

PC埋設型枠を用いたコンクリートはりの疲労性状に関する実験的研究

立命館大学 正員 児島孝え 阪神高速道路公団 正員 中島裕え
立命館大学大学院 学生員 濱田譲 学生員 鈴川研二

1 はじめに 近年の道路橋鉄筋コンクリート床版の損傷問題に対する構造面の改善策の一つとしてPC埋設型枠を用いた合成床版がある。本研究はこの床版の疲労性状を検討するために、プレキャストPC版と合成した鉄筋コンクリートはりの疲労実験を実施し、合成面におけるずれ性状、変形性状、破壊形式等の疲労性状を検討した。なおRC床版の疲労性状には水の影響が指摘されており、本研究においても気中と水中の環境条件で実験を行なった。

2 実験概要 供試はりの概略を図-1に示す。供試はりとはPC版厚さ7cm、後打ち部(CSCと称す)厚さ16cmの長方形断面で合成後の寸法を15×23×200cmとした。コンクリートの設計基準強度はPC版、CSCで各々500kg/cm²、270kg/cm²である。PC版はプレテンション方式で製作し、上面にはCSCとの付着効果を高めるために凹部の間隔が50mm以下で深さ40mm程度の凸凹を設けた。PC綱より線(P_u=3.9t)の初期引張応力度は120kg/mm²とし、PC版下縁の有効プレストレスは38kg/cm²である。鉄筋は全てSD30である。疲労実験は気乾状態のはりと実験前10日前後水浸状態に置き吸水させた湿潤状態のはりを各々気中、水中の2環境条件下でせん断スパン有効高さ比2種類(α/d=2.1, 3.9)で実施した。繰返し載荷速度は3.75Hzとした。表-1にシリーズ名、表-2に疲労実験に用いた供試はりの本数と上限荷重比を示す。上限荷重比は各αにおける気乾はりのせん断破壊荷重に対する比である。下限荷重は試験機の性能上すべて1.0tとした。測定項目はスパン中央たわみ、ひびわれ幅、支点位置・せん断スパン中央位置のずれ量、コンクリート上下縁ひずみ、PC版・CSC内の鉄筋ひずみ(気中のみ)である。測定は10⁴、5×10⁴、2×10⁵、以降20万回毎に実験を中止して行なった。

3 実験結果および考察 表-3に静的試験結果を示す。破壊直前の最大ずれ量は両シリーズ共30×10⁻³mm程度であり、はりの一体性の低下は小さく、はりとは斜引張破壊で破壊した。表-4に疲労試験結果を示す。今回の実験ではⅡシリーズ水中65%を除いて全てPC版内の鉄筋の疲労破断により破壊した。Ⅰシリーズでは気中65%を除いて鉄筋がせん断スパンで

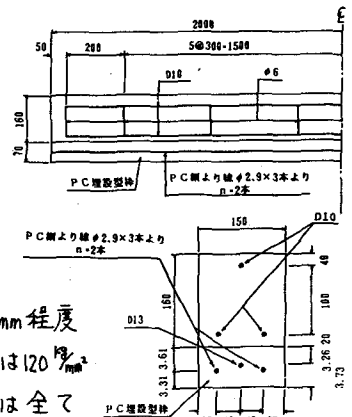


図-1 供試はりの概略図(mm)

表-1 供試はりのシリーズ名

α/d=2.1	α/d=3.9
気中 水中	気中 水中
I-A I-W	II-A II-W

表-2 疲労実験用供試はりの本数

上限荷重比	α/d=3.9		α/d=2.1	
	気中	水中	気中	水中
70%	---	---	1	1
65%	2	1	1	1
60%	2	1	---	---
55%	1	1	---	---

表-3 静的試験結果

α/d	実験値 P	計算値 P _u	P/P _u
2.1	9.35t	7.96	1.17
3.9	7.96t	6.20	1.28

●限界状態設計法指針(案)

表-4 疲労試験結果

α/d	環境条件	上限荷重比	疲労寿命	破壊形式	破壊位置	最大ずれ量(mm)
2.1	気中	70%	404200	R-C	S	0.015
		65%	2163200	R	B	0.015
	水中	70%	191800	R-C	S	0.050
		65%	407100	R-C	S	0.030
3.9	気中	65%	238200	R-P	B	0.020
			229200	R-P	B	0.015
			180200	R-P	B	0.015
			182500	R-P	B	0.010
	水中	55%	313300	R-P	B	0.030
			99500	C	S	0.025
		60%	242200	R-P	B	0.040
		55%	423800	R-P	B	0.030

注) R: 鉄筋疲労破断 B: 曲げスパン内かその近傍
P: PC鋼線疲労破断 S: せん断スパン
C: 斜引張破壊

破断し斜引張破壊のような形式で破壊した。Ⅱシリーズでは水中65%を除いて曲げスパン内で鉄筋が破断し、その後鉄筋破断位置でPC鋼線が破断して破壊した。またⅡシリーズ水中65%は水中でコンクリート強度が低下するため、鉄筋が破断する前に斜引張破壊を起こしたと考えられ、65%以上の高荷重レベルでは斜引張破壊が起こると推測される。最大すれ量は両シリーズとも気中より水中の方が大きく、%や上限荷重比の影響は認められなかった。また最大すれ量はすべて $50 \times 10^{-3} \text{ mm}$ 以下で200万回の繰返しにも耐えており本実験程度の凸凹を設けた場合、合成作用は疲労により著しく低下しないと考えられる。

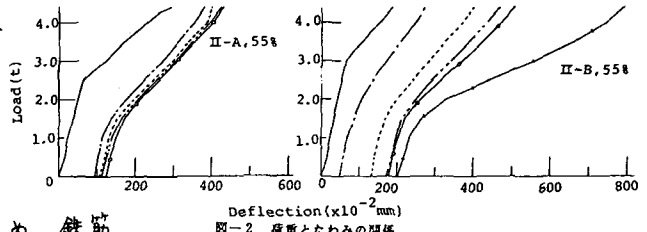


図-2 荷重とたわみの関係

図-2に荷重とたわみの関係を示す。気中では1万回までに増加したたわみがその後ほとんど増加しなかった。一方水中においてたわみは一定の割合で増加し気中より大きい値で安定した。図-3に繰返し回数比と最大ひびわれ幅の関係を示す。ここで繰返し回数比とは各はりの疲労寿命に対する測定回数比率である。Ⅱ-AはB(曲げスパン)でⅡ-WはR(曲げスパン近傍)で破壊したが、Ⅱ-Wでは破壊直前に測定した値がⅡ-Aより10%以上大きかった。

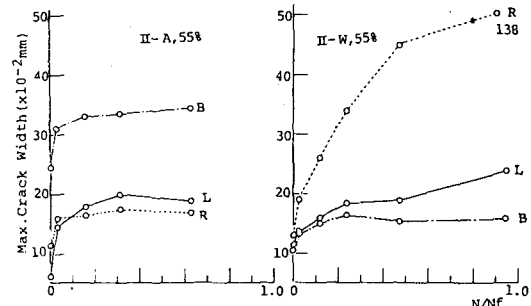


図-3 繰返し回数比と最大ひびわれ幅の関係

これはこの時点でPC版内の鉄筋が破断したため合成面に水平ひびわれをともなう局部的なずれが観察され、はりの剛性が著しく低下したと考えられる。なお実験中止後、除荷した時のひびわれは目視できない程度に閉じ、優れた復元性を示した。表-5に疲労載荷時の応力振幅を示す。計算値は三種PCとして算出したもので、実験値はある程度載荷して応力振幅が安定した時点での値である。PC版内の鉄筋の応力振幅は実験値に比べて計算値が非常に大きいものとなり今後の検討が必要である。

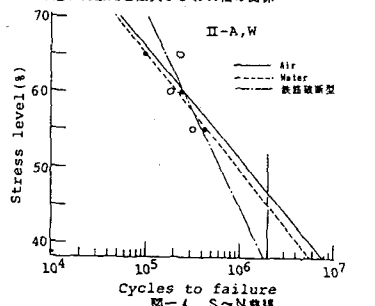


図-4 S-N曲線

表-5 疲労載荷時の応力振幅

a/d	上乗荷重比	コンクリート		PC版内鉄筋		CSC内鉄筋		PC鋼線
		計算値	実験値	計算値	実験値	計算値	実験値	計算値
2.1	70%	132	126	1633	937	918	555	1601
	65%	117	117	1398	687	774	615	1372
	60%	244	224	3183	1430	1890	1363	3116
3.9	60%	222	298	2827	1785	1670	1241	2768
	55%	197	153	2432	1506	1427	899	2383

単位 (kg/cm²)

表-6 同傾直線式および200万回疲労強度

a/d	環境条件	同傾直線式	200万回疲労強度
2.1	Air	$S = -6.90 \log N + 108.65$	65.2%
	Water	$S = -15.22 \log N + 150.46$	54.1%
3.9	Air	$S = -14.89 \log N + 140.63$	46.1%
	Water	$S = -15.95 \log N + 142.42$	45.1%
	*	$S = -25.00 \log N + 195.00$	37.5%

*鉄筋の破断によるもの

最後に本実験も遂行するにあたって多大な協力を得た坂口昭久氏(竹中道路) 津田章氏(京大研究生) 田中玲光氏に感謝の意を表します。参考文献 1) 前岡, 今井, 児島: 昭和58年土木学会年次学術講演会第5部概要集V-155