

V-240 輪荷重の反復作用下での2径間RC連続桁の挙動

大阪市立大学 正員 園田恵一郎
 大阪市立大学 正員 ○鬼頭 宏明
 柳瀬池組 増井 孝英

1. 目的 : 橋梁の主桁のような移動繰返荷重を受ける構造部材の終局限界状態に対する安全照査においては、最大曲げモーメントや最大せん断力を与える荷重位置での静的強度の他に移動荷重の繰返しによる疲労強度の把握が重要である。後者については、通常の常時作用荷重での高サイクル疲労強度と非常時の高荷重による低サイクル疲労強度が考えられる。本研究は2径間RC連続桁の低サイクル疲労特性の究明を目的としている。

2. 実験方法 : 使用した輪荷重反復装置（図1）は直径30cmの鋼車輪（表面は厚さ20mmポリウレタンゴムで覆われている）を2台のウィンチによる左右に速度10m/分の牽引と、サーボ機構による一定荷重の制御から成り立っている。

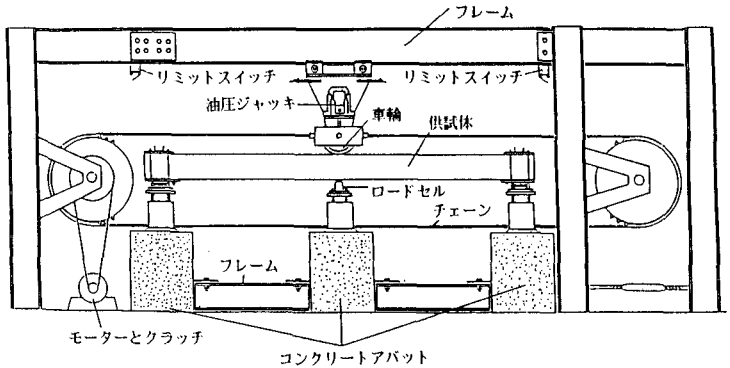


図1 反復移動載荷装置の概要

実測による荷重の変動率は約5%以内であった。装置の運転と各種の計測にはコンピュータによる自動化システムを導入した。すなわち、予め設定された走行回数時に車輪は径間中央点に静止し、除荷時と載荷時の両方でたわみ、鉄筋ひずみ、ひびわれ幅等の計測を行った。

3. 供試体 : 全長 3.24m、純スパン1.5m、高さ20cm、幅15cm、複鉄筋($A_s=A_s'=3.97\text{cm}^2$, D16x4)の長方形ばりで、スターラップ (D10) の間隔を変えた供試体の諸元を表1に示す。

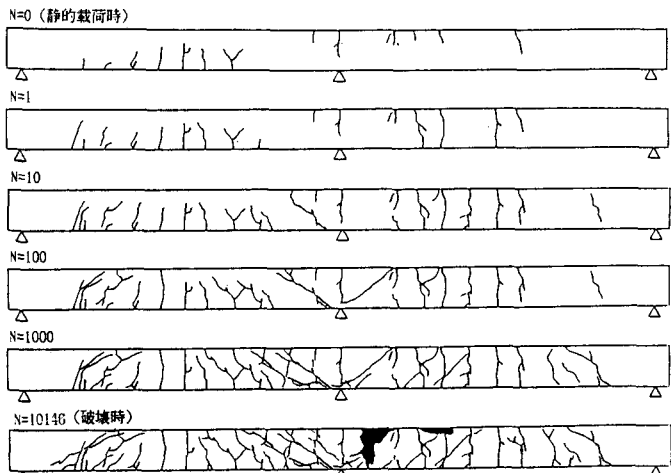


図2 クラック進展状況（供試体ST-12-D1, P=4tf）

表1 供試体の名称と諸元

供試体名	数量	スターラップ 間隔(cm)	コンクリート強度 (28日)	
			圧縮(kgf/cm ²)	割裂(kgf/cm ²)
ST-15	7	15	349	31
ST-12	3	12.5	272	23
ST-10	2	10	"	"
ST-75	3	7.5	"	"

(注)使用鉄筋はSD30で降伏強度3716kgf/cm²(D16), 3973kgf/cm²(D10),
 ST-15の内の1体(ST-15-D6)のコンクリートはST-12, 10, 75と同じ。

表2 静的破壊実験結果

供試体	試験方法	破壊荷重(tf)	理論値(tf)	
			曲げ	せん断
ST-15-S1	曲げ	9.1	9.13	9.12
ST-12-S1	"	9.0	8.95	10.1
ST-10-S1	"	9.4	"	11.9
ST-75-S1	"	9.5	"	14.9
ST-12-S2	せん断	13.5	"	10.1
ST-75-S2	"	14.5	"	14.9

4. 実験結果 : 静的実験はスパン中央に車輪

を固定した曲げ試験と、中間支点からはり高さ(20cm)だけ離れた点に車輪を固定したせん断試験を行った。得られた結果と理論値との比較を表2に示す。曲げの理論値はコンクリート標準示方書(昭和61年版)による終局曲げモーメントの計算値(ただし部分係数は1)と単純塑性理論に基づく終局耐力であり、せん断の理論値は同示方書による終局せん断力と弾性理論による終局耐力である。表2の結果より、スター

ラップの最も少ない ST-15 を除けば本供試体の静的破壊(輪荷重の1回走行時の破壊)は曲げに支配されると思われる。次に、輪荷重走行実験での破壊荷重と走行回数および破壊モードを表3に示す。せん断破壊モードとは図2に示すように曲げひびわれの先行の後に中間支点近傍の斜ひびわれにより破壊が支配されたことを、曲げせん断モードとは左径間中央点(計測時の荷重位置)での断面で大きな曲げ変形を起こし曲げ圧縮領域でのコンクリートのせん断による最終破壊を意味している。表3の結果より荷重の移動が破壊に与える影響は大きく、 $N < 10^4$ の低サイクル疲労領域でも静的耐力の1/2以下にも低下するといえる。また、スターラップ間隔(s)が7.5cm(有効高さd=17cm)より大きい供試体(ST-15, 12, 10)ではすべてせん断モードで破壊し、s=7.5cmの供試体でも最終的には曲げせん断モードで破壊したので、輪荷重の走行時は静的載荷時よりコンクリートのせん断破壊を起こし易いと言える。一方、走行回数とたわみおよび主筋のひずみの関係を図3および図4に示す。走行回数の増加につれて総たわみ(弾性+残留たわみ)と残留たわみは増加しているが、主筋ひずみの変化は少ない。このことより、荷重の移動の影響は曲げ変形より、鉄筋の付着せん断やコンクリートのせん断に大きな影響を与えるものと結論づけられる。

表3 輪荷重の走行回数と破壊荷重

供試体	荷重(tf) P	静的耐力比 S ₀	走行回数 N	破壊モード	備考
ST-15-01	5.0	0.54	191	せん断	
ST-15-02*	5.0	0.54	2491	"	$\sigma_{sk} =$
ST-15-03**	4.5	0.49	7024	"	349
ST-15-04	4.0	0.43	12692	"	kgf/cm ²
ST-15-05	2.8	0.30	破壊せず	—	
ST-15-06	4.0	0.43	3146	せん断	$\sigma_{sk} =$
ST-12-01	4.0	0.44	10146	"	272
ST-10-01***	4.5	0.48	9104	"	kgf/cm ²
ST-75-01****	5.0	0.53	1434	曲げせん断	

(注)* P=3.5tf, N=10⁴, **P=4.0tf, N=10⁴, *** P=4.0tf, N=10⁴, ****P=4.0tf, N=10⁴
およびP=4.5tf, N=10⁴の各先行試験で破壊しなかったで、その後、荷重を上昇させた時の試験結果を示す。 σ_{sk} はコンクリートの圧縮強度(28日)(表1参照), S₀は曲げ耐力の実験値との比。

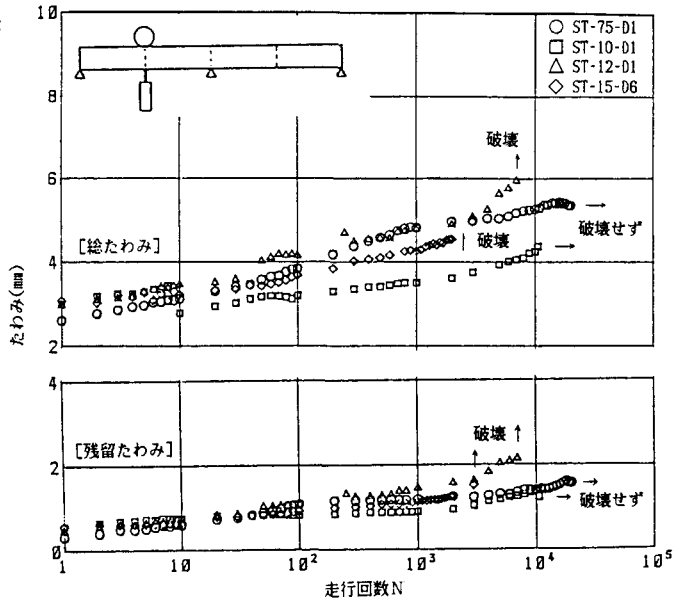


図3 走行回数とたわみの関係(左スパン中央)

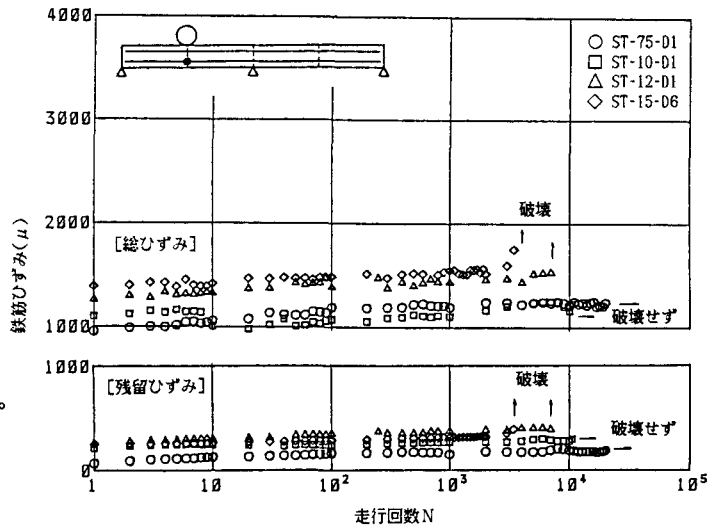


図4 走行回数と鉄筋ひずみの関係(左スパン中央下側鉄筋)