

## 論 文

[2030] 打継ぎ用材料の塗布厚さが異なる鉛直・水平打継目をもつ  
RC はりの力学的性状

正会員 辻 幸和 (群馬大学建設工学科)

正会員 森脇 貴志 (日本化成中央研究所)

正会員○木暮 健 (群馬大学大学院)

チュウンフア (ホリー)

## 1. まえがき

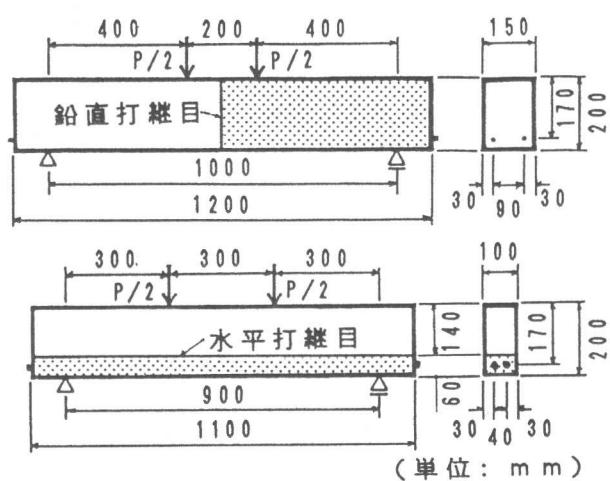
打継ぎ用材料としては、モルタル、セメントペーストあるいは潤滑用エポキシ樹脂などが従来から用いられてきた。特に鉛直打継目においては、これらのいずれかを用いて施工することが、土木学会コンクリート標準示方書に規定されている。しかしながら、旧コンクリートの打継面にこれらいずれかを塗布した後は、直ちに新コンクリートを打継ぐ必要があり、鉄筋工や型枠工と競合し、施工の隘路となっている。この施工上の制約を解消するために、打継面に塗布してから新コンクリートを打継ぐまでの時間（以下、オープンタイムと称する）を充分長くとることができる打継ぎ用材料として、ポリマーセメントモルタルの研究を行なってきた。

これまでに、打継ぎ用材料として用いるポリマーセメントモルタルの施工に誤差が生じた場合を想定して、ポリマーセメントモルタルの塗布厚さを要因にとり、鉛直打継目および水平打継目を有する角柱供試体を作製し、塗布厚さと打継ぎ強度との関係について検討し、塗布厚さの及ぼす影響はほとんど認められないことが、報告されている[1]～[2]。そこで、本研究では、一般構造物への適用を考慮して、ポリマーセメントモルタルの塗布厚さおよび配合を変化させた鉛直打継目あるいは水平打継目を有するRCはりの曲げ性状およびせん断性状について、実験的に検討した結果を報告する。

## 2. 実験概要

供試体は図-1に示すように、鉛直打継目あるいは水平打継目をもつRCはりを作製した。鉛直打継目を有するはりでは、幅×高さ×長さが15×20×120 cmであり、有効高さは17cmとした。また、引張鉄筋としてはD10を2本使用し、はりの中央に打継目がくるように作製した。

水平打継目を有するはりでは、幅×高さ×長さが10×20×110 cmであり、有効高さは17cmとした。引張鉄筋としてはD16を2本使用し、予め、引張鉄筋を含む下部を作製して、これを旧コンクリートとし、その上部に新コンクリートを打継いだ。使用した鉄筋の機械的性質を表-1に示す。



図：旧コンクリート  
□：新コンクリート

図-1 供試体の形状寸法および載荷方法

旧コンクリートの材令が24時間に達した段階で、ワイヤーブラシにより打継目のレイターンスを除去して打継面を粗にし、材令14日まで湿布養生した後、ポリマーセメントモルタルを塗布した。オープンタイムを3日とり新コンクリートを打継いだ。その後、新コンクリートの材令が28日まで湿布養生し、図-1に示すように載荷試験を行った。

コンクリートの配合は、水セメント比を4.5%、単位セメント量を365kg/m<sup>3</sup>、単位水量を164kg/m<sup>3</sup>、細骨材率42.8%とし、セメントは普通ポルトランドセメントを、骨材は群馬県渡良瀬川産の川砂利および川砂を用いた。また、打継ぎ用材料として用いたポリマーセメントモルタルは、ポリマーがエチレン酢酸ビニル系のもので、ポリマーの添加量の異なる2種類を用いた。その配合および試験結果を表-2に示す。

表-1 鉄筋の機械的性質

打継目処理	鉄筋	降伏点 (kgf/mm <sup>2</sup> )	引張強さ (kgf/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)
鉛直打継目	D10	37.5	43.0	25
水平打継目	D16	38.3	56.9	25

表-2 ポリマーセメントモルタルの配合表および試験結果

配合名	水セメント比 (%)	水結合材比 (%)	P/C (%)	フロー値 (mm)	圧縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )	ヤング係数 (×10 <sup>5</sup> kgf/cm <sup>2</sup> )
配合A	35.2	31.8	10.8	187	367	1.21
配合B	36.0	33.0	9.0	171	399	1.86

### 3. 鉛直打継目をもつRCはりの力学的性状

#### 3. 1 引張縁のひずみ

鉛直打継目をもつRCはりの引張縁に、打継目を介して貼付した長さが60mmのワイヤストレインゲージにより測定した値を引張縁のひずみと称し、これと曲げモーメントの関係を図-2に示す。

配合Aのポリマーセメントモルタルを用いた場合、図-2(a)に示すように、荷重の小さい段階では、いずれの塗布厚さをもつRCはりにおいても打継目を有しないRCはりと同様なひずみ変化を示している。しかしながら、塗布厚さが2mmのRCはりでは、小さいモーメントで曲げひびわれが生じており、塗布厚さが増すにつれて、曲げひびわれ発生モーメントが増加している。曲げひびわれは、ポリマーセメントモルタルの内部で生じており、またポリマーセメントモルタルのヤング係数がコンクリートよりも小さいため、塗布厚さが増すにつれてひびわれが生じるひずみが増大し、それに伴なってひびわれ発生モーメントも大きくなったものと思われる。また、塗布厚さが薄いRCはりほど、鉛直打継目における応力集中が顕著であることにも起因すると考えられる。

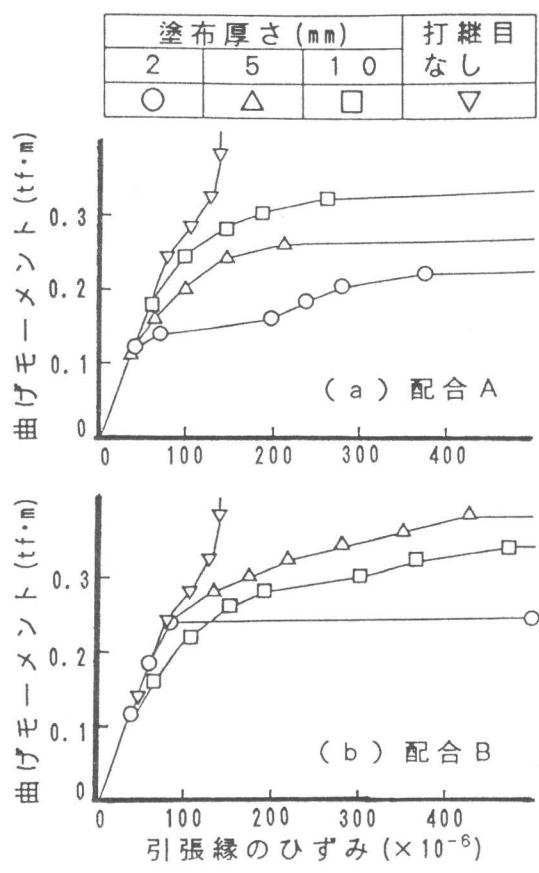


図-2 引張縁のひずみ

配合Bのポリマーセメントモルタルを用いた場合は、図-2(b)に示すように、塗布厚さが2mmのRCはりでは、引張縫のひずみが小さい段階においては、打継目を有しないRCはりと同様なひずみ変化を示すが、他の塗布厚さのRCはりよりも小さい曲げモーメントでひびわれが生じて急激なひずみ変化を示した。また、配合Bでは、塗布厚さが5mm以上では塗布厚さによるひずみの変化は顕著ではない。

### 3.2 引張鉄筋のひずみ

引張鉄筋のひずみと曲げモーメントの関係を図-3に示す。配合A、配合Bとともに、鉛直打継目をもつRCはりでは、打継目を有しないRCはりよりも小さなモーメントの段階からひずみは大きくなっている。これは、打継目部分でひびわれが進展するために、引張鉄筋のこの位置に貼付したワイヤストレインゲージにより測定したひずみは、打継目を有しないRCはりに比べて大きくなつたものである。しかし、図中に示したコンクリートの引張力を無視したRC計算値よりも大きくなることはなかった。また塗布厚さの違いを比べてみると、いずれの配合においても塗布厚さが2mmのRCはりのひずみが大きくなっている。これは、3.1で述べたように塗布厚さが薄いと応力集中が著しくなるためにひびわれの進展が早く、塗布厚さが大きいRCはりよりも引張力を鉄筋が多く受け持つたことによる。

### 3.3 中立軸の推移

載荷試験の際に、はりの側面に打継目を挟んでパイゲージを図-4(a)に示すように配置した。これにより測定した中立軸の位置と曲げモーメントの関係を、配合Aを図-5(a)に、配合Bを図-5(b)に示す。

配合Aについて、ポリマーセメントモルタルの塗布厚さが薄いRCはりほど、作用する曲げモーメントが小さい段階から、コンクリートの引張力を無視した弾性計算( $n=Es/Ec=6.8$ )による中立軸の位置に急激に近づいた。これは、曲げひびわれが鉛直打継目で発生し、その後、打継目に沿って急激に上昇したためである。また、いずれの塗布厚さにおいても計算値に近い値で収束している。打継目を有しないRCはりでは、打継目をもつRCはりの中立軸の位置よりも引張縫に近い値で収束している。これは、鉛直打継目にひびわれが集中して発生し、コンクリート側の受け持つ引張力が急激に失われたためである。また、配合Bについても配合Aと同様に、鉛直打継目をもつRCはりの中立軸の位置は、急激に計算値に近づいた。

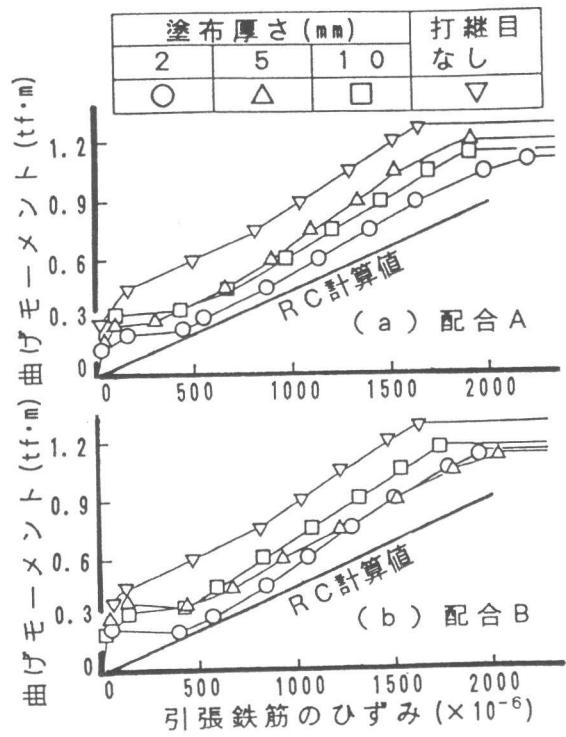


図-3 引張鉄筋のひずみ

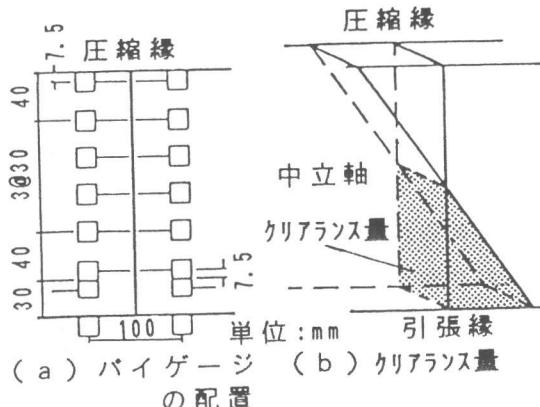


図-4 パイゲージの配置  
およびクリアランス量

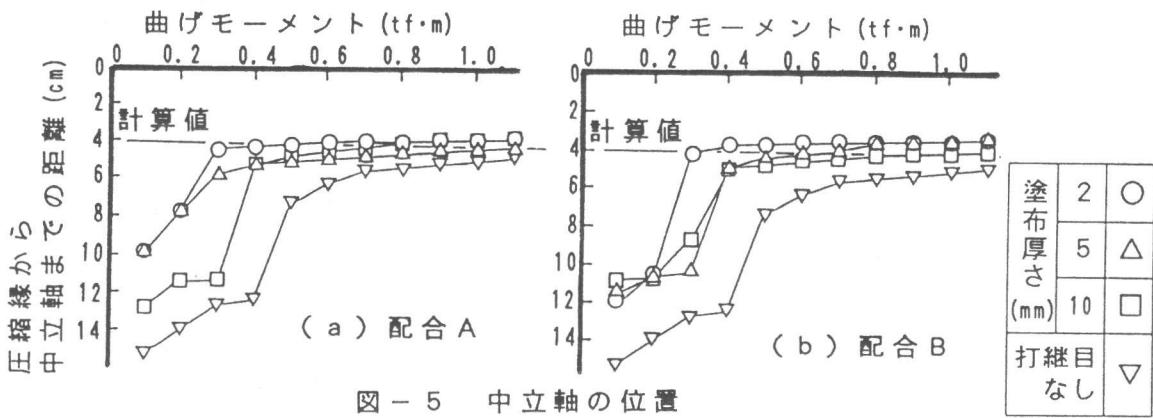


図-5 中立軸の位置

### 3.4 クリアランス量

図-4(a)のように配置したパイゲージにより各位置での変形を測定し、引張応力が作用している部分にすべて曲げひびわれが生じているものと仮定して求めた体積をクリアランス量(図-4(b)参照)と称し、このクリアランス量と塗布厚さとの関係を、曲げモーメントMをパラメータにとり図-6に示す。曲げモーメントMが小さい段階の0.2tf·mでは、塗布厚さが異なってもクリアランス量に差は認められない。しかしながら、

曲げひびわれが発生して中立軸の位置が収束するまでの曲げモーメントの段階では、打継目をもつRCはりは、打継目を有しないRCはりよりも大きなクリアランス量となった。これは、3.3で述べたように、曲げひびわれの急激な進展が原因である。また、塗布厚さが2mmのRCはりが、いずれの配合についても、大きなクリアランス量となった。

大きな曲げモーメントが作用して曲げひびわれが充分発達すると、配合Aのポリマーセメントモルタルを用いた塗布厚さが5mmのRCはりは、打継目を有しないRCはりとほぼ同程度のクリアランス量を示した。これは、3.3において中立軸の位置がこのRCはりの場合のみ打継目を有さないRCはりの中立軸の位置に近かったために、クリアランス量も近づいたものである。

### 3.5 破壊モーメント

RCはりの破壊時の曲げモーメントと破壊形式およびコンクリートの圧縮強度試験結果を表-3に示す。鉛直打継目をもつ全てのRCはりは曲げ引張破壊しており、打継目の有無および塗布厚さが2mm~10mmまで変化しても曲げ破壊モーメントは同程度の値となった。これは、鉄筋等の断面諸元が打継目の有無にかかわらず同じであり、本来圧縮力を負担するコンクリートの強度が曲げ引張破壊モーメントに及ぼす影響は小さいためである。コンクリートよりも圧縮強度が小さいポリマーセメントモルタルを10mmまで厚くして配置しても、鉛直打継目部における曲げ引張破壊モーメントはほとんど変化しなかった。

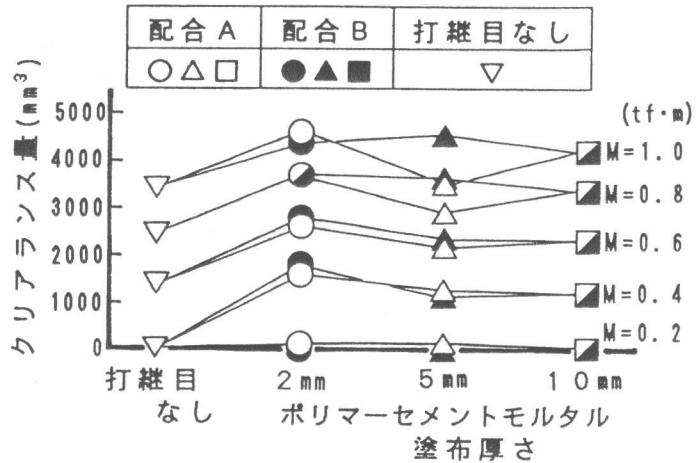


図-6 クリアランス量

表-3 破壊時の曲げモーメントおよび破壊状況

打継目処理		圧縮強度 (kgf/cm <sup>2</sup> )		鉛直打継目		水平打継目		
				計算値	実測値	計算値	実測値	
ポリマーセメントモルタル	配合A	2 mm	477	390	1.26	曲げ引張破壊	1.91	せん断圧縮破壊
		5 mm			1.32		1.43	
		10 mm			1.30		1.83	
	配合B	2 mm	512	445	1.24	2.28	2.42	
		5 mm			1.26		2.49	
		10 mm			1.24		1.56	
	打継目なし		429	—	1.07	1.28	2.43	2.93
	打継目なし		429	—	1.07	1.28	2.43	2.04

#### 4. 水平打継目をもつRCはりの力学的性状

##### 4. 1 ひびわれモーメント

打継ぎ用材料の塗布厚さと曲げひびわれおよび斜めひびわれ発生時の曲げモーメントの関係を図-7に示す。水平打継目をもつRCはりの曲げひびわれは、打継目を有しないRCはりと同程度の曲げモーメントで発生している。このことから、小さな荷重段階では、水平打継目の影響はほとんどなく、旧コンクリートの品質のみに決定されることが認められる。

斜めひびわれ発生モーメントは、塗布厚

さが2mmのRCはりでは、配合A、Bによる打継ぎ材料の差はなかった。配合Bのはりの場合、いずれの塗布厚さにおいても打継目なしと同程度かそれを少し上回る値を示した。しかし、配合Aの塗布厚さが5mm、10mmのRCはりでは、斜めひびわれ発生モーメントが打継目を有しないRCはりよりも約20%下回った。

##### 4. 2 破壊モーメント

水平打継目をもつRCはりの破壊モーメントと破壊形式についても表-3に示している。いずれの打継ぎ材料および塗布厚さを有するRCはりにおいても、水平打継目における水平せん断破壊にはならず、配合Aの塗布厚さが5mmのRCはりを除いて、斜めひびわれは打継目を直線的に横切った。そして、斜めひびわれ発生後も荷重は増加し、最終的には、新旧コンクリートが一体となったせん断圧縮破壊を生じた。また、配合Aの塗布厚さが5mmのRCはりでは、斜めひびわれは水平打継目を直線的に横切らずに水平打継目に沿って少し進展した後、旧コンクリートへと進展した(図-8参照)。水平方向のひびわれの発生により水平打継目に沿って水平せん断変形を生じたことが破壊モーメントの低下の原因と考えられる。しかし、本実験においてこのような現象が生じたRCはりは一体のみである。この点については、今後検討を行いたい。また、配合B

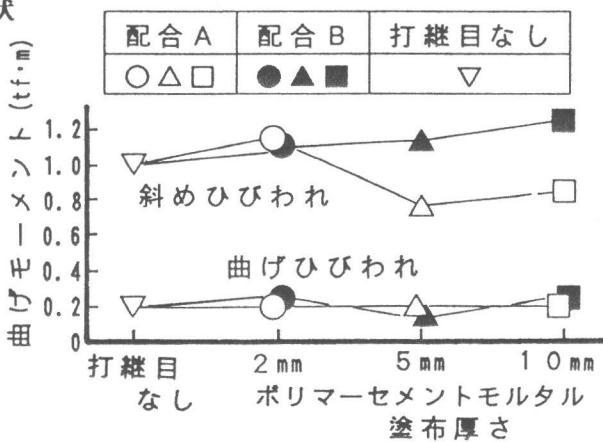


図-7 ひびわれ発生モーメント

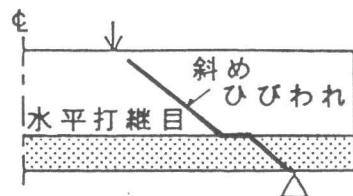


図-8 斜めひびわれ図

についても、塗布厚さが5mmのRCはりが、他の塗布厚さを持つRCはりよりも破壊モーメントが小さくなつた。これは、図-9に示すように、塗布厚さが5mmのRCはりの破壊形式が、荷重載荷点と支点を結ぶ斜めひびわれ部の割裂による破壊となり、そのために破壊モーメントの低下をもたらしたものと考えられる。この点についても今後検討を行いたい。

このように、塗布厚さを2mmから10mmまで変化させると、いずれの配合においても塗布厚さが5mmのRCはりがせん断破壊モーメントの低下を起こしている。しかしながら、塗布厚さが10mmと推奨値2mmの5倍の厚さまで変化させると、水平打継目が水平せん断耐力に悪影響を及ぼさないと考えられる。なお、表-3のせん断圧縮破壊耐力の計算値は次式により求めた[3]。

$$V_{cd} = \frac{0.53(f_c')^{2/3} \{1 + (100p_w)^{1/2}\} (1+3.33r/d) b_w \cdot d}{\{1+(a/d)^2\}}$$

$f_c'$ : 圧縮強度( $\text{kgf/cm}^2$ )       $a$ : せん断スパン(cm)  
 $b_w$ : ウエブ幅(cm)       $d$ : 有効高さ(cm)  
 $A_s$ : 引張鉄筋断面積       $r$ : 載荷板幅(cm)       $p_w = A_s / (b_w \cdot d)$

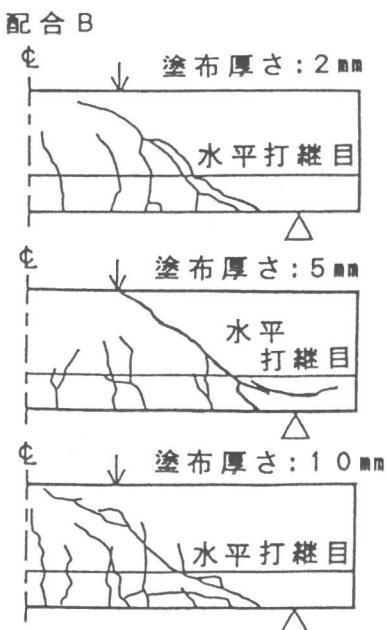


図-9 破壊時のひびわれ状況図

## 5. 結論

打継ぎ用材料として用いたポリマーセメントモルタルの塗布厚さおよび配合を変化させた鉛直打継目あるいは水平打継目を有するRCはりを作製し、これらの載荷試験を行つた。本実験より得られた結果から以下のことがいえる。

- (1) 鉛直打継目を有するRCはりの曲げひびわれ発生モーメントは、ポリマーセメントモルタルの塗布厚さが増すにしたがつて大きくなつた。
- (2) 打継目部分の引張鉄筋のひずみおよびクリアランス量は、打継目を有しないはりよりも大きくなり、また塗布厚さが薄くなるにしたがい応力集中が著しくなるために、大きくなつた。
- (3) 曲げ引張破壊荷重は、鉛直打継目の有無、およびポリマーセメントモルタルの塗布厚さの影響を受けずほぼ等しい値を示した。
- (4) 水平打継目を有するほとんどのRCはりでは、新旧コンクリートが一体となって挙動し、斜めひびわれが発生し、水平打継目では破壊せずに、せん断圧縮破壊を生じた。
- (5) ポリマーセメントモルタルの水平塗布厚さが5mmのRCはりでは、せん断破壊モーメントの低下が認められた。この原因は不明であるが、塗布厚さが斜めひびわれの進展になんらかの影響を与えるためであろうと推測される。

## 参考文献

- 1) 田中浩一・古澤政夫・辻幸和：塗布厚さと施工時期が打継ぎ強度に及ぼす影響、土木学会第45回年次講演会講演概要集 No. 5、pp. 734～735、1990. 9
- 2) 辻幸和・森脇貴志・田中浩一・木暮健：打継ぎ用材料の塗布厚さと施工時期が新旧コンクリートの打継ぎ強度に及ぼす影響、コンクリート工学年次論文報告集 Vol. 13、pp. 381～386、1991. 6
- 3) 岡村甫：コンクリート構造の限界状態設計法、共立出版、p. 84、1986