

大成建設株式会社

正会員

田沢栄一

田中良弘

松岡康訓

## 1. はじめに

最近、コンクリートの耐久性に注目した、新しいタイプのコンクリート製海洋構造物に対する関心が高まってきたおり、それにともない、この分野のコンクリート構造物に対する研究が盛んになってきている。本研究は、コンクリート製海洋構造物がうける、波浪による繰り返し荷重に注目して、一体のRC板及びジョイントRC板の曲げ疲労載荷実験を行ない、その疲労強度及び破壊形式などへ力学的挙動を調べたものである。

## 2. 実験の概要

試験体の形状・寸法及び載荷状

表-1. コンクリートの諸元

粗骨材寸法 等級 の範囲	W/C 率	砂 量	比 重	彈 性 模 数	配合 強度
5 mm $\pm 1$ cm	16	% 32.6	1.9	$\times 10^5$ 1.81	560

態を図-1に示す。一体のRC板は、D6の50×50の溶接金網、またジョイントRC板は、D6の50×75の溶接金網を用い、これらは、ジョイント部は、鉄筋をラップして、ジョイントモルタルを打設した。コンクリートは人工軽量骨材を使用し、その諸性質を表-1に示す。ジョイントモルタルの圧縮強度はコンクリート母材と同程度とした。また疲労載荷には、電気油圧式疲労試験機を用い、載荷速度を5Hzとし、載荷速度の影響をみるために、波浪周期を想定して0.5Hzで行なった。

## 3. 静的曲げ載荷実験の結果と考察

(1) ひびわれ及び終局耐力 静的曲げ載荷及び疲労載荷実験の実験値と計算値の結果を表-2に示す。ひびわれ強度は、鉄筋の剛性を考慮してコンクリートの曲げ強度から計算したもので実験値と良い一致をしている。また終局耐力はACI基準によった。

(2) 破壊形式 一体のRC板の破壊形式は、コンクリートの圧壊であった。しかし、ジョイントRC板の破壊形式はこれと異なり、曲げひびわれが進行し、その後ジョイント部の縁が切れジョイント部の鉄筋のまわりのコンクリートが付着(定着)破壊したものであった。

## 4. 疲労実験

(1) S-N曲線 図-2及び3はそれぞれ一体もの及びジョイントRC板の荷重比と疲労寿命の関係を示すS-N曲線である。荷重比は静的曲げ破壊強度をもとに設定し、疲労繰り返し回数が200万回に達しても破壊しない部材に対しては、その後の静的載荷実験を行ない、200万回繰り返し疲労後の剛性及び強度を調べた。

本実験では試験体数も少なくてバラツキはあるが、荷重比と疲労寿命はほぼ直線的な関係にあり、これより200

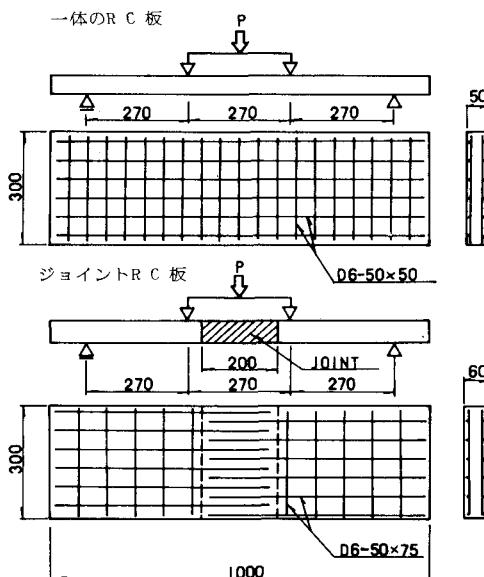


図-1 試験体の形状・寸法及び載荷状態

表-2 実験結果

試験番号	はり寸法	引張側	圧縮側	荷重比 静的曲げ 破壊強度 に対する 割合 (%)	荷重比 疲労強度 に対する 割合 (%)	ひびわれ 強度 に対する 割合 (%)	終局耐力 に対する 割合 (%)	破壊形式
SB-C-1				4.1.8	3.7.9	—	—	コンクリートの圧壊
FB-C-31				6.1.0	6.7.0	3.8.0	—	コンクリートの圧壊
FB-C-37				6.1.0	6.7.0	3.8.0	—	コンクリートの圧壊
FB-C-40				6.1.0	6.7.0	3.8.0	—	コンクリートの圧壊
FB-C-45				6.1.0	6.7.0	3.8.0	—	コンクリートの圧壊
FB-C-50				6.1.0	6.7.0	3.8.0	—	コンクリートの圧壊
SB-J-1				1.1.7	1.3.0	3.4.0	3.0	コンクリートの圧壊
FB-J-30				4.0	4.0	3.0	2.0	コンクリートの圧壊
FB-J-40				4.0	4.0	3.0	2.0	コンクリートの圧壊
FB-J-51	ジョイント			4.0	4.0	3.0	2.0	コンクリートの圧壊
FB-J-52				4.0	4.0	3.0	2.0	コンクリートの圧壊
FB-J-55				4.0	4.0	3.0	2.0	コンクリートの圧壊

万回疲労強度(荷重比)を求めると、一体ものは37~40%、ジョイントRC板は40~45%と考えられる。

(2) 破壊形式：破壊形式は一体ものとジョイント板では本質的には差異はないが、一体ものの疲労による破壊が全て溶接金網の横筋との接合部の破断が原因であったのにに対し、ジョイント板の場合溶接金網の破断の他に、ジョイント部の縁切れが原因で生じたジョイント内での定着筋の付着破壊もあった。なお、疲労破壊の直接の原因ではないが曲げせん断ひびわれも生じていた。

### (3) 200万回繰り返し載荷後の曲げ剛性。

一体ものの荷重比33.3%及び37%の場合の曲げ剛性は、初期荷に比べて初期剛性はかなり低下したが、その後はほとんど変わらず、33.3%の場合の終局耐力はむしろ増大した。また、この時の破壊形式は初期荷の場合と同じであった。

ジョイント板の疲労載荷後の静的曲げ実験の結果は図-4に示す通りであり、初期荷に比較して剛性・終局耐力共に大きい。特に、剛性は終局近くまでほとんど低下せず、急速に破壊した。この破壊状況は写真-1に示すように完全なせん断破壊であり、通常では全く考えられない特異な破壊形式である。この破壊時のせん断強度( $A/bd$ )は $14.2 \text{ kg/cm}^2$ と極めて低い値である。疲労載荷時のせん断応力度は、荷重比30%及び40%に対してもそれ0.4及び $0.56 \text{ kg/cm}^2$ にすぎず、このようすは小さなせん断応力の200万回繰り返し載荷よりも後の静的せん断強度を低下させたとは考えにくく、この原因は定めではない。しかししながら、一体のRC板及び初期荷の場合にこのようすせん断破壊が起らないことから、このせん断破壊の原因是、中央部にジョイントを設けたことによる応力集中あるいは応力むらが生じ、さらに繰り返し荷重が作用したためではないかと考えられる。

### 5.まとめ

(1) 曲げをうけた一体のRC板の200万回疲労強度は、終局耐力の37~40%の範囲にあるが、200万回繰り返し載荷後の静的強度を初期荷と同程度期待する場合には、終局耐力の1/3以下を設計荷重とするのが妥当であろう。

(2) 部材の中央部にジョイントしたRC板の200万回疲労強度は、一体のRC板よりも高く、終局耐力の40~45%と考えられる。しかししながら、200万回の繰り返し載荷後の静的曲げ実験における破壊形式は完全なせん断破壊であった。このことは、せん断が余り問題とならない、壁、部材でも、部材内部にジョイントした場合、疲労をうけることによって一種の脆性破壊が起る可能性があることを示唆しており、今後の解明が必要であろう。

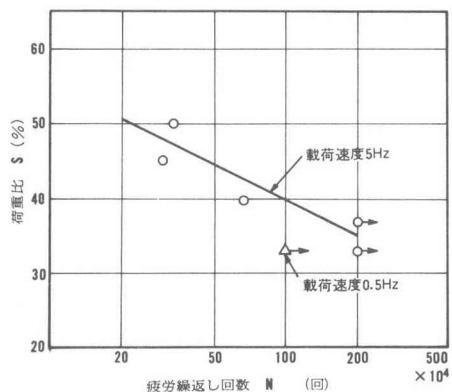


図-2 一体のRC板のS-Nの曲線

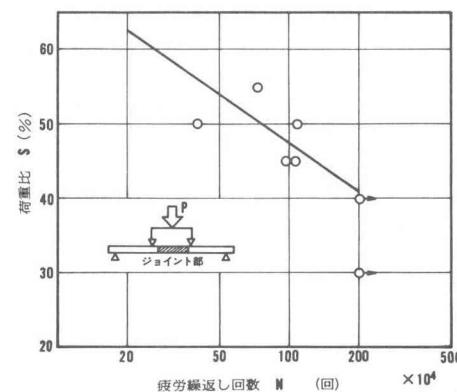


図-3 ジョイントRC板のS-N曲線

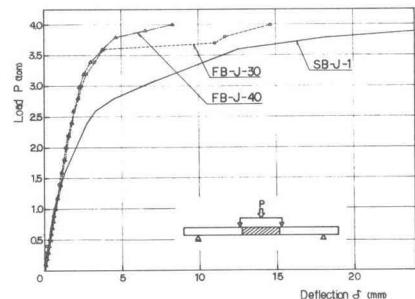


図-4 200万回疲労後のP-S曲線



写真-1 せん断破壊状況