

オリエンタルコンクリート(株) 正員 鳥山郁男

運輸省 港湾技術研究所 正員 横手聡之

運輸省 港湾技術研究所 正員 大即信明

1. まえがき

近年、港湾構造物は大水深域の利用のために大きな波力を受け、しかも形状が複雑化する傾向がある。また、コンクリート構造物の設計法が許容応力度法から限界状態設計法に移りつつあることを考え合わせると、水中でのコンクリート部材の疲労による劣化や疲労破壊が問題になってくる。本報告は前2回^{1),2)}に続いて、今回は重ね継手を有するRC梁の水中および気中における疲労試験をとりまとめたものである。

2. 実験の概要

表-1 コンクリートの示方配合

σ_{ck} (kg/cm^2)	α_{max} (mm)	スラブ (cm)	W/C (%)	W (kg/m^3)	C (kg/m^3)	S (kg/m^3)	G (kg/m^3)
270	20	8±1	67	170	252	887	992

表-2 コンクリートの強度

供試体環境条件	圧縮強度 (kg/cm^2)	ヤング係数 ($\times 10^4 \text{ kg/cm}^2$)	曲げ強度 (kg/cm^2)
気中乾燥状態・気中載荷	32.9	2.41	55
湿潤状態・気中載荷	25.6	2.48	39
湿潤状態/気中乾燥状態	0.78	1.03	0.72

供試体に用いたコンクリートの示方配合を表-1に示す。水中試験用供試体は載荷前7日間水中に放置してコンクリートを湿潤状態とし水中で載荷した。気中試験用供試体は気乾状態のまま気中で載荷した。管理供試体は1年におけるコンクリートの試験結果を表-2に示す。図-1に供試体の形状寸法と載荷状態を示す。継手の長さは20φ(32cm)、25φ(40cm)、30φ(48cm)の3種類とし、せん断スパンと有効高さの比(%)は3.75とした。静的試験は気中及び水中それぞれ

2本ずつ行ない、平均値とそれぞれの破壊荷重とした。動的試験

は次の2通りの方法を取った(図-2)。1つは静的試験で得られた破壊荷重の9割程度を上限荷重とし、破壊するまで行なう疲労試験ともう1つは静的試験で得られた破壊荷重の8割、9割……

を上限荷重とし、それぞれ1万回ずつ繰り返し載荷を行なう方法である。下限荷重は両方とも疲労試験機の性能上1.8cmとした。繰り返し速度は原則として3Hz、荷重は正弦波とした。測定項目は①破壊荷重及び疲労回数、②π型ゲージによるひび割れ幅及び曲げ剛性、③たわみ、④コンクリートの歪などである。

3. 実験結果

(1) 管理供試体による試験結果

管理供試体くφ10×20cmおよび10×10×40cm)

によって、①圧縮強度、②ヤング係数、

③曲げ強度を測定した。表-2で見られる

ように気乾状態と湿潤状態のヤング係数は

ほとんど同じであったが、圧縮強度と曲げ

強度は湿潤状態の方は気乾状態に比べ3~4

割程度小さかった。なお、付着強度については既報の実験¹⁾において水中では気中より15%程度低下している。

(2) 疲労強度

図-3に付着疲労によるS-N線図を示す。静的試験では水中のほうが気中に比べて3割程度の耐力の減少があ

図-1 供試体の形状寸法と載荷状態

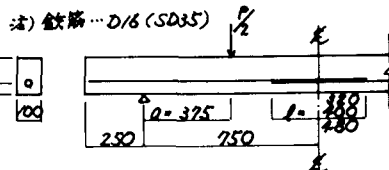


図-2 疲労試験と繰り返し試験

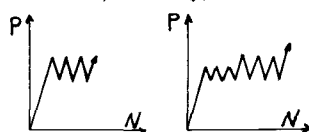
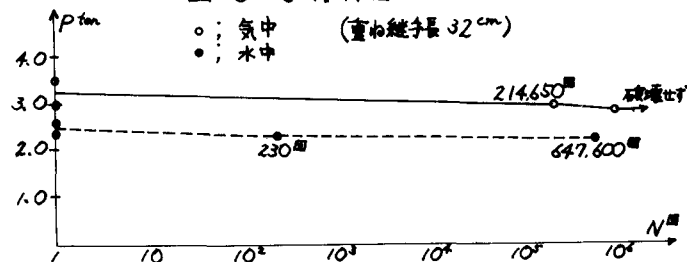


図-3 S-N線図



った。さらに繰り返しを加えることによって疲労強度も水中では空中に比べて3割程度減少している。

(3)破壊荷重および疲労(繰り返し)回数
梁伏試体の破壊荷重および疲労(繰り返し)回数を表-3に示す。重ね継手長が30φのうち1本がせん断破壊を起こしたが、他はすべて継手破壊を起こした。

(4)最大ひび割れ幅
最大ひび割れ幅と曲げモーメントとの関係を図-4に示す。曲げモーメントと最大ひび割れ幅はGergely-Lutzの式で安全側に算定できた。

(5)曲げ剛性
繰り返し回数と曲げ剛性の関係を図-5に示す。水中における曲げ剛性は繰り返し回数の影響をあまり受けないが、水中においてはその影響を受けた。重ね継手長が30φ(48cm)になると、水中においても繰り返し回数の影響が小さかった。

4. まとめ

- (1)水中での付着による疲労強度は空中に比べておよそ3割程度小さい。
- (2)重ね継手が30φでも継手破壊を起こしている。
- (3)繰り返し載荷の影響を考慮した最大ひび割れ幅はGergely-Lutzの式で安全側に算定できる。
- (4)繰り返し載荷によって重ね継手が20φの曲げ剛性は水中では低下したが30φになると、少しの低下しか起こらなかった。

5. あとがき

今後はさらに、水中におけるコンクリート部材の疲労試験として、プレストレストコンクリート梁のせん断疲労試験を行なう予定である。

参考文献

- 1) 甲斐・大郎・森 "コンクリートの水中における載荷試験" 土木学会第36回年次学術講演会講演概要集
- 2) 井岡・大郎 "コンクリートの水中における疲労試験" 土木学会第37回年次学術講演会講演概要集

表-3 破壊荷重と繰り返し回数

供試体名	重ね継手	載荷条件	破壊荷重(単位: 繰り返し回数の上限(20φ))	繰り返し回数の上限(20φ)	繰り返し回数	破壊形態
S-C-1		気 乾	3.0		静 的	継 手
S-C-4		"	3.5		"	"
S-C-2		水 中	2.6		"	"
S-C-3		"	2.4		"	"
F-C-1		気 乾	2.9	0.89	214,650	"
F-C-2	32cm	"	2.8	0.86	1,063,600	破壊せず
FF-C-気	(20φ)	"	2.8	0.8	10,000	継 手
		"	3.2	0.9	5,880	"
F-C-4		水 中	2.2	0.88	647,600	"
F-C-5		"	2.3	0.92	230	"
		"	2.0	0.8	10,000	"
FF-C-水		"	2.3	0.9	10,000	"
		"	2.5	1.0	10,000	破壊せず
S-D-1		水 中	3.4		静 的	継 手
FF-D-水	40cm	"	2.7	0.8	140	"
		"	2.0	0.6	10,000	"
FF-D-水	40(25φ)	"	2.4	0.7	10,000	"
		"	2.7	0.8	1,000	"
S-E-1	40cm	水 中	3.6		静 的	せん断
S-E-2	40(30φ)	"	3.4		"	継 手
FF-E-水		"	2.9	0.8	10,000	"
		"	3.2	0.9	530	"

注) S.....静的試験 F.....疲労試験(上限・下限一定)
FF.....繰り返し試験(下限を1回以上・上限は静的荷重の8割・9割〜1割ずつ繰り返す)

図-4 最大ひび割れと曲げモーメント

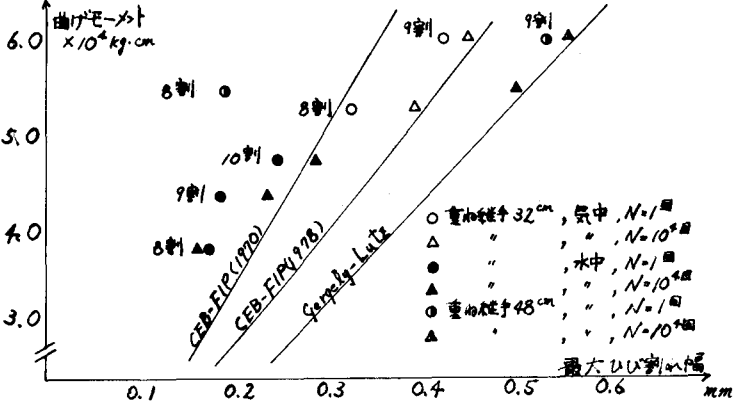


図-5 繰り返し回数と曲げ剛性

