

近畿大学理工学部 正員 〇玉井 元治  
 会 上 学生員 矢手 正幸  
 神戸製鋼所 正員 梶本 政良

1. まえがき.

アルミニウムは、また固くてもなりコンクリートに接すると、化学反応を起して、腐蝕するとともに、コンクリートとの付着が害されるものである。そこで、アルミ合金製の装置をコンクリートに定着させるためのアンカーは、鉄製のものを用いるか、アルミニウムを用いる場合には、歴青枚等で被覆してコンクリートと絶縁するようにしている。本研究は、アルミ合金とコンクリートと直接、接するように埋込んだ場合の付着性状を明らかにするために行ったもので、先の報告<sup>\*</sup>以降に行った実験結果について述べることにする。

本報告に含まれる実験内容は、鉛直方向に埋込まれた埋込棒（アルミ合金および鉄筋）の(A)、付着応力度の分布、(B)、アルミ合金とコンクリートとの化学反応、(C)、付着強度、に関するものである。

2. 使用材料

埋込棒は、丸鋼(SR 24)φ25、アルミ合金(Z5C および 61S)

φ25 および φ16 である。その物理的性質を表-1 に示す。

セメントは、大阪セメント社の普通ポルトランドセメントと、

骨材は、木津川産の川砂、川砂利を使用し、それ等の物理的

性質は、先の報告<sup>\*</sup>を参照されたい。

3. コンクリート.

単位水量 167 kg、単位セメント量 355 kg、水、セメント比 47%、細骨材率 36.5%、スランプ 8 cm、枚令 28 日における圧縮強度は、約 300 kg/cm<sup>2</sup> のものである。

4. 実験方法

埋込棒は、直径 15 mm、高さ 15、30、および 50 cm の円柱体供試体用の鑄鉄製型枠

に鉛直に立てて、コンクリートに埋込んだ。付着応力度の分布を測定する供試体

は、R. M. Mains の方法に準じて、図-1 のように、Z 割した棒の中に溝を加えて、その中にストレインゲージ(KFC-5-C1-11)と貼付し、リード線には、

φ 0.3 mm のポリウレタン加工の銅線を用いた。この 2 本の棒をエポキシ樹脂で接着して埋込棒とした。供試体は、枚令 2 日以降 28 日まで、20°C の水中で養生した。枚令 28 日の試験では、水中から取り出した直後、引抜試験を行ったが、枚令

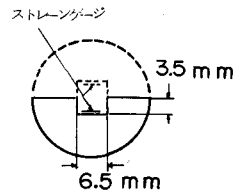
91 日の試験では、29 日以後 20°C の恒温室において試験日まで空中養生を行った。

5. 実験結果とその考察

A) 付着応力度の分布 アルミ合金および丸鋼とコンクリートとの付着応力度の分布の一例を図-2 に示す。これより引張力が小さいときの付着応力度の分布は、両者の間に大差はないが、引張力が大となり埋込棒とコンクリートとの間に、すべりが生ずると、この部分での付着応力度は、アルミ合金では、大きく低下する傾向があるが、丸鋼では、アルミ合金ほど低下せず、広い範囲にわたって比較的大きな付着応力を保つておけることがわかる。これは、アルミ合金は、その弾性係数が、鋼のそれよりも小さいことと、コンクリートとの付着機構が、鋼のものとは異なること、によるものと思われる。アルミ合金とコンクリートとの付着機構は、次のように考えられる。アルミ合金はセメントペーストと接すると、水素ガスを発生するので、接触面の近くのセメントペースト中には、

表-1 埋込棒の物理的性質

埋込棒の種類	丸 鋼	アル ミ 合 金	
		Z 5 C	61 S
引張強度 $\frac{kg}{mm^2}$	42.6	43.1	32.4
ヤング係数 $\frac{kg}{cm^2}$	$19.5 \times 10^8$	$7.8 \times 10^8$	$6.9 \times 10^8$



(図-1) 埋込棒の断面図

小さな気泡が多数含まれている。一方、アルミ合金の表面には、化学反応により、 $Ca_2Al_2O_5$ 、 $Al(OH)_3$  等が生じ、それらの結晶が、表面を覆っている。(図-3 参照)

いま、アルミ合金に引張力が作用すると、その表面の一部は、付着が破れて、スベリを生ずるが、大部分の表面は、生成物との付着が強いので、スベリを生ずることなく、接触面の外部の気泡の多く含まれているセメントペースト内で、せん断破壊が起り、スベリが生ずるものと思われる。図-3 に引抜試験供試体の接触面付近の破壊状態を示した。

丸鋼では、セメントペーストと鋼との接触面の、せん断による付着の破壊が

生じているが、アルミ合金では、その表面の大部分には、生成物とセメントペーストが付着している。このような付着機構によって、アルミ合金は粘りのない付着性状を示すものと思われる。

### B) アルミ合金とコンクリートとの化学反応生成物

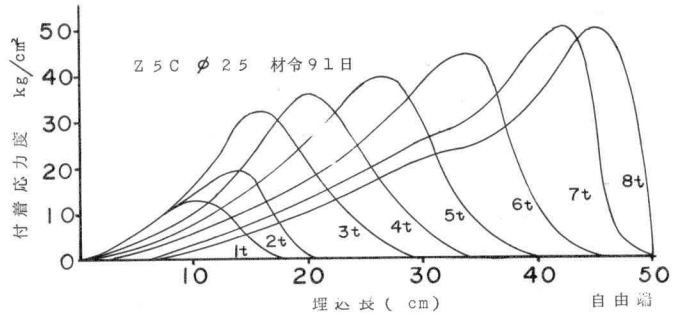
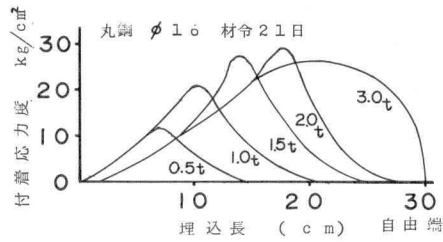
アルミニウムは、セメントペースト中の  $Ca(OH)_2$  と反応し、 $Ca_2Al_2O_5$  を生成するとともに水素ガスを発生する。引抜試験後のアルミ合金の表面に付着しているスケールを分析したところ、主な成分は、次のようであった。  
すなわち、Z5C について、 $Al(OH)_3$  ……70%、 $CaCO_3$  ……10%、 $SiO_2$  ……8%、等。  
スケールは、供試体破壊後 10 日余り経過したものであったので、 $CO_2$  の影響を受けているものと思われる。そこで空気に直接、接していないコンクリート中では、アルミ合金の表面には、 $Ca_2Al_2O_5$  と  $Al(OH)_3$  が共存しているものと思われる。

### C). 付着強度

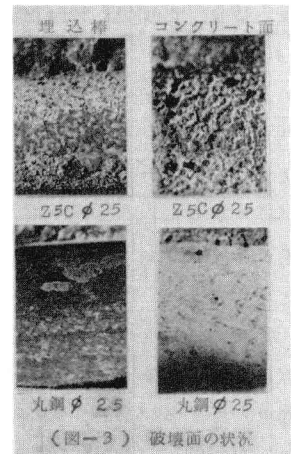
付着強度の試験結果を表-2 に示す。コンクリートとの付着は、61S は悪いが、Z5C は、埋込長が短く、枚令が 91 日の場合には、丸鋼と大差のない付着強度を有している。ただ、埋込長が長いときには、A) で述べたような付着機構と弾性係数の相違とから推定されるように、Z5C では付着強度が減少している。引張力が最大となるときの自由端の変位は、丸鋼では、 $5/100 \sim 15/100$  mm であるが、アルミ合金では、 $0.5/100$  mm 程度であり、これも両者の付着機構の相違を示しているものといえる。

以上の研究結果から、アルミ合金は、すべて、これをコンクリート中に埋込むと付着が悪いというのではなく、Z5C を使用すれば、埋込長が 15 cm 程度の場合には、丸鋼とほぼ等しい付着強度が得られることがわかった。しかし、抜けはじめると、付着応力度が丸鋼よりも減少するので、埋込長が長くなると、丸鋼よりも多少、付着力が減少することを考慮しなければならない。最後に本研究に対し、終始指導下さった水野俊一教授に深く感謝致します。

\*水野 玉井 前広 編本：アルミ合金とコンクリートとの付着強度に関する実験的研究、第 26 回年度学術講演会講演集、昭和 46 年 10 月。



(図-2) 付着応力度の分布



(図-3) 破壊面の状況

表-2 付着強度 (kg/cm²)

材質	埋込長 (cm)	付着強度 (kg/cm²)					
		50		30		15	
Z5C	25	24.6	29.9	27.5	39.2	31.4	51.3
	16	27.2	29.2	35.6	42.9	36.3	49.0
61S	25	8.9	14.8	7.8	15.5	7.3	16.2
丸鋼	25	27.7	34.6	32.1	46.4	38.7	50.7