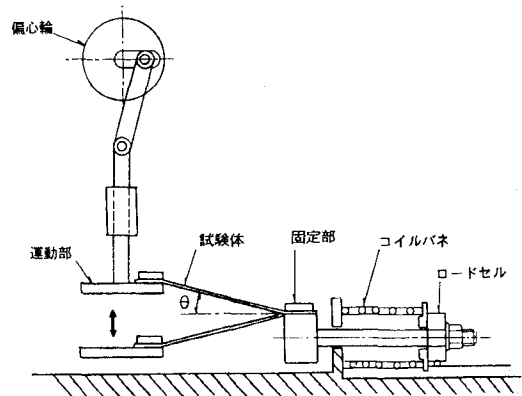


図-1 定張力屈曲疲労試験装置

表-1 ナイロン繊維の諸元

方 向	材 質	本 数 (本/2.5cm)	引張強さ (kgf/cm)	伸 び (%)
長手(縦)	66ナイロン	19.6	167	26
短手(横)		19.8	137	40

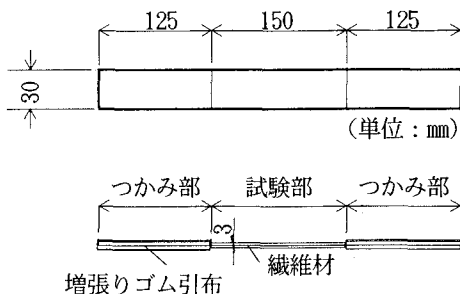


図-2 試験体の形状及び寸法（屈曲試験用）

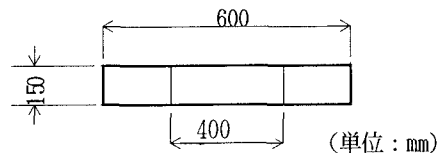


図-3 試験体の形状及び寸法（定荷重試験用）

② 定荷重試験

応力の上限 P_T は引張試験で求めた P_B の0.9、0.8、0.7、0.6及び0.5の応力比（ P_T/P_B ：上限応力比と称す）とし、下限は0.0kgfとした。この応力振幅を3回／分の周期で繰返し定荷重試験を行い、疲労寿命に達するまでの繰返し回数（ N ）を求めた。なお、試験は、室温の気中で実施した。

③ 屈曲試験

試験時の定張力 P_T は、引張試験で求めた P_B の0.95、0.9、0.8、0.7、0.6及び0.5の応力比（ P_T/P_B ：張力応力比と称す）とした。常時、膜材料に定張力を載荷し、この状態で振り角 ± 7.5 度、周期60回／分で屈曲疲労を行い、疲労寿命に達する繰返し回数（ N ）を求めた。なお、試験は、室温の気中で実施した。

3. 試験結果

(1) 定荷重試験の結果

上限応力比（ P_T/P_B ）と繰返し回数との関係を図-4に示す。図から上限応力比が小さくなるに伴い、疲労寿命に達するまでの繰返し回数は、多くなることが判る。この傾向は、金属材料などのS-N曲線とやや異なり、逆S字形になっている。

(2) 屈曲試験の結果

試験時の張力応力比（ P_T/P_B ）と繰返し回数の関係を図-5に示す。図から張力応力比が小さくなるに従い、疲労寿命に達する繰返し回数は多くなり、その傾向は、繰返し回数が 10^4 前後から対数直線的に増加し、応力比0.5では繰返し回数が 10^7 程度になっている。なお、破断位置は固定側チャックの屈曲部に集中していた。

4. おわりに

定荷重試験及び屈曲試験を行い、ナイロン繊維補強クロロプレン系ゴムシートの疲労性状を明らかにした。今後は、波浪時の繰返し荷重による海洋構造物特有の荷重を考慮した合理的な信頼性設計の情報と技法を整えるとともに耐用期間中の機能を保証するために、累積損傷理論（マイナー則）等の適用性についても検討する予定である。

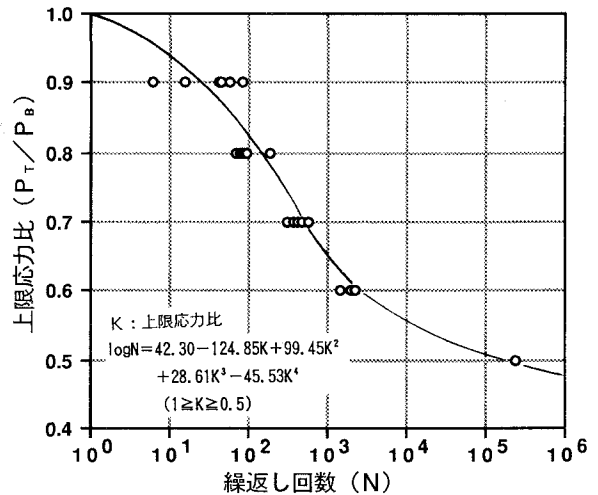


図-4 上限応力比と繰返し回数の関係
(定荷重試験)

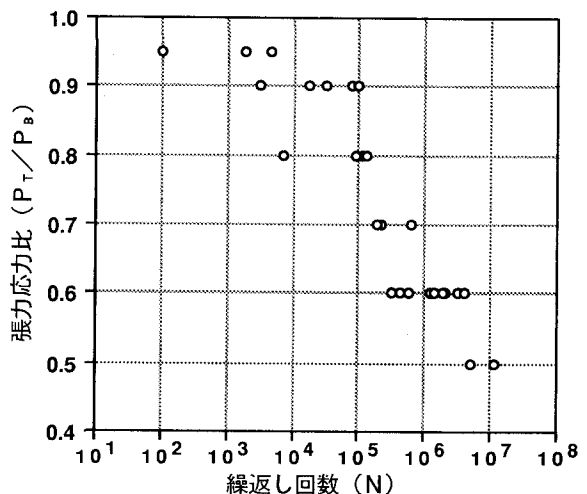


図-5 張力応力比と繰返し回数の関係
(屈曲試験)