

PC部材の交番曲げ載荷試験

東北大学 学生員 ○張 荻薇
同 上 正 員 佐々木和男
同 上 正 員 尾坂 芳夫

§-1、まえがき

地震時に交番荷重をうけるPC部材の力学的性状を実験および理論によって詳細に検討し、その曲げねじりの終局状態、曲げひびわれ限界状態などに対する設計方法を確認するため、載荷実験を行った。

§-2、試験計画

a、試験桁の形状寸法

試験桁の形状寸法は図-1および表-1の通りである。

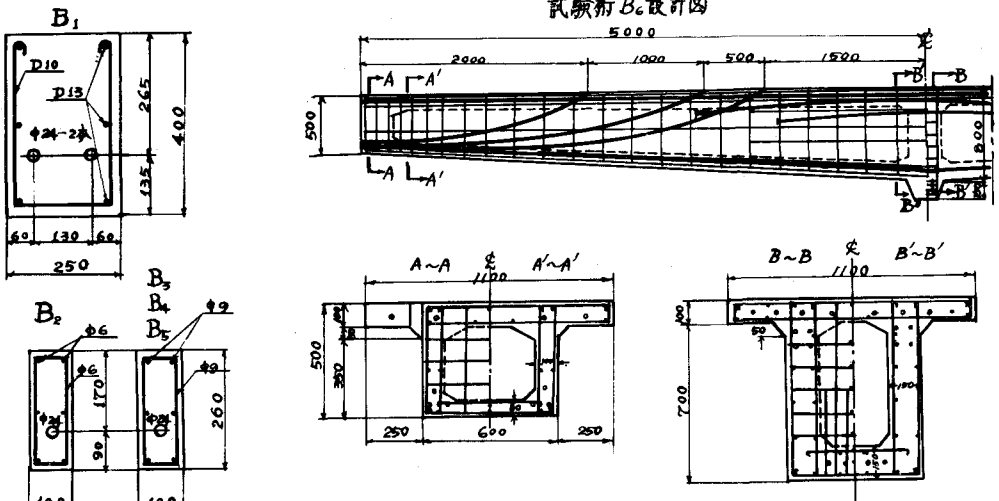


図-1 試験桁の形状寸法

表-1 試験桁の諸元

番号	試験桁の形状寸法		加力形式	導入時のスラスト		鋼材	斜引鉄筋量
	断面	スパン		上縁	下縁	量(%)	軸方向/鉛直
B ₁	矩形 25×40cm	300cm	水平集中載荷 交番繰返し	1.2	100.8	0.90	0.89 [*] 0.25 [*] ~0.57
B ₂	矩形 10×26	200	単純曲げモーメント	3.6	45.2	1.74	0.65 1.12
B ₃	〃	〃	単純ねじりモーメント	0.8	1420	1.74	1.47 2.54
B ₄	〃	〃	M/T=2	0.4	74.5	1.74	1.47 2.54
B ₅	〃	〃	M/T=4	0.4	74.5	1.74	1.47 2.54
B ₆	変断面箱形 断面50×80	1000	(供試体製作中)				

b、試験桁の材料の諸性質

試験桁の材料の諸性質は表-2～表-4である。

表-2 鋼棒および鉄筋の種類

番号	鋼 棒	軸方向鉄筋	腹 鉄 筋
B ₁	φ24 SBPC110	SD30 D13	スターラップ D10 100~250mm
B ₂	φ24 SBPC110	SR24 φ6	スターラップ φ6 50mm
B ₃ ~B ₅	φ24 SBPC110	SR24 φ9	スターラップ φ9 50mm

表-3 コンクリートの強度

番号	材令7日の 圧縮強度(N/mm ²)		材令28日の 圧縮強度(N/mm ²)		試 験 時	
	圧縮強度	引張強度	圧縮強度	引張強度	材令	日
B ₁	42.3	4.85	50.7	43.1	21	
B ₂	48.7	6.20	52.1	44.0	13	
B ₃	45.8	6.20	57.8	48.3	24	
B ₄	49.1	6.37	58.3	45.6	16	
B ₅	43.6	6.16	53.4	40.0	19	

表-4 コンクリートの配合

番号	セメント の種類	骨材 の種類	粗骨材の 最大寸法 mm	スラブ の厚さ mm	w/c (%)	S/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
							水	セメント	粗骨材	細骨材	混和剤
B ₁	早強	天然	25	8±5	4.2	3.9	151	360	704	1118	0.90
B ₂	〃	〃	10	5±5	4.2	4.3	193	460	712	967	0.90
B ₅	〃	〃	10	5±5	4.2	4.3	193	460	712	967	0.90

C、載荷方法

B₁ 桁：交番曲げねじりは桁の中央断面に水平集中荷重を偏心して正負方向に載荷して与えた。（写真-1）

B₂ 桁：曲げモーメントは単純鉛直荷重を対称2点に載荷することによって与えた。（図-2(a)）

B₃ 桁：純ねじりは試験桁の張出し材をとりつけた断面の位置に支点を設け、張出し材に鉛直荷重を載荷して与えた。（図-2(b)）

B₄、B₅ 桁：曲げねじりは単純に支持された試験桁にそのスパン内で張出し材をとりつけ、これに鉛直荷重を載荷して与えた。張出し材をとりつける位置と鉛直荷重の載荷位置は計算したM/Tの値に応じて定めた。（図-2(c) (d)）

d、測定方法

試験桁の鉛直たわみおよび回転は電気式ダイヤルゲージまたはたわみ計によって測定した。ひずみの測定はワイヤーストレンゲージで測定した。（写真-2）

§-3、実験結果

実験結果を要約すると表-5～表-7および図-3～図-5の通りである。

表-5 試験桁の初ひがわれ荷重および破壊荷重

番号	M/T	初曲げひがわれ発生時		初斜ひがわれ発生時		最大荷重時	
		ひがわれ P(t)	曲げモーメント M(t·m)	ねじりモーメント T(t·m)	ひがわれ P(t)	曲げモーメント M(t·m)	ねじりモーメント T(t·m)
B ₁	10	6.00	4.50	0.45	8.00	6.00	0.60
B ₂	∞	7.00	280	—	—	14.50	580
B ₃	0	—	—	—	1.50	0.45	3.00
B ₄	2	2.00	0.80	0.40	2.00	0.80	0.40
B ₅	4	2.60	1.04	0.26	2.20	0.88	0.22

表-6 試験桁のひがわれおよび変形の性状

番号	M/T	初曲げひがわれ時		初斜ひがわれ時		最大荷重時	
		たわみ δ(mm)	ねじり角 θ(10 ⁻³ rad)	たわみ δ(mm)	ねじり角 θ(10 ⁻³ rad)	卓越ひがわれが材料耐力を超過した箇所	たわみ δ(mm)
B ₁	10	290	—	460	—	—	242
B ₂	∞	300	—	—	—	90 90 90	190
B ₃	0	—	—	0.01	0.68	43 37 37 37	0.10 6.54
B ₄	2	0.47	0.54	0.48	0.66	30 48 40 38	1.60 5.26
B ₅	4	0.10	0.27	0.16	0.34	19 89 50 44	0.48 4.64

表-7 斜ひがわれ発生時におけるねじり剛性

番号	ねじりモーメント T _c (kg·cm)	ねじり角 θ _c (rad)	$\frac{1}{\beta a^3 b} \frac{T_c}{\theta_c} = G_c$ (kg/cm ²)
B ₃	0.45 × 10 ⁵	0.68 × 10 ⁻⁴	101 × 10 ³
B ₄	0.40	0.66	93
B ₅	0.22	0.34	99

注) 1. $\frac{1}{\beta a^3 b} = \frac{1}{0.252 \times 10^3 \times 26} = 0.153 \times 10^{-3}$

2. PC桁のねじり剛性 $G_c = 98 \times 10^3$ kg/cm²

図-2 載荷方法の略図

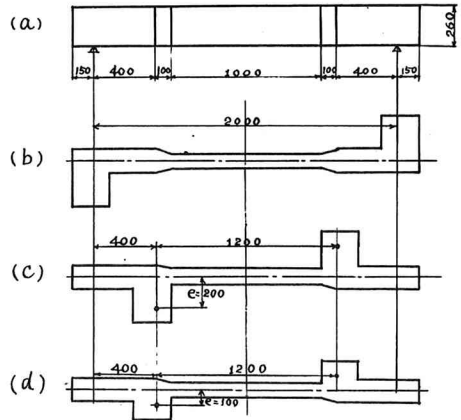


写真-1 試験桁B₁の載荷試験

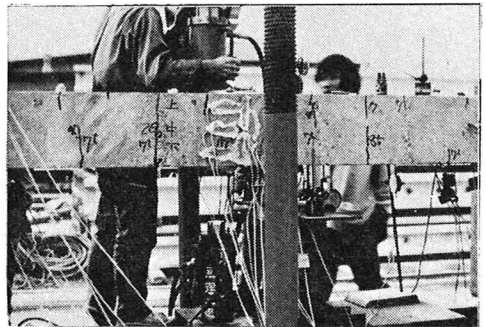


写真-2 測定装置

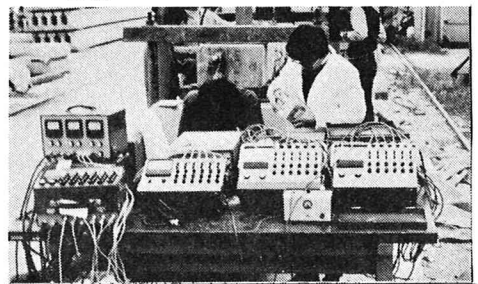
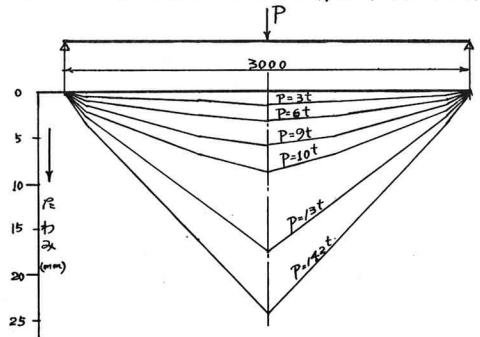


図-3 試験桁B₁における正荷重時のP-δ曲線



§-4. あすび

純曲げ、純ねじり
および曲げねじりな
どをうけるPC部材
の変形は図-4およ
び図-5に示したよ
うにひびわれ発生以
前は弾性的性質を示
すがひびわれ発生以
後は部材の剛性が急
に低下する。

交番荷重をうける
PC部材の剛性低下
は単純載荷をうける
よりも大きく見られ
る。

ひびわれ発生時の
ねじり角 θ_c と破壊時
のねじり角 θ_u との関

係は載荷条件によって相違するが一般に
 $\theta_u > 4\theta_c$ 。

交番繰返し荷重をうけるPC部材では
正負たわみがしだいに増加するので設計
上、その影響に対する検討が必要である

ひびわれの発生状態は写真-3のよう
である。交番荷重をうけた試験桁B₁の
ひびわれの発生状態は交番載荷のため、

正負載荷面ともひびわれを発生し、交番の回数と荷重の大きさの増加に伴い、しだいにひびわれの数が増し、そ
の幅も大きくなる。

図-4 試験桁B₁ および B₂ の荷重-たわみ曲線

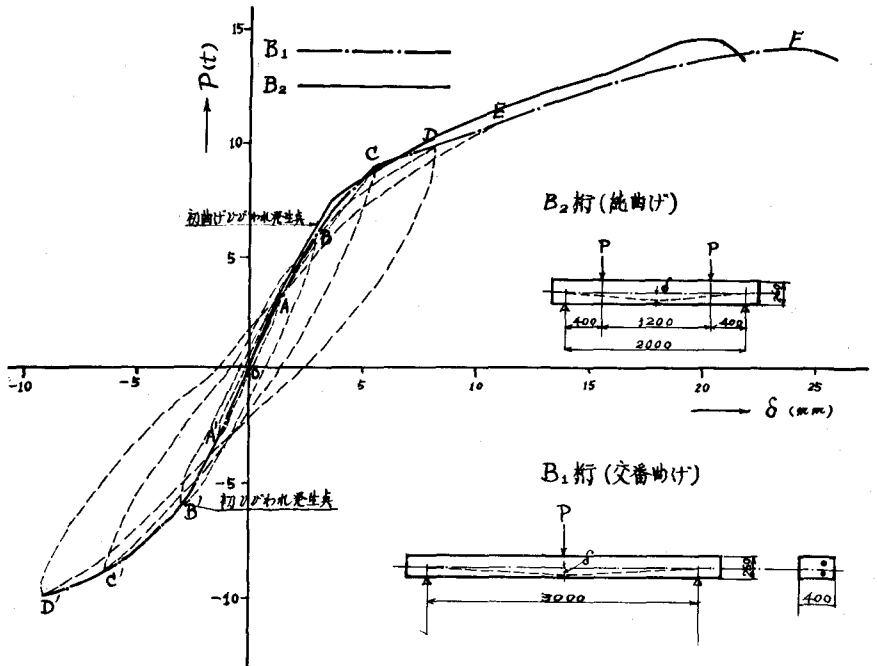


図-5 試験桁B₃, B₄, B₅ の荷重-ねじり角曲線

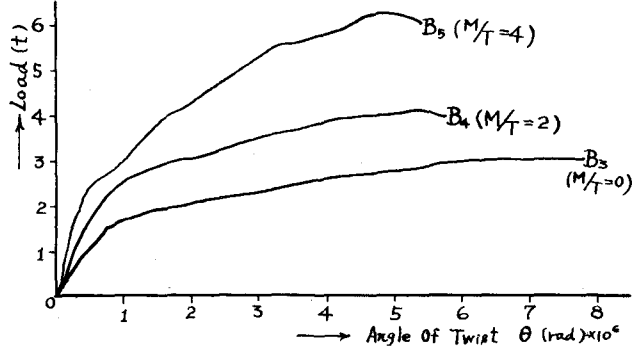


写真-3 ひびわれの発生状態

