

# 無機マトリックスと補強筋の付着機構に関する研究 (その1 研究の方法と試験結果)

正会員 岸谷孝一\* 正会員 ○ 平居孝之\*\*

## 1. 序

鉄筋コンクリートをはじめ無機マトリックスも金属骨組で強化した構造では、マトリックスと補強筋が一体となり外力に対して有効に働くために、両者の間に十分な付着力が発生しなければならない。セメントコンクリートと鉄筋の付着についてはこれまで研究が重ねられており、なかでも国分岡村らの研究は<sup>1~3)</sup>マトリックスと補強筋の付着機構を材料の複合という立場からとらえており注目される。一方、最近省エネルギーという観点からアルミニウムの利用に力が注がれるようになり、無機マトリックスと組み合わせて建築に用いることが有望視されている。アルミニウムを補強筋として考えると、丸筋のように表面の滑らかな形態では無機マトリックスとの付着がきわめて弱いため、当然異形筋として使うことになる。そこで本研究は、表2の31種類の表面形状をもつアルミニウム異形筋を試作し、これと表1の4種の無機マトリックスの間の付着性状を試験によって調べ、その結果から補強筋の表面形状を適切に数値化すれば、付着機構を理論的に導けることを明らかにしたものである。

本報その1では、行った試験の方法とその結果を示し、次報その2で付着機構について述べる。

表1. マトリックス

マトリックス	結合材	骨 材		W% G <sub>or</sub> C	養生 28日間	養生 比重	強度 K <sub>g</sub> /C <sub>m</sub> <sup>2</sup>	
		細	粗				圧 縮	引 張
普通コンクリート	普通ポルト ランドセメント	川砂	川砂利	60	水中	2.33	290	31.0
軽量コンクリート	ラフトセメント	川砂	人軽骨	55	水中	1.83	248	23.6
石 膏	Ⅱ型無水 石膏	-	-	40	空中	1.65	174	16.6
石膏軽量コンクリート	人軽骨	人軽骨	人軽骨	36	空中	1.51	202	15.7

## 2. 研究の方法

### 2-1 付着性能の評価

補強筋と無機マトリックスの付着は一般に次の(a)と(b)より評価されるが<sup>4~9)</sup>両者の相対すべりが大きい場合は(a)(b)だけではいえない。このような場合筆者は(c)を評価の基準に加えることを提案する。

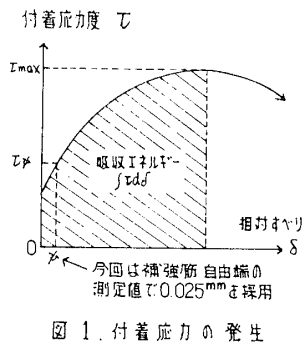


図1. 付着応力の発生

- (a) 最大付着応力度 ----- ( $\tau_{max}$ )
- (b) 相対すべり初期の付着応力度 ----- ( $\tau_{\phi}$ )
- (c) 引抜けるときの吸収エネルギー ----- ( $\int \tau d\delta$ )

### 2-2 付着性能の四角形表示

付着性能における上記(a)(b)(c)のポイントと、異形筋の平均断面積に対する最小断面積の割合を表わす有効断面比を、図2のように直交座標上に取り、付着性能を一つの四角形で表わすのが便利で判やすい。この四角形が大きくて、4つの頂点がつまりあいよく中心から離れているものが、付着性能にすぐれた表面形状ということになる。

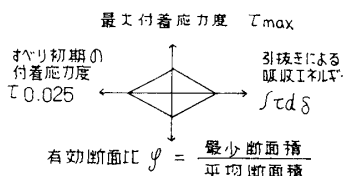
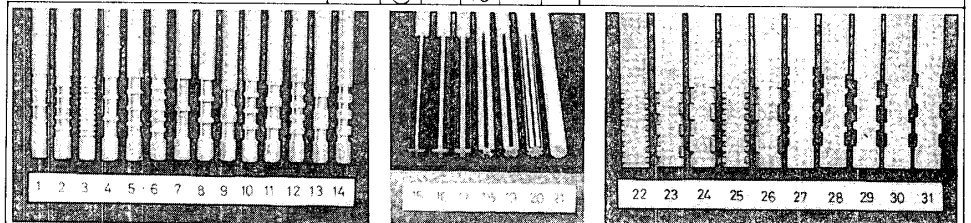


図2. 付着性能の四角形表示

表2 アルミニウム異形筋

タイプ	No	h <sup>mm</sup>	w <sup>mm</sup>	t <sup>mm</sup>	n	形状
I	①	1	2	13	4	タイプ I NO. ①~⑭ φ16mm 丸筋ベース
	②			8	6	
	③			3	12	
	④			17	3	
	⑤	15	3	12	4	タイプ II NO. ⑮~⑰
	⑥			7	6	
	⑦			26	2	
	⑧			16	3	
	⑨	2	4	11	4	タイプ III NO. ⑱~⑳
	⑩			13	17	
	⑪			8	12	
	⑫			5	7	
	⑬			18	12	
	⑭			8	7	
⑮	-	-	3	4	タイプ IV NO. ㉒~㉔	
⑯	-	-	4	4		
⑰	-	-	5	4		
II	⑱	4	4	-	4	タイプ V NO. ㉖~㉘
	⑲	2	4	-	4	
	⑳	2	2	-	8	
	㉑	-	-	-	-	
III	㉒	3	4	-	14	タイプ VI NO. ㉙~㉛
	㉓	4	9	-	7	
	㉔	5	14	1	5	
	㉕	4	4	-	14	
	㉖	4	14	-	5	
	㉗	15	3	-	8	
IV	㉘	2.5	5	-	13	タイプ VII NO. ㉜~㉞
	㉙	3.5	7	-	16	
	㉚	2.5	10	-	13	
	㉛	2.5	15	-	13	



### 2-3 試験方法

図3のように無機マトリックスに埋め込んだアルミニウム異形筋を引抜き、両者の相対すべりがアルミニウム異形筋自由端で、 $\frac{1}{1000}$ 単位1, 5, 10, 25, 50, 100, 200, 400, 600, 800, 1000, 以後500きどみになったときの引抜き荷重も測定した。このとき、各測定点における付着応力度 $\tau$ は次式によって求められる。

$$\tau = \frac{P - P_0}{A}$$

$P$ : 全引抜き荷重     $A$ : 異形部分の表面積  
 $P_0$ : 異形部分以外にかかる荷重で { (異形部分以外の埋め込み表面積) × (丸筋の付着応力度) } より求める。

### 3. 試験結果

付着性能をさきに述べた四角形表示すると、各アルミニウム異形筋における測定結果は図5になる、またこれを切欠きのタイプごとにまとめると図4になる。

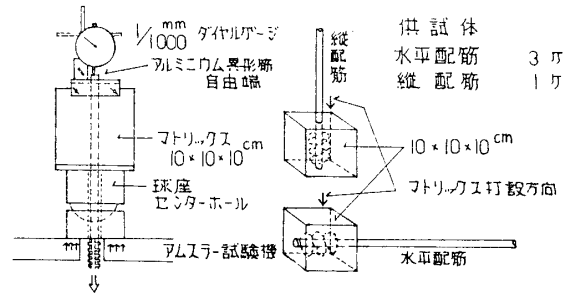


図3. 試験装置と供試体

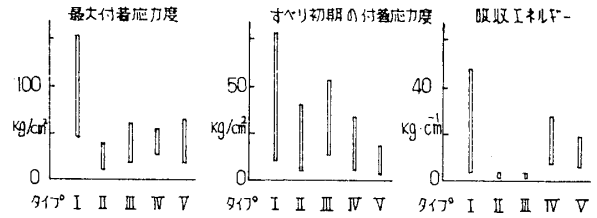


図4. タイプの違いによる付着性能

●-----普通コンクリートマトリックス   
 ●-----石膏マトリックス   
 ●-----軽量コンクリートマトリックス   
 ▲-----石膏軽量コンクリートマトリックス

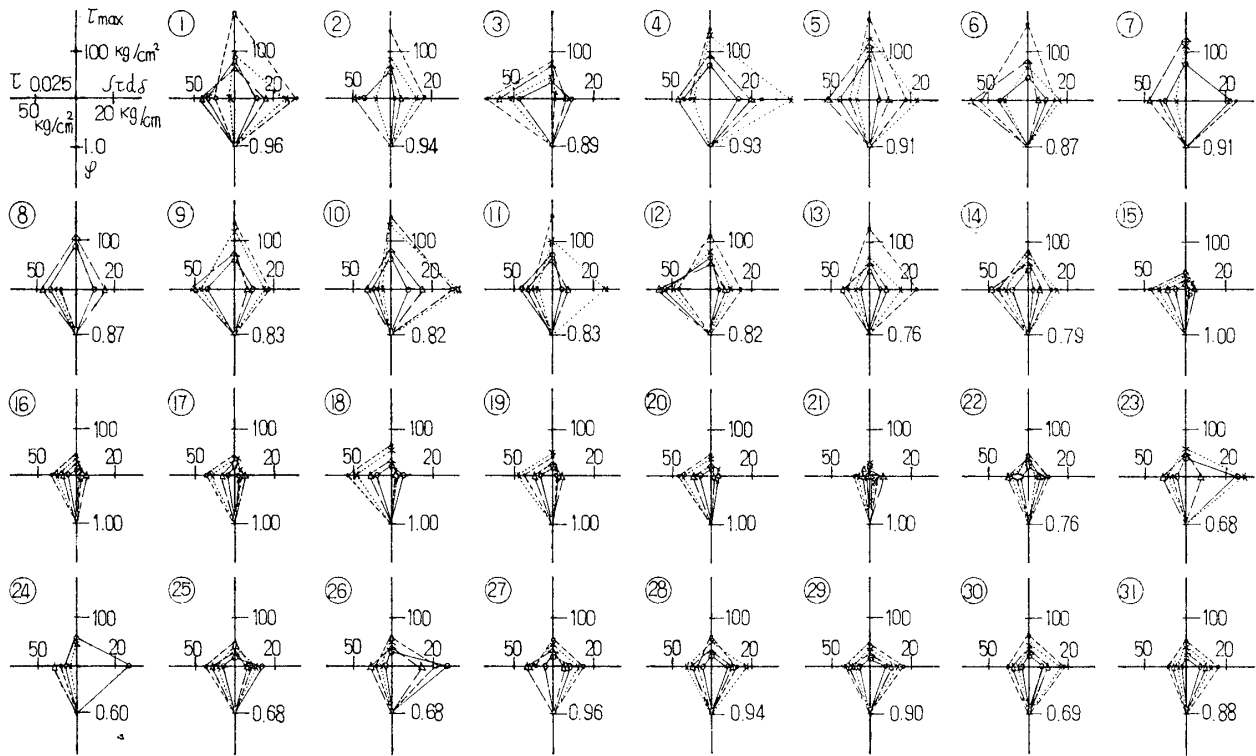


図5 アルミニウム異形筋の付着性能

### 4. 試験の結果に関する結論

今回試験を行った31種類のアルミニウム異形筋のうちでは、タイプIのNO④が最もすぐれている。矩形筋をベースとするタイプIVとVは、丸筋をベースとするタイプIに劣るか、最大付着応力度 $\tau_{max}$ がマトリックスの圧縮強度の $\frac{1}{10}$ 前後あるNO⑳㉔㉘㉙などは実用性がある。タイプIIとIIIは全断面積が有効に使え、アルミニウム異形筋の製造において押し出し成形出来る長所があるが、引抜けるときに吸収するエネルギー $\int\tau d\delta$ が非常に小さいので、さらに複雑な断面形があるいはねじりを加えるなどしなければ、実用性が少ない。

<文献> 1) 岡村正胤, 岡村前, 土木学会論文報告集 202号 1972-6   
 2) 岡村正胤, 岡村前, 日科技連第6回複合材料シンポジウム 1973-10  
 3) 岡村前, インクリターナル 1974-5   
 4) 村田二郎, セメントコンクリート No 223 1965   
 5) 村田二郎, インクリターナル 1965-5   
 6) ACI 208 Test Procedure to Determine Relative Bond Value of Reinforcing Bars   
 7) ASTM c234   
 8) British Standard, Code of Practice for Reinforced Concrete

( \* 東京大学教授 工博    \*\* 大分工業大学講師 工博 )