

(22) プレキャストセグメントのPRC構造への適用性実験

日本鋼弦コンクリート(株) 技術部 正会員 ○東山 博明
 同 上 正会員 宮本 基行
 明星大学 教授 正会員 丸山 武彦
 明星大学 大学院 非会員 渡辺 卓

1. はじめに

PRC構造は最近実構造物に採用されるケースが増えてきた。プレキャストセグメント工法の場合、鉄筋が連続していないため、PRC構造としての設計が不可能である。このことがプレキャストセグメント工法のデメリットとして、ユーザーの選択を狭めている。著者らはこの問題点を解決する1つの方法として、プレキャストセグメント工法でのPRC構造への適用性の足がかり的实验を行った。その結果を報告する。

プレキャストセグメント工法を、PC構造からPRC構造に移行するために、セグメント間の主鉄筋を連続化する事により「一体化構造」とすることとした。鉄筋を連続化する方法として、接続鉄筋を用いることにした。

2. プレキャストセグメントの接合方法

プレキャストセグメントPRC構造の概念を図-2.1に示す。

セグメントの接合方法は、セグメント間の主鉄筋を、接続鉄筋を用い、鉄筋の重ね継ぎ手方法とする。継ぎ手の構造は、セグメントの接合面双方にセグメント内の鉄筋と隣接する様、接続鉄筋を配置する孔を設ける。セグメント接合の際、接合鉄筋を配置し、プレストレスによりセグメントを接合する。応力導入直後、断面には圧縮応力が作用しているが、継ぎ手鉄筋は応力が作用していない状態にある。充填材にてセグメントの孔に配置した接合鉄筋に付着力を持たせ、一体化する方法である。

外力が作用し断面下縁応力が0となる時、セグメント内の主鉄筋の圧縮応力も0となる。しかし、プレキャストセグメントの接合鉄筋には設計圧縮応力分の引張応力が作用する状態になる。この応力がセグメントの縁切れを防ぐ力として作用する。

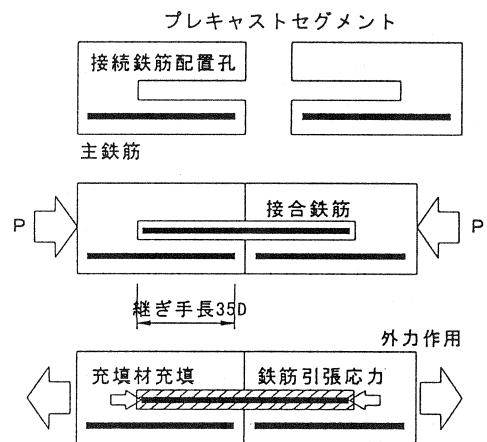


図-2.1 プレキャストセグメント PRC構造概念図

表-2.1 充填材の配合

水セメント比 (%)	水 (kg)	セメント (kg)	混和剤 (kg)
45	33.75	75	0.75

ノンブリーディング・粘性型

ここに、プレキャストセグメントを一体化構造とするために不可欠な充填材の配合を表-2.1に示す。充填材は各セグメント内にあらかじめ配置された鉄筋と接合鉄筋を重ね合わせ継ぎ手構造にするための重要な役割である。よって選定には充填性、施工性、経済性ともに信頼のあるノンブリーディング・粘性型を使用した。

3. 試験体の諸元

試験体の諸元一覧を表-3.1に示す。試験体はT型断面とした。試験体の設定はP R C構造標準桁と、軸力と主鉄筋の鋼材量を振り分けた3体、計4体を製作した。

鋼材はP C鋼棒(SBPR110/125) ϕ 26、鉄筋(SD345)を使用した。鋼材の断面配置は、セグメント双方に配置する接合鉄筋配置用孔を考慮し、1段目にP C鋼棒、2段目、3段目にそれぞれ主鉄筋を配置する3段配置とした。またセグメント断面には2段目、3段目に接合鉄筋配置用孔を主鉄筋と隣接させ配置する。これはセグメント内鉄筋と接続用鉄筋の空きを小さくするためである。接続鉄筋配置用孔径は、昨年度実験結果より2Dとした。鉄筋の重ね合わせ長さも同様に35D以上とした。軸力ならびに鋼材量は任意曲げモーメント作用時を想定したときの縁応力と断面耐力から算定した。

4. 実験概要

4. 1. 試験体の製作

試験体の製作は、設計基準強度40N/mm²のコンクリートを使用した。鉄筋はSD345、P C鋼材にはSBPR110/125をそれぞれ使用した。各鋼材には、ひずみゲージを貼り付けた。

接合鉄筋配置用孔は、充填材充填用の孔を設け、棚筋を用いて配置した。

セグメントの製作は、仕切り板を使用する一体製作とした。型枠脱型後、セグメントを切り離し、接合鉄筋を配置した。セグメント接合には、接合面にエポキシ樹脂系接着剤を塗布し接合した。応力導入時の応力管理は、P C鋼材にあらかじめ貼り付けてあるひずみゲージを測定し、ひずみ管理で行った。応力導入後接合鉄筋配置用孔に充填材を充填した。実験材令は28日以上とした。

4. 2. 荷重実験

実験は、支間長4600mm、荷重点支間は600mmとし、2点荷重で行った。荷重サイクルは、初ひび割れ時までを1サイクル目、鉄筋降伏時までを2サイクル目、そして破壊に至るまでを3サイクル目とし、初ひび割れ時および鉄筋降伏時までの2サイクルはそれぞれ2.5kN・mピッチ、破壊に至るまでの3サイクル目は5.0kN・mピッチで荷重した。

測定項目は荷重、梁変位、梁主鉄筋ひずみ、セグメント鉄筋ひずみ、接続鉄筋ひずみ、P C鋼材ひずみ、ひび割れ幅・セグメント接合面幅とした。測定位置は各梁の中央断面部と荷重点下断面部の3断面とした。

ひび割れ幅の測定は2サイクル荷重実験完了後(鉄

表-3.1 試験体一覧

試験体名	使用鋼材量	導入応力 (軸力)	梁構造 (想定縁応力)
PCB-N0	SD345・SBPR110/125	0.80N/mm ² (157kN)	P R C梁 (2.5N/mm ²)
	D16-4 PCB ϕ 26-1 As=13.25cm ²		
PCaB-N1	D13-2、D10-2	1.86N/mm ² (363kN)	PCセグメント P R C梁 (0.0N/mm ²)
	PCB ϕ 26-1 As=9.27cm ²		
PCaB-N2	D16-2、D13-2	1.24N/mm ² (240kN)	PCセグメント P R C梁 (1.5N/mm ²)
	PCB ϕ 26-1 As=11.82cm ²		
PCaB-N3	D16-4	0.80N/mm ² (157kN)	PCセグメント P R C梁 (2.5N/mm ²)
	PCB ϕ 26-1 As=13.25cm ²		

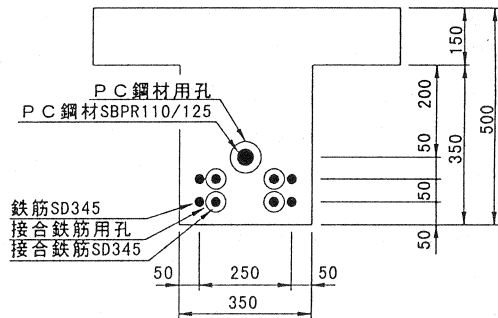


図-4.1 試験体断面図

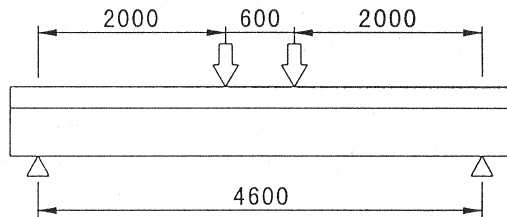


図-4.2 荷重図

筋降伏時サイクル完了後) 任意のひび割れ部分で、最終サイクル時のみ測定した。セグメントの継ぎ目部も同様に、最終サイクル時のみ測定した。

5. 実験結果と考察

実験結果一覧を表-3に示す。

5. 1 変位

PRC構造基準桁 (以下N0) と、プレキャストセグメントPRC桁 (以下、N1、N2、N3) との変位比較を図-5.1に示す。コンクリートの初ひび割れ時および鉄筋の降伏荷重時までは、ほぼ同一線形を描いた。

プレキャストセグメント方式のN1、N2、N3は、最大耐力近辺になるとセグメントの継ぎ目部が大きく開き、接合鉄筋が破断し、耐力が急激に落ちた。N1は接合鉄筋がD13と鉄筋断面が小さかったためN2、N3 (D16) より早く耐力の低下が現れた。

この結果は引張応力負担鋼材の配置方法 (1段目のPC鋼材、2段目の上段鉄筋、3段目の下段鉄筋) に多少難があったと考えられる。試験体高さ500mmに対して各鋼材の有効高さが、それぞれ350mm、400mm、450mmと比率的に差があり、全鋼材量が有効に作用しなかったと考えられる。終局時の限界状態設計法にある「引張応力の引張側鋼材同時負担」が出来なかったと考えられる。

5. 2 鉄筋ひずみ

鉄筋ひずみの比較を行った結果を図-5.2に示す。

鉄筋の降伏ひずみは1742 μ である。N0はコンクリートとの付着状態が良好で耐力的にも大きい。それに対しN1、N2、N3は充填材との付着状況は良好であった。また、接合鉄筋の機能は十分発揮している。

5. 3 PC鋼材ひずみ

PC鋼材ひずみの比較を行った結果を図-5.3に示す。

PC鋼材の降伏ひずみは5885 μ である。鋼材ひずみは、配置鉄筋の断面積に影響があると推測する。応力負担が断面初導入応力から鉄筋へ移行し、その後、鉄筋の破断によりPC鋼材のみへと移る。

N1は初導入応力を大きくしたタイプで、その分鉄筋量を小さくしている。鉄筋の応力負担面積が小さいことから耐力的にも小さいことがうかがえる。

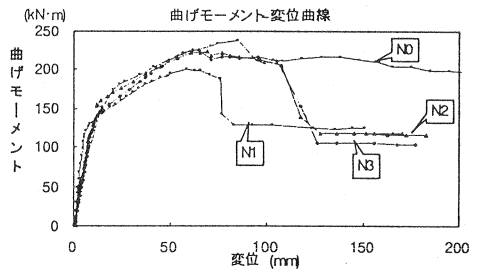


図-5.1 変位曲線比較

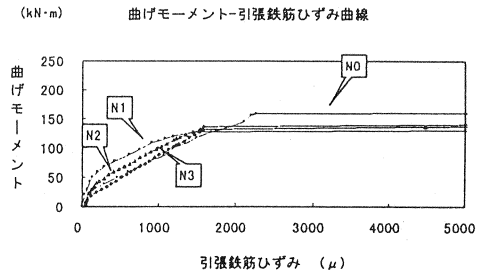


図-5.2 鉄筋ひずみ曲線比較

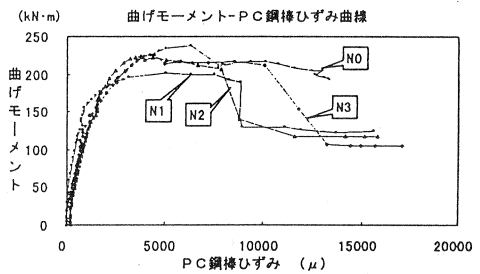


図-5.3 PC鋼材ひずみ曲線比較

表-3 実験結果一覧

試験体名	コンクリート試験値			曲げ耐力 (kN·m)			適用
	圧縮強度 (N/mm ²)	ヤング係数 (kN/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	初ひび割れ 実験値	鉄筋降伏 実験値	破壊 実験値	
PCB-N0	47.0	31	3.3	49	169	238	
PCaB-N1	55.0	32	3.3	73	112	201	
PCaB-N2	45.8	29	3.1	44	115	224	
PCaB-N3	50.4	32	3.4	30	105	225	

5. 4 ひび割れ状態

ひび割れ状態はN0においては1体化構造なのでモーメント最大区間にほぼ均等に分散した。初ひび割れはモーメント変化点付近(載荷点下)で発生した。

N1、N2、N3の初ひび割れは、セグメント継ぎ目部で確認した。セグメント方式の試験梁で共通していえることは、初ひび割れはセグメントの接合部で確認したが、接合鉄筋を配置した影響でセグメントの開きはその後進まず、載荷点下、接合鉄筋の重ね合わせ端部付近のひび割れが生じた。鉄筋降伏時のひび割れ幅は、各梁とも目視で0.4mmであった。また載荷点間のひび割れの分布はそれぞれN0が10箇所、N1が3箇所、N2が4箇所、N3が5箇所であった。終局時のひび割れ傾向はN0は載荷点下が最大で、特に大きいひび割れは4箇所確認できた。ひび割れの分布状況も良好であった。N1、N2、N3は鉄筋の降伏モーメントをすぎてからは接合部の離れに集中し、その他のひび割れは進行しなかった。N0、N3の変位・ひび割れ幅相関曲線をそれぞれ図-5.4.1、図-5.4.2に示す。

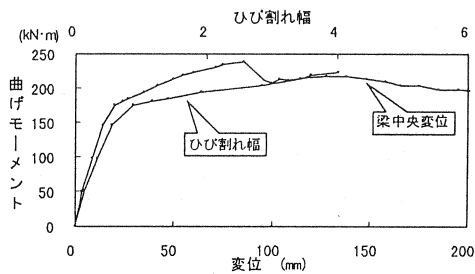


図-5.4.1 N0変位・ひび割れ幅相関曲線

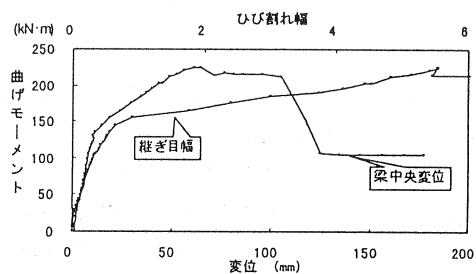


図-5.4.2 N3変位・ひび割れ幅相関曲線

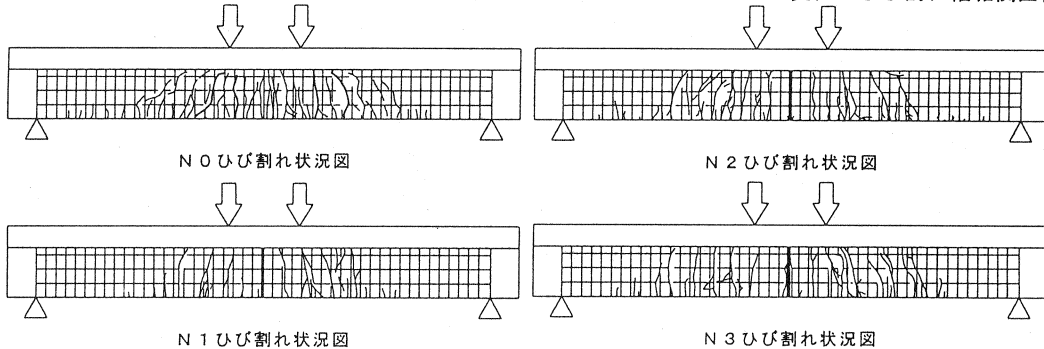


図-5.4 ひび割れ状況図

6. まとめ

今回の結果から以下のことが分かった。

- ・接合鉄筋の使用により、軸方向の鉄筋の連続化が出来た。
- ・接合鉄筋は充填材により、重ね継ぎ手の機能を発揮した。
- ・プレキャストセグメント工法の継ぎ目部の挙動は、接合鉄筋の応力伝達により、使用限界状態ではコントロール可能である。

参考文献

- ・東山博明、中條友義、宮本基行、田中浩一郎：プレキャストセグメントの接合方法に関する研究
- ・渡辺卓、丸山武彦：プレキャストPCブロックの継ぎ手補強に関する基礎的研究