

大成建設株式会社

正会員 ○田 中 良 弘

〃

〃

松 岡 康 訓

1 はじめに

コンクリート製海洋浮遊構造物は、静水圧のような定常荷重のほか、波浪による正負の両振り繰返し荷重を受けるため、疲労強度の検討にあたっては、正負交番の疲労載荷実験を考える必要がある。本研究は、積載能力500D.W.T.のコンクリートバージ(L×B×D=37×9×3.1m)を設計・施工するに当たって、一体もののPCはりジョイントされたPCはりの静的載荷実験および交番疲労載荷実験を行ない、はりの疲労強度を調べ、これらがコンクリートバージの部材として安全であるかを検討したものである。

2 実験の概要

供試体の形状・寸法及び載荷状態を図-1、写真-1に示す。一体もののPCはりは全長が2.1m、またジョイントPCはりは1.05mのはりを2本製作した後に、中央部をジョイントした。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。また、はりの有効プレストレス導入量は、73.8kg/cm²で、ジョイント材料としては、レジ系モルタルとセメント系モルタルを用いた。なお、交番疲労載荷には、電気油圧式疲労試験機を用い、載荷速度を2～3Hzとして行なった。

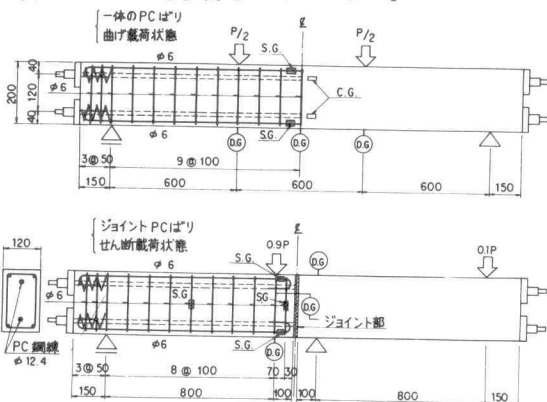


図-1 供試体の形状・寸法および載荷状態

3 静的載荷実験の結果と考察

表-1 コンクリートの諸元

(1) ひび割れ耐力

静的曲げ

載荷及びせん断載荷の実験値と計算

粗骨材の 最大寸法 φ(mm)	スラブの 厚さ(mm)	範囲 W/C	砂率 %	比重 %	弾性係数 N/mm ²	配筋率 %	強度 kg/cm ²
5	16	34.6	39.9	1.8	1.9	1.05	560

値の結果を表-2に示す。曲げによるひび割れ荷重は、有効プレストレス量とコンクリート曲げ強度より求め、また曲げ終局はACI規準によった。せん断については、建築学会のPC規準によったが、計算値の方が実験値よりも小さい。

(2) 破壊形式

曲げ載荷、せん断載荷いずれの場合も、ジョイントPCはりは、一体のPCはりに比べ異なる破壊形式を示した。つまり、曲げ載荷の場合、ジョイント部からひび割れが進行し、ジョイント部すぐわきの上部コンクリートの割裂付着破壊で、せん断の場合、ジョイント部のせん断破壊となった。

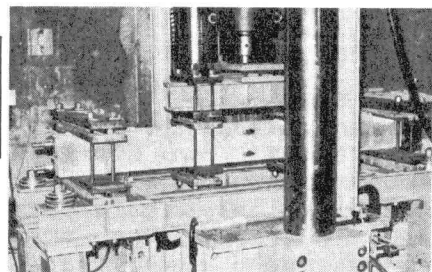


写真-1 交番疲労載荷

表-2 載荷実験の結果

4 交番疲労載荷実験の結果と考察

(1) S-N曲線

図-2は、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、疲労繰返し回数が200万回に達しても破壊しない場合、静的載荷を行なった。

実験方法	はりの種別	はりの長さ	P ₁ (ひび割れ荷重) (ton)	P ₂ (ひび割れ荷重) (ton)	P ₃ (ひび割れ荷重) (ton)	P ₄ (ひび割れ荷重) (ton)	S (荷重比)	N (繰返し回数)	破壊形式 (破損位置)
静的曲げ載荷	SB-C-1	—	3.3.0	3.3.1	9.2.0	9.1.0	—	—	コンクリートの圧縮破壊
	SB-C-2	—	3.2.0	3.4.0	9.1.5	9.1.0	—	—	—
	SB-J-1	ジョイント-1	2.8.0	3.0.3	8.0.0	7.8.5	—	—	コンクリートの付着破壊
	SB-J-2	ジョイント-2	3.0.0	2.7.0	8.5.0	7.8.5	—	—	—
	SB-J-3	ジョイント-3	3.0.0	2.7.4	8.4.2	7.8.5	—	—	—
	SB-C-1	—	1.7.0	8.6.3	2.9.2	1.9.3	—	—	コンクリートのせん断破壊
静的せん断載荷	SB-J-1	ジョイント-1	1.5.0	8.6.3	2.6.0	1.9.3	—	—	ジョイント部のせん断破壊
	SB-J-2	ジョイント-2	1.7.0	8.6.3	2.6.0	1.9.3	—	—	—
	SB-J-3	ジョイント-3	1.7.0	8.6.3	2.6.0	1.9.3	—	—	—
	SB-J-4	ジョイント-4	1.7.0	8.6.3	2.9.0	1.9.3	—	—	—
	SB-J-5	ジョイント-5	3.0	—	9.2	—	1.3.0	2.0.0.0	(静的曲げ載荷)
	SB-J-6	ジョイント-6	—	—	—	—	2.4.0	2.0.0.0	(静的曲げ載荷)
交番疲労載荷	FB-C-1	—	—	—	—	—	2.4.5	1.4.9.4	上部コンクリート破壊
	FB-C-2	—	—	—	—	—	2.5.0	8.2.0	—
	FB-C-3	—	—	—	—	—	2.5.5	8.1.2	下部コンクリート破壊、せん断破壊
	FB-C-4	—	—	—	—	—	2.6.0	2.6.0	下部コンクリート破壊
	FB-J-1	ジョイント-1	3.2	—	8.4	—	2.3.0	2.0.0.0	(静的曲げ載荷)
	FB-J-2	ジョイント-2	1.7.0(6.6割)	—	2.3.0(6.6割)	—	2.3.0	2.0.0.0	(静的せん断破壊)

ジョイント-1:セメント系モルタル、ジョイント-2:レジ系モルタル

本実験では供試体数が少ないが、各点はほぼ直線上にあり、これより200万回疲労強度（荷重比）は、35～40%と考えられる。

(2) 破壊形式 荷重比±45～50%では、上部のコンクリートが圧壊し、荷重比±55%ではさらにせん断補強筋が破断した。また、荷重比±60%では、はりの全断面にひび割れが貫通し、下部コンクリートが剝離した。

(3) 200万回載荷後の曲げ剛性 200万回疲労載荷後のはりについて、静的曲げ載荷を行なった結果を図-3に示す。荷重比±30%では、ジョイントPCはり及び一体PCはりのいずれも、初載荷に比べて初期剛性が若干低下するが、終局耐力はむしろ大きくなる傾向を示す。荷重比±40%の場合は、剛性及び終局耐力ともに低下する。また、破壊形式はいずれも、初載荷の破壊形式と一致する。

(4) 200万回載荷後のせん断剛性 荷重比±30%で200万回疲労載荷後のジョイントPCはりに対して、静的せん断載荷を行なった結果、及びジョイントPCはり及び一体PCはりの初載荷による結果を比較して図-4に示す。これより、疲労載荷後のひび割れ耐力は初載荷の場合と変わらないが、終局耐力で約20%低下している。また、終局の破壊形式はジョイント部の界面せん断破壊であった。これより、終局耐力の低下は、疲労載荷によりジョイント部界面の純せん断力（摩擦力）の減少が1つの原因と考えられる。

5 まとめ

(1) 本コンクリートバジの縦方向の設計は、フルプレスト状態で設計されている。その荷重比は一体PCはりで±22%、またジョイントPCはりで±25%に相当するので、疲労寿命200万回に対しては、本コンクリートバジの縦方向部材は安全であるといえる。

(2) ジョイントPCはり、一体PCはりに比較して初期ひび割れが発生するまでは同一の挙動を示すが、荷重の増大により接合部が剝離してくると、剛性及びひび割れパターンが異なってくる。つまり、接合面のひび割れが先行し、終局では上部コンクリートが割裂付着破壊する。しかし、荷重比±30%以下の疲労荷重に対して、ジョイントPCはり、一体PCはりは200万回の疲労寿命に耐えられ、しかもその後のせん断ひび割れ耐力も十分あるので、設計的に安全といえる。

(3) 荷重比±40%の場合、コンクリートの圧縮応力度は約 $300\text{kg}/\text{cm}^2$ であり、圧縮強度の50%以上の応力度で繰返し疲労を受ける。一般に、ブレンコンクリートの圧縮疲労強度は荷重比50～60%とされている。従って、PCはりの疲労強度には、コンクリートの圧縮疲労強度が影響していると考えられる。

ただし、この場合のコンクリートは、荷重比±40%で両振り疲労のため、わずかのひび割れが発生しており、従来行なわれてきたブレンコンクリートの圧縮疲労とは異なるので、この場合のコンクリートの圧縮疲労強度は従来の圧縮疲労強度より低下するものと考えられる。

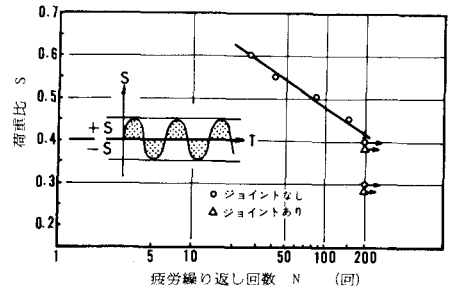


図-2 S-N曲線

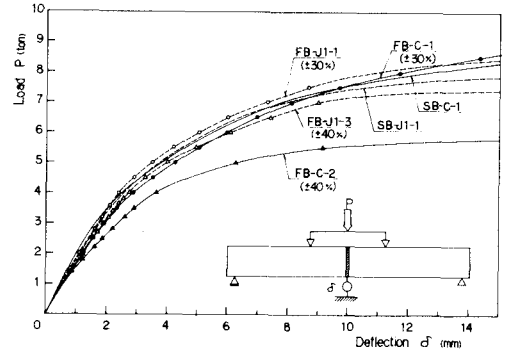


図-3 疲労後の曲げ載荷

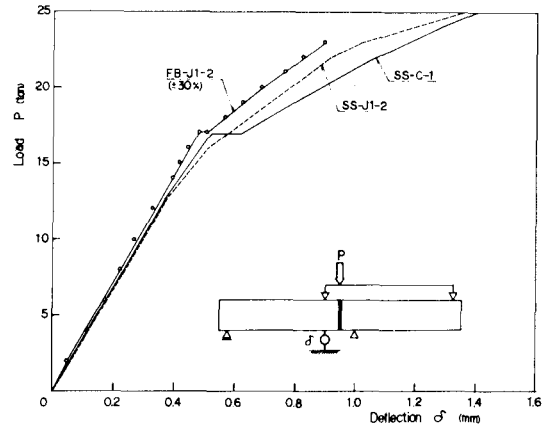


図-4 疲労後のせん断載荷