

# 合成樹脂によるプレキャスト RC 部材の結合方式

Structural Connection of Precast Reinforced-Concrete Members by means of the Gluing

小林 一 輔\*・伊 藤 利 治\*

Kazusuke KOBAYASHI and Toshiji ITO

## 1. は し が き

プレキャストコンクリート部材を組立ててコンクリート構造物をつくらうとする場合、問題となるのは接合部の強度、水密性および施工の容易さである。

とくに大きい曲げ荷重を受ける RC 部材の接合に関しては従来ともに種々の方式が行なわれているが、これらを引張力の伝達方法によって大別するとつぎのようになる。

1) 相対する部材接合面より、それぞれ突出せしめた鉄筋について継手を形成せしめ、その間隙を場所打コンクリートで充填硬化せしめ結合させる方法。

2) 部材接合面間にモルタルまたは合成樹脂などの目地剤を使用し、鋼材によるプレストレスングを与えて結合する方法。

1) の方式では鉄筋継手として、重ね継手、溶接継手、カプラー継手などが用いられるが、かかる継手の製作は現場施工となるほか、場所打コンクリートの打設を要するので手間と時間がかかり、急速施工というプレキャストコンクリート構造の大きい特徴が失われる。

2) の方式では現場でプレストレスングの導入を要するが、構造物の種類、そのおかれている周辺条件、構造物全体の中に占める接合部の位置いかんによってはこの操作が不可能な場合も多く、一般的に利用できる方式とは言いがたい。

筆者らは合成樹脂を接着目地剤として使用することにより、そのまま部材断面の全強を伝えるとともに、施工も比較的容易なプレキャスト RC 部材の結合方式を開発したのでその要点について報告する。

## 2. 新しい結合方式

合成樹脂は上述の 2) の方式におけるようにプレキャスト部材接合部の目地剤として使用されているが、その役割は、1) 接合面の不陸を調整し応力分布の均一化を図ること、2) 接合部を耐水性とすること、の 2 つであると考えられる。現在、目地剤として最も一般的に使用されている合成樹脂はエポキシ樹脂であるが、そのすぐれた接着性は活用されていない。

本研究では、合成樹脂に対し、さらに構造用接着剤としての機能をも十分に発揮させて、樹脂接着のみにより部材接合断面の全強を伝えさせるようなプレキャスト部材の接合方式を確立しようとするものである。

これまで、コンクリートの合成樹脂による接合に関しては、エポキシ樹脂のごとき接着性のすぐれた樹脂を用いれば、十分にコンクリートの引張強度を上廻る接着強度を有するのでとくに問題はなかったが、鉄筋の樹脂による接合、すなわち樹脂接着継手に関してはその可能性についてすら明らかにされていなかった。

筆者らは鉄筋の樹脂接着継手について実験研究を重ねすでにその実用性を立証しているが、これが本方式の基礎をなすものであって、換言すれば本方式は鉄筋の樹脂接着継手の応用であるとも云える。

筆者らが開発した鉄筋の樹脂接着継手は図 1 に示すように、継手部において合成樹脂 (エポキシ樹脂) により棒鋼と接着されたスリーブを介して母材棒鋼の引張応力を伝達させるようにしたもので、鉄筋径が 40mm をこえるような太径の場合を除き、スリーブ長を鉄筋径の 10 倍程度にすればほぼ鉄筋の全強を伝えるような継手が得られる。

継手の施工方法は、①棒鋼表面に樹脂を塗布しておき一方の棒鋼をスリーブに挿入したのち、他方の棒鋼を内部に気泡が残らぬよう徐々に挿入するか、②スリーブの両端をシールしたのち液状樹脂を注入固結せしめるが、プレキャストコンクリート部材の接合に応用する場合には以下に述べるような方法をとる。

たとえば図 2 は、梁またはスラブなどの曲げを受ける部材の接合方式を示したものである。鉄筋の接合方法により異なる 2 つの方法を示したが、a) 方法は、一方のエレメントでは接合部から鉄筋を突出せしめ、他方のエレメントは鉄筋と結合させたスリーブを内蔵せしめて、こ

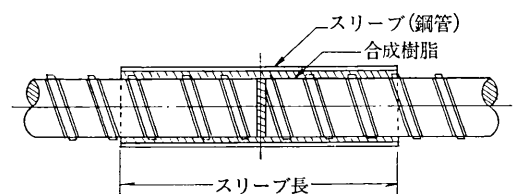


図 1 継手部の構造

\* 東京大学生産技術研究所 第 5 部

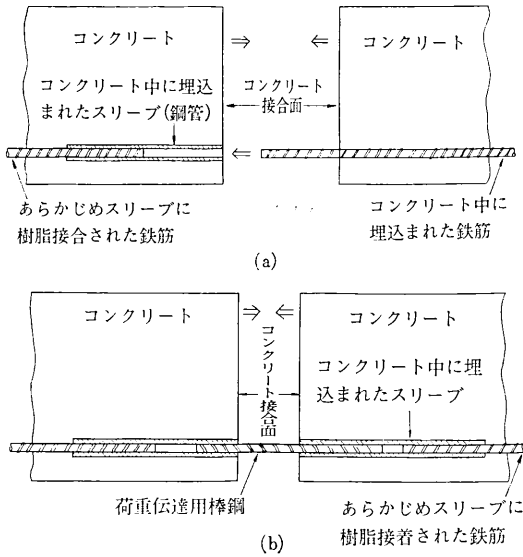


図2 接合方法

の中にもう一方の元素の鉄筋を挿入し、樹脂接着させるもので、鉄筋継手は片方の元素のみで形成させるものである。b)方法は、結合するいずれの元素もその接合部より鉄筋を突出せしめることなく、ともに、a)方式の片方の元素同様、接合部ではスリーブを内蔵せしめるような構造とする。接合に当っては荷重伝達用鉄筋片を相対する元素のスリーブに挿入し、樹脂接着させる。以上いずれの場合にも、鉄筋の

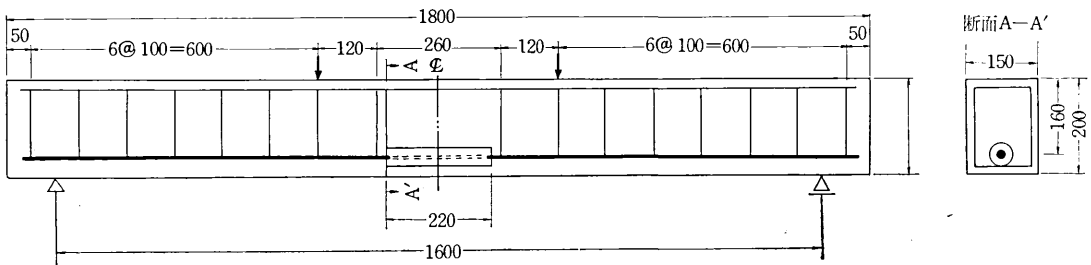
みならずコンクリート接合面も樹脂接着させることはもちろんである。

これらの方式は、元素に分割された柱の場合、柱と基礎の接合、梁と柱の接合等々、実際の構造物にみられる各種の部材の組合せに対して適用できるものであり、さらに鉄筋の接合方法も図2に示した以外の方法がいくつか考えられている。

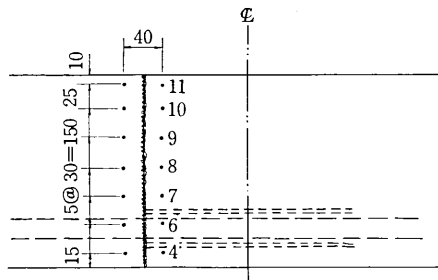
### 3. プレキャスト部材を樹脂接合した RC 桁の曲げ試験

図3に示すような RC 桁を、プレキャスト RC ブロックの樹脂接合によって製作し、桁曲げ試験を実施して接合効果を検討した。試験体の製作に用いたコンクリートは、試験時圧縮強度が  $470 \sim 480 \text{ kg/cm}^2$  のものであり、鉄筋は主鉄筋として SD 30 の D 22 を使用した。その引張試験結果は降伏点応力度が  $32.5 \text{ kg/cm}^2$ 、引張強度が  $52 \text{ kg/mm}^2$ 、伸びが 21.3% である。接合に用いたエポキシ樹脂の組成と性質を示すと、表1の通りとなる。試験体は矩形断面でその形状、寸法および荷重方法は図3に示す通りである。

接合は図2(a)に示した方法を用いた。すなわち、一方のブロックの鉄筋張出部分と、両ブロックのコンクリート接合面に樹脂を塗布したのち相互に接着するもので、本実験ではこのさい接合面の単位面積当り  $5 \text{ kg/cm}^2$  および  $10 \text{ kg/cm}^2$  の接着圧を加えた場合と、ほとんど接着圧を加えない場合(ブロックを相互に押しつけたままの

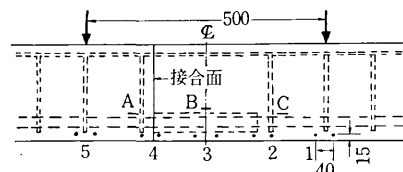


接合面及び接合面のひびわれ測定位置



印 接合面(エポキシ樹脂)

4, 6~11 コンタクトゲージ



A, B, C 抵抗線ひずみゲージ

1~5 コンタクトゲージ

図3 接着桁の形状、寸法、荷重点および測定点

研 究 速 報

表 1(a) 使用したエポキシ樹脂の組成 (重量百分率)

エポキシ基剤	エポキシ樹脂	50	70
	反応性促進剤	1	
	可撓性付与剤	8	
	希釈剤	5	
	遷変剤	6	
硬化剤	変性ポリアミド樹脂	20	30
	反応性促進剤	2	
	可撓性付与剤	2	
	遷変剤	6	

表 1(b) 使用したエポキシ樹脂の性質

比 重	1.25	JIS K 6911
可 使 時 間	3 時間10分(15°C)	50g で測定
粘 度	基 剤 220×10 <sup>3</sup> cps	B型回転粘度計
	硬化剤 1800×10 <sup>3</sup> cps	
圧 縮 強 度	870 kg/cm <sup>2</sup> (15°C 7日)	JIS K 6911
曲 げ 強 度	350 kg/cm <sup>2</sup> (15°C 7日)	JIS K 6911
引 張 強 度	175 kg/cm <sup>2</sup> (15°C 7日)	JIS K 6911
圧 縮 弾 性 係 数	1.3×10 <sup>4</sup> kg/cm <sup>2</sup> (15°C 7日)	JIS K 6911
引張せん断強度 (一面)	216kg/cm <sup>2</sup> (15°C 7日)	JIS K 6911

(ショーボンド研究所試験結果)

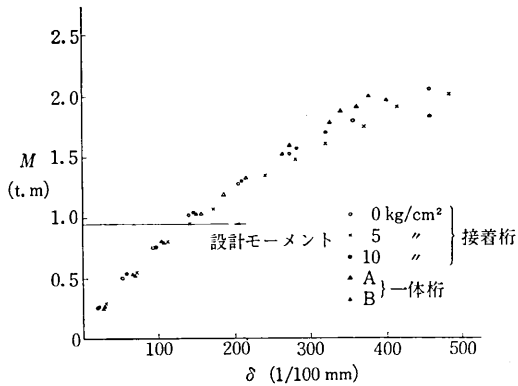


図 4 モーメント-たわみ線図

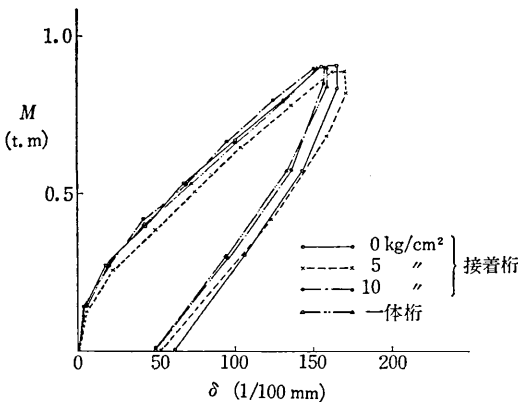


図 5 モーメント-たわみ線図

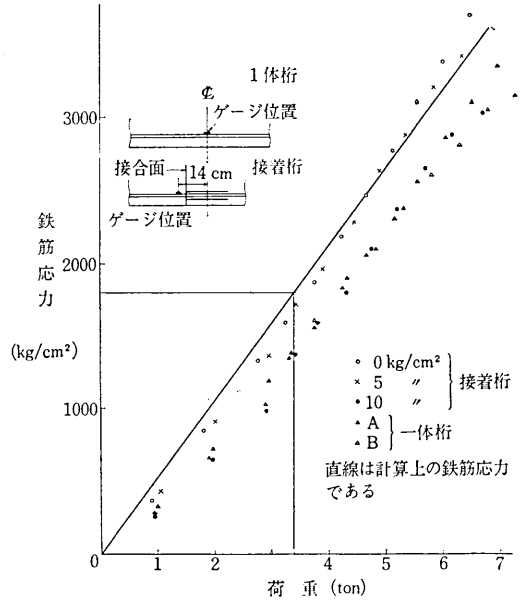


図 6 荷重と接合部付近の鉄筋応力

状態で放置)について検討した。曲げ試験は接着後約7日間経過し、樹脂が十分に硬化したのちに実施した。曲げ試験では、中央点の撓み、接合部の変形、接合部付近における鉄筋応力、最大ひびわれ幅等を測定し、その結果を一体桁と比較検討した。

図4、5は中央点のたわみと荷重との関係を示したものであって、この図より、樹脂接着桁の曲げ剛性は一体桁と大差がないこと、接着桁の曲げ剛性におよぼす接着圧の影響はほとんど認められないことなどが示されている。図6は接合部付近の鉄筋応力と荷重との関係を示したものであるが、比較検討のため一体桁についても接着桁の場合とはほぼ近い位置で鉄筋応力を測定した結果を示した。この図より荷重の増加にともなう鉄筋応力の変化の程度は、一体桁と接着圧10 kg/cm<sup>2</sup>で接着した接着桁

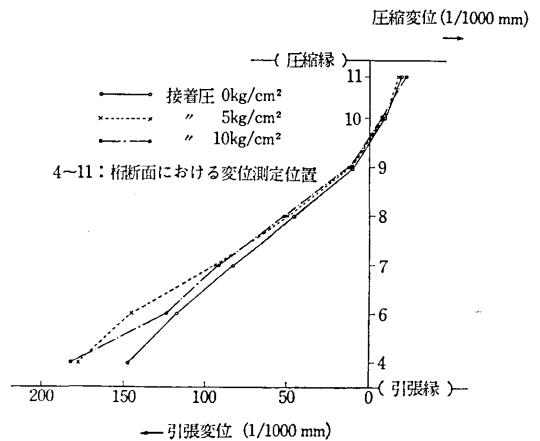


図 7 曲げ載荷による接合面の変位 (載荷重=3.4ton)

表 2 桁 曲 げ 試 験 結 果

	種 別	コンクリート強度 (kg/cm <sup>2</sup> )	降 伏		破 壊		Mの計算値と実測値との比			ひびわれ数
			P <sub>U</sub> (t)	M <sub>U</sub> (t-m)	P <sub>B</sub> (t)	M <sub>B</sub> (t-m)	M <sub>cal</sub>	$\frac{M_U}{M_{cal}}$	$\frac{M_B}{M_{cal}}$	
一 体 桁	No. 1	430	7.3	2.01	9.4	2.57	1.95	1.03	1.31	9
	No. 2	470	7.7	2.11	9.8	2.71	1.96	1.08	1.39	11
接 着 桁	0 kg/cm <sup>2</sup>	480	7.5	2.05	9.7	2.67	1.96	1.04	1.36	11
	5 kg/cm <sup>2</sup>	500	7.8	2.16	10.7~	2.96~	1.97	1.10	1.50~	10
	10 kg/cm <sup>2</sup>	480	7.2	1.97	10.0~	2.75~	1.96	1.01	1.40~	11

がほぼ同程度である。接着圧が0のとき、5 kg/cm<sup>2</sup>の場合の接着桁ではやや大きい鉄筋応力を示しているが、いずれも計算上の鉄筋応力とほぼ同程度である。

接着桁においては、ひびわれ幅の最大なるものは接合部において生じたが（ひびわれというより、接合面における接着剤の削離によって生じた間隙と呼ぶべきであろう）、載荷にともなう接合部の変形をコンタクトゲージにより測定した結果が図7である。

この図において桁の下方の引張域における変形は明らかにひびわれ幅を示したものであって、設計荷重が加わった場合の最大ひびわれ幅はおよそ0.2mmとなることがわかる。なお、接着圧の影響はこの場合明確でない。表2は接着桁の降伏モーメント、破壊モーメントおよびひびわれ状況などが一体桁とほぼ同等とみなし得ることを示している。

以上の結果を総合すると、樹脂接着方式によるプレキャスト RC 部材の接合は、少なくとも静荷重に対しては

ほぼ一体構造と同等の性能を与えるものと考えられる。

4. 今後の展望

樹脂接着によるプレキャスト RC 部材の接合方式の特徴は、プレストレスの導入や鉄筋の加熱溶接、場所打コンクリートなどを要せず、合成樹脂接着剤のみによって部材の全強を伝えることにあるが、この方式はさらに接合部の水密性も期待できるので、とくに地下鉄構築体のプレキャスト RC 部材による組立て施工、トンネルの RC セグメントの組立て、その他各種の地下構造物の組立てに適するものと考えられる。本方式は施工面でなお改良を要する点が残されているが、そのうち最大の課題は接着剤の利用方法と品質の改善であって、前者に関しては塗布という手間のかかる作業を省くことが要点であり、後者については接着剤の硬化期間の短縮が問題となる。さらに部材の種類によっては鉄筋の接着結合にも種々の工夫が必要となろう。（1971年1月25日受理）

3 月 号 正 誤 表

ページ	段	行	種 別	正	誤
21	左	下4	本文	削除	600°C における伸びは常温よりもやや低下し、
"			Fig. 7	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>