

(V-6) プレキャストセグメント工法における継手部の曲げ疲労性能の改善に関する基礎実験

明星大学大学院 学生員 ○松本隆明
明星大学 正会員 丸山武彦

1.はじめに

プレキャストセグメント工法は、施工の合理化、省力化、高品質管理などの利点がある。しかし、従来のプレキャスト PC セグメント工法においては、部材の継手部の構造性能はプレストレス力のみに依存している。このため、プレキャストセグメントに配置された軸方向鉄筋が継手部では連続していないことになり、構造上の弱点となっていた。これを改善するために、予めセグメント継手部に設置したシースに継ぎ鉄筋を挿入し、グラウト定着して補強する方法が考えられる。本実験では継ぎ鉄筋定着長を鉄筋径 (D13) の 30 倍および 45 倍とした 2 種類の PRC 梁の疲労試験を行い、曲げ性能を比較検討した。

2.実験概要

PRC 梁の形状寸法を図-1 に示す。試験体は、長さ 1m のブロック 2 体を PC 鋼材で接続し、予め継手部に設置したシースに長さ 30D (381 mm)、45D (572 mm) の継ぎ鉄筋をグラウト定着した梁である。緊張材は $\phi 13$ (PC 鋼棒)、鉄筋は D13 (SD345)、シースは $\phi 26$ を使用した。コンクリート強度は 60N/mm^2 程度、下縁有効プレストレスは 3.58N/mm^2 程度とした。グラウトには現在広範囲に使用されている無収縮・膨張タイプを用い、W/C は 45% を標準配合とした。平均流下時間 4.61 秒、圧縮強度 41.8N/mm^2 、弾性係数 25000N/mm^2 であった。

荷重方法 (表-1) は対称 2 点荷重とし、破壊荷重の設計値を第 1 ステージから第 6 ステージの 6 段階に分け、それぞれのステージで繰り返し荷重を行った。第 1 ステージでは、設計ひび割れ荷重の 60% を上限荷重として 40 万回の繰り返し荷重を行った。第 2 ステージでは設計ひび割れ荷重を上限荷重として 80 万回の繰り返し荷重を行った。第 3 および第 4 ステージでは上限荷重を設計耐力の 40% および 60% として、それぞれ 20 万回の繰り返し荷重を行って変化量を測定した。第 5 および最終ステージでは、継ぎ鉄筋のひずみが 1600μ および 1800μ となる荷重 (それぞれ設計耐力の約 70% および約 80%) を上限荷重と定め、それぞれ 20 万回の繰り返し荷重を行った。下限荷重は第 2 ステージ以降、上限荷重との差が 14kN (活荷重による変動範囲と考えた) となるように定めた。尚、繰り返し荷重の速度は毎秒 1~2 回とし、同様の試験体において静的曲げ試験を行い比較対照とした。

3.実験結果及び考察

3.1 ひび割れ及び破壊状況

各 PRC 梁の静的曲げ試験結果を表-2、曲げ疲労試験結果を表-3 に示す。両曲げ疲労試験体共にひび割れキーワード: プレキャストセグメント工法, 継ぎ鉄筋定着長, 付着性能, 疲労曲げ性能

連絡先: 東京都日野市程久保 2-2-1 明星大学理工学部土木工学科

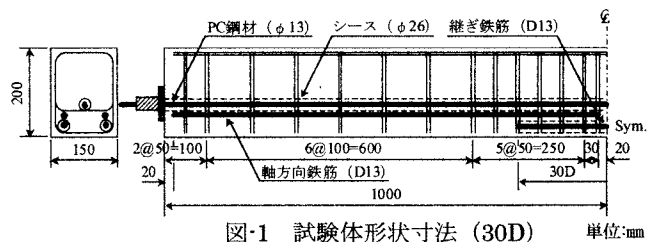


図-1 試験体形状寸法 (30D) 単位:mm

表-1 荷重方法

ステージ	記号	荷重		設計耐力に		累積回数 (万回)
		上限 (kN)	下限 (kN)	対する比	対する比	
第1	I	14	2	0.19	0.19	40
第2	II	24	10	0.32	0.32	120
第3	III	30	16	0.40	0.40	140
第4	IV	45	31	0.60	0.60	160
第5	V	52	38	0.70	0.69	180
第6	VI	60	46	0.80	0.80	200

表-2 実験結果 (静的曲げ試験)

試験体	ひび割れ耐力 (kN・m)			破壊耐力 (kN・m)		
	Mcrd	Mcr	Mcr/Mcrd	Mud	Mu	Mu/Mud
30D	11.2	9.7	0.87	28.2	27.5	0.98
45D	10.7	10.4	0.97	28.0	28.2	1.01

表-3 実験結果 (曲げ疲労試験)

試験体	ひび割れ耐力 (kN・m)			破壊耐力 (kN・m)		
	Mcrd	Mcr	Mcr/Mcrd	Mud	Mu	Mu/Mud
30D	10.6	9.0	0.85	28.0	24.0	0.86
45D	10.9	9.0	0.83	27.9	26.3	0.94

荷重の実測値と設計値の比が 0.85, 0.83 となり静的曲げ試験値に比較して低い値を示した。これは、両ブロックの継手端面に塗布したエポキシ樹脂接着剤の付着力が繰り返し载荷によって低下するとともに、グラウト定着した継ぎ鉄筋の付着力も低下していたことが考えられる。破壊は両梁とも継ぎ鉄筋の降伏後に、PC 鋼材が降伏して曲げ引張破壊を生じた。実測値と設計値の比は 0.86, 0.94 で静的曲げ試験値の 9 割程度となった。図-2 は継ぎ鉄筋定着端部に生じたひび割れ幅と繰り返し回数の関係を示す。30D の場合は、第 3 ステージ以降では 45D の梁のひび割れ幅よりも大きくなる傾向を示した。図-3 は中央の継手部の開きと繰り返し回数の関係を示し、45D の梁は継手部が大きく開口したため、第 2 ステージ以降では開きが大きくなる傾向となった。この結果、破壊位置は静的および疲労試験体共に 30D では継ぎ鉄筋定着端部、45D では梁中央のブロックの継手部となり、定着長さによって相違することがわかった。

3.2 梁の変形

図-4 は、たわみと繰り返し回数との関係を示す。第 2 ステージの上限荷重は設計ひび割れ荷重であるが、継ぎ鉄筋の補強効果によりたわみはやや増えるものの、第 1 ステージに比べても大きな変化は認められない。第 3 ステージの初期段階ではひび割れが進展し、その結果としてたわみが増加している。以降のステージにおいてもひび割れ幅や開きの増加とともに継ぎ鉄筋の付着も低下し、それに伴って曲げ剛性も低下している様子が観察できるが、45D の梁の場合はその低下程度は小さい。

3.3 継ぎ鉄筋ひずみ

図-5 は、継ぎ鉄筋ひずみと繰り返し回数との関係を示す。第 1~3 ステージでは大きな変化は認められない。第 4 ステージ以降では、30D, 45D の両梁において、降伏点以下の荷重において増加の傾向を示している。従って、グラウト定着した継ぎ鉄筋は十分に機能していると判断できる。

4.まとめ

本研究の範囲内で以下の知見が得られた。

- (1) 疲労試験体のひび割れ及び破壊荷重は、静的曲げ試験値より低い値を示した。しかし、使用限界状態に相当する第 2 ステージの 120 万回までの繰り返しでは継ぎ鉄筋が引張力を負担しており、PRC 梁として機能していた。
- (2) 静的および疲労試験体ともに曲げ破壊を生じる位置は、継ぎ鉄筋定着長が鉄筋径の 30 倍では継ぎ鉄筋定着端部、45 倍ではブロック継手部と異なることが分かり、定着長は 45 倍以上が好ましいといえる。

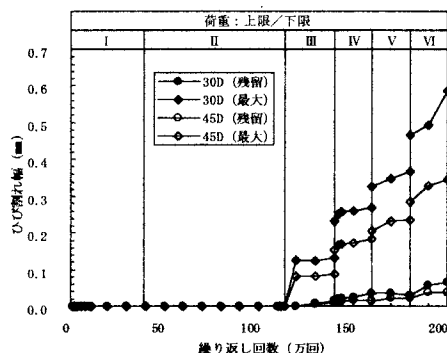


図-2 ひび割れ幅と繰り返し回数の関係
(継ぎ鉄筋定着端部)

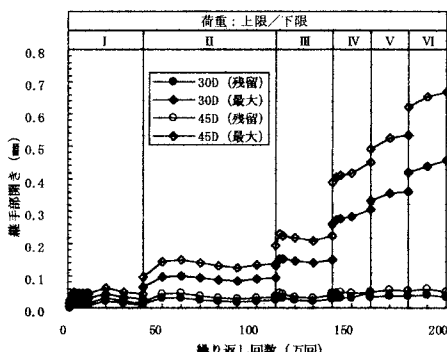


図-3 継手部の開きと繰り返し回数の関係

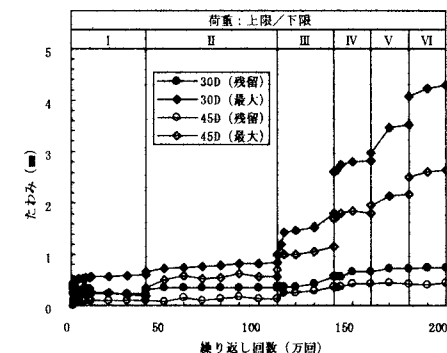


図-4 たわみと繰り返し回数の関係

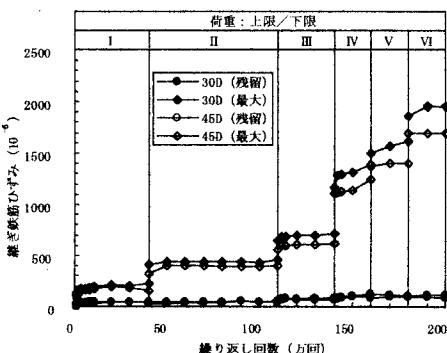


図-5 継ぎ鉄筋ひずみと繰り返し回数の関係