

アルミニウム合金とコンクリートとの付着

近畿大学理工学部 正員 水野俊一

〇正員 佐野正典

正員 新名若水

1 まえがき

アルミ合金は、コンクリート中に埋め込まれると、化学反応によって水素ガスが発生し両者の付着が害される。しかし、合金の種類とその表面処理方法によっては鋼の場合よりも強い付着強度を示すので、付着機構と表面処理が付着強度に及ぼす影響を調べる実験を行ったので、ここに報告する。

2 使用材料

アルミ合金はKK神戸製鋼所製のZ5Cおよび61Sで、その物理的性質を表-1に示す。鉄筋は降伏応力度が29 kg/mm²のものを用いた。セメントは大塚セメント社製の普通ポルトランドセメントである。骨材は本津川産のもので、細骨材はF.M.が2.83、粗骨材は最大寸法が25mm F.M.が7.11のものである。コンクリートの配合はW/C = 45%、S/a = 41%で、スランプは約7cmである。養生は20°Cの水中で行った。

表-1 アルミ合金の物理的性質

合金の種類	引張強度	伸び	弾性係数
Z5C	43 kg/mm ²	13%	7.8×10^5 kg/cm ²
61S	32	26	7.0×10^5

3 アルミ合金とコンクリートとの付着機構

アルミ合金61Sをコンクリートに埋め込んで引抜試験(日本コンクリート工学協会の方法)を行ったのち、コンクリートを破壊して、埋込棒とコンクリートとの接触面を調べた。写真-1および写真-2に見られるように、付着の破壊は鋼の場合のように埋込棒の表面で起つておらず、合金を覆っているスケールの外側の気泡の多く含まれている層で起つてゐることがわかる。つぎにアルミ合金と標準モルタル(セメント強度試験用)とを接触させた場合の接触部の拡大写真を写真-3に示した。これらを観察した結果、水素ガスの気泡は合金表面に密着しているものは少く、大部分は合金面から0.3~1.0mm離れたところに多く分布していること、そして接触部には、化学反応による生成物が層をなして付着してゐることがわかった。これは、アルミ合金とコンクリートとの付着は、鋼の場合と異り、引抜試験において、スベリが始まると急激に引抜力が減少するとともに、付着応力度は円頭三角形に近い分布をなし、その山が引抜力の増大とともに自由端の方に移動してゆく性質を有する主な原因をなしているものと思われる。

4 アルミ合金の表面状態と付着強度

アルミ合金とコンクリートとの付着は、両者の化学反

写真-1 アルミ表面



写真-2 コンクリート面

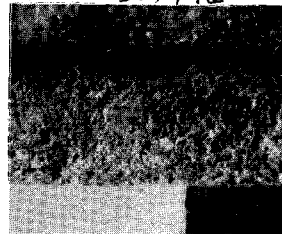


写真-3 アルミとモルタルの接触部



応の影響を大きく受けるので、合金表面の酸化状態を種々変えた場合の付着強度を調べた。

アルミ合金を細いサンドペーパー(NO.1500)で磨いたのち、屋外および屋内に所定の期間放置し、これを鉛直に立てて、直径15cm高さ15cmおよび30cmのコンクリート中に埋め込んだ。付着試験結果を表-2に示す。これから、アルミ合金は表面の自然酸化によって大幅に付着強度が増大することがわかった。

つぎに、人工的に酸化させる方法として、煮沸水道水に10分ないし60分間浸したものを、陽極酸化させたもの(H₂SO₄ 電解液と鉛使用のものA、および水酸化ナトリウムと硫酸亜鉛の溶液の混合電解液と18-8ステンレス使用のものBの2種)およびコンクリートに埋め込んで酸化させたものについて引張強度試験を行った。その結果を表-3に示す。水道水で60分間煮沸したり、陽極電解処理をして酸化皮膜をアルミ合金の表面に付着させると、気泡の発生が抑制され、コンクリートとの付着強度が増大するとともに、普通丸鋼の場合と同様に、付着に粘りが出てくることわかる。しかし、コンクリート中で酸化させたものを再使用すると、付着強度は大幅に増大し、普通丸鋼の約1.7倍となった。

5 アルミ合金に対する塗布と付着強度

アルミ合金にエポキシ樹脂(チバ社に依頼した特製のもの2種)を平均0.9mm厚に塗布してコンクリートを打ち込んだ場合の付着強度を表-4に示した。付着強度が非常に大になったものもあるが、大きくないものもあり、樹脂の選択が重要であることがわかる。なお、アスファルトを塗布したものは付着が弱く試験値が得られなかったため、アスファルト塗布はアルミの保護の効果は期待されない。

6 アルミ合金のコンクリート中における腐食

φ16のアルミ合金をコンクリート中に埋め込んで、6年間屋外に絶えず浸潤している状態で放置した場合のアルミ合金棒の強度が、埋め込まれていない部分の強度とくらべて、どの程度低下しているかを調べた。9個の試料の平均値で低下率は2.4%となっており、この低下を断面積の減少と仮定して平均腐食深さを求めてみると0.10mmとなった。腐食状態を写真-4に示したが、腐食は合金の種類によって異なっている。埋込棒が長年月にわたって水分の影響を受ける場合には腐食を考慮して多少太めの埋込棒を使用するのが望ましい。

以上のように、鋼とは全く異なるアルミ合金のコンクリートとの付着機構を明らかにし、良い付着をうるための条件を求めた。

表-2 自然酸化アルミ合金とコンクリートとの付着強度 kg/cm² (検査 28日)

暴露条件	埋込長さ cm	無処理	暴露期間 (週)			
			1	2	4	13
屋外	15	10	6 (0.3)	—	18 (0.3)	28 (1.0)
屋内	30		—	11 (0.4)	16 (1.3)	20 (2.0)

(1)内は最大引張力における自由端スベリ量(1/100mm)

表-3 人工酸化アルミ合金とコンクリートとの付着強度 kg/cm² 検査 28日 鉛直埋込長さ 30cm

普通丸鋼	Z5C 無処理	Z5C 煮沸	Z5C 電解	コンクリート埋込
32 (10)	10 (0.4)	20 (1.2)	37 (2.5)	25 (3.0)
				30 (4.1)
				55 (10)
				40 (2)

(1)内は最大引張力における自由端スベリ量(1/100mm)

表-4 エポキシ樹脂塗布アルミ合金棒の付着強度

(1)内は塗布しない場合の値を示す 検査 28日						
樹脂種類	埋込方向	埋込長さ (cm)	合金種	断面	自由端スベリ量 (1/100 mm)	付着強度 (kg/cm ²)
A	水平	15	6IS φ25	9×32	0.3(0.05)	62(22)
			A	9×32	0.3	39
B	鉛直	30	6IS φ25	1.3(1.3)	20(14)	

写真-4 アルミ合金の腐食

