

# アルミニウム粉末を使用した逆打ちコンクリート

## INVERTED CASTING METHOD OF CONCRETE WALL USING AL-FLAKE

高瀬三郎\*・田辺 清\*\*・松岡康訓\*\*\*

By Saburo TAKASE, Kiyoshi TANABE and Yasunori MATSUOKA

In the past, inversely casted concrete involved the problem of space between concrete blocks because of the settling of concrete.

Up to this time a variety of methods for eliminating space have been tried, they have never been satisfied for particularly a large massively reinforced concrete structure.

We introduce the inverted concrete casting method using Al-flake to eliminate joint space and to improve working efficiency.

This method mainly consists of the way to control aerating speed of Al-flake and to disperse it uniformly in concrete.

As a practical example, a case of large-scale LNG inground storage tank is introduced.

At the same time, effectiveness of the inverted casting concrete using Al-flake is improved by the actually surveyed data.

### まえがき

逆打ち工法は、上から下へ順次コンクリートを打ち継いでいく工法であるが、通常の順打ち工法とは異なり、打継部に空隙あるいは弱点部を生じやすい問題点があり、現状では、各現場、各構造物単位で個々に解決されているようである。

筆者らは、LNG 地下式貯槽の側壁部施工に際して、これら逆打ち工法の問題点を生じさせないために、コンクリートにアルミニウム粉末（以降 Al 粉末）を直接添加して、旧コンクリートに密着させる工法を開発した。

本論文は、その工法の背景となる技術の開発・研究の内容および Al 粉末を添加したコンクリート（以降 Al 混入コンクリート）の品質、そして最後に、実施例について述べる。

### 1. 逆打ち工法の打継部

逆打ちコンクリート打継部の処理方法は、図-1 に示

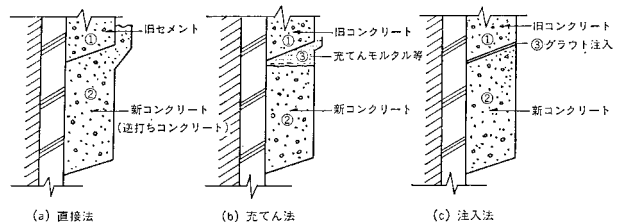


図-1 逆打ち工法

すように直接法、充填法、注入法の三方法に分類できる。現状ではこれら打継部に求められる性能は、通常行われている順打ちの打継部と同程度の性能の確保であると言えよう。一般的には、コンクリートは打設終了後のブリージングによって沈下するため、打継目に空隙が生じる。この沈下量はコンクリートの配合、使用材料、打設速度および温度等によっても異なる。また、同じくブリージングにより弱いレイタンス層が上部にでき、これが打継部の弱点となるケースも間々ある。このように、逆打ち工法ではコンクリート打設後のブリージングが問題であり、構造物の種類、要求性能に応じて前記三方法により、個々に解決が試みられているのが現状である。

### 2. 逆打ちコンクリートの膨張

地下式貯槽の側壁施工を対象として、従来の逆打ち工

\* 大成建設（株）横浜支店 東扇島作業所所長  
(〒201/神奈川県川崎市川崎区東扇島61番地)

\*\* 正会員 工修 同上 工事係長  
(同上)

\*\*\* 正会員 大成建設（株）技術研究所 主任研究員

法の打設部処理を考えた時、施工技術面および工程面より次の三点に問題点を残す事が考えられる。

- ① 空隙を充填する工法の信頼性
- ② 逆打ちコンクリートのレイタンス層の処理
- ③ 同上①,②にかかわる工程の確保

そこで筆者らは、地下式貯槽のような大規模な構造物の逆打ちコンクリートの打継部に空隙およびレイタンスを生じさせないことを理想とし、このためにまだ固まらないコンクリートを打込み終了後に膨張させ、ブリージング沈下を補償するばかりでなく、さらに旧コンクリート面に密着させるべく検討を始めた。

膨張させる方法としては、従来から多く用いられている Al 粉末に着目したが、これをコンクリートに直接添加するには次の2つの問題点を解決する事が最優先の課題と考えた。

- ① Al 粉末の発泡時間の制御：Al 粉末とコンクリート中の水酸化カルシウムの反応が、非常に鋭敏であるため、コンクリート運搬中あるいは打設中に膨張が生じてしまう。
- ② Al 粉末のコンクリート中への均一な分散：Al 粉末のコンクリート中への均一な分散混入が困難であり、しかも使用する Al 粉末量が微量である。

(1) Al 粉末の発泡時間の制御

Al 粉末によるコンクリートの膨張圧を旧コンクリート面に有効に作用させるためには、打設終了後に発泡が開始されなければならない。そのためには、Al 粉末の反応の開始を遅延させる必要がある。

筆者らは、Al 粉末に表面処理を加えることおよび Al 粉末反応調整剤を加えることで発泡の制御に成功した。

表面処理は、Al 粉末と水酸化カルシウムの反応開始時間を遅延させるために、Al 粉末の表面に被膜を形成させる処理である。

Al 粉末反応調整剤は、一般に使用されている凝結遅延剤で、これによってセメントペースト中の水酸化カルシウムの溶出が制御されるとともに、膨張の遅延に応じてコンクリートの凝結を遅らせることを目的とするものである。

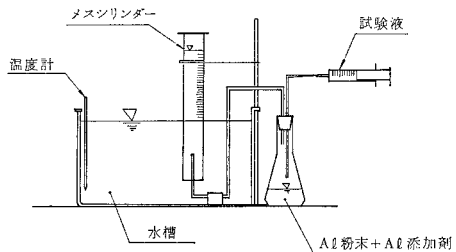


図-2 Al 粉末の発泡性状試験装置

a) Al 粉末の発泡性状

Al 粉末の表面処理の程度の違いによる発泡性状を調べるため、図-2 に示す装置により水素ガスの発生開始時間を測定した。

試験は、試料として 10 種類の表面処理を施した Al 粉末および反応調整剤を入れた容器に、試薬として水酸化カルシウム溶液を使い水素発生開始時間により遅延効果を調べた。

その結果の一例を 図-3 に示す。図中の No. 1 は未処理の Al 粉末であり、No. 2~10 は、表面処理の程度

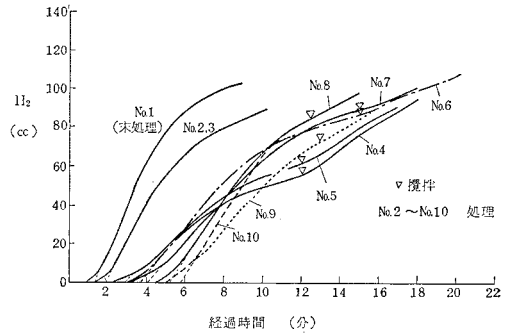


図-3 表面処理と発泡開始時間 (20°C)

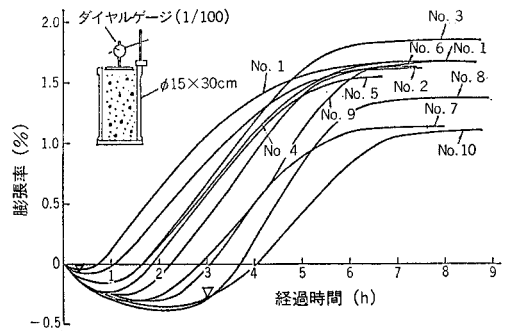


図-4 Al 混入コンクリートの膨張量 (20°C)

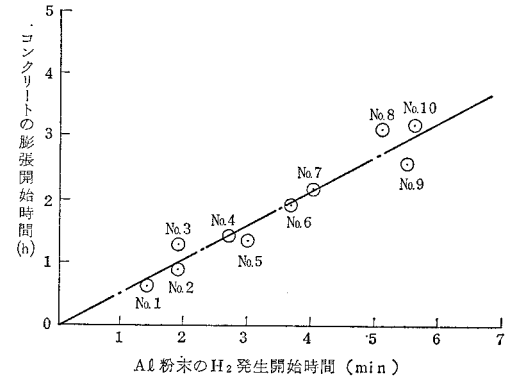


図-5 Al 粉末の H<sub>2</sub> 発生開始時間とコンクリートの膨張開始時間の関係 (20°C)

を変えた Al 粉末である。この結果に示すように、表面処理を行った Al 粉末では、水素ガスの発生開始時間および反応速度ともに遅延しており、発泡制御が可能であることが判明した。

**b) まだ固まらないコンクリートの膨張性状**

表面処理をした Al 粉末をコンクリートに添加した場合の試験結果を図-4 に示す。使用セメントは高炉セメント (B種) で、配合は表-3 と同一である。コンクリートの沈下、膨張量の測定はコンクリート供試体 (φ15×30 cm) の上面に穴あきのプラスチック製沈下板 (φ10 cm) をセットして、ダイヤルゲージにて行った。図中の配合 No. は、図-3 の No. と同一である。この結果に示すように、No. 1 の未処理の Al 粉末を混入したコンクリートの膨張が 15 分ほどで始まるのに対し、No. 2 以降の表面処理をした Al 粉末を添加した場合、見掛けの膨張開始時間は最長 3 時間まで遅延している。この Al 混入コンクリートの膨張開始時間と Al 粉末の H<sub>2</sub> 発生開始時間を求めると図-5 のようになり両者の相関性は高い。また、Al 粉末は、同一製品であってもその性状にばらつきがあるが、図-2 に示した簡易試験法により

事前にその発泡性状を確認することができ、使用目的に応じて再処理することが可能である。

**(2) Al 粉末のコンクリート中への均一な分散**

通常 Al 粉末のコンクリートへの分散混入は非常に困難であるうえ、その添加量は一般に 100 gr/m<sup>3</sup> 以下という微量であるため、大量の生コンクリート中への Al 粉末の混入練り混ぜは従来その例を見なかった。これを解決する方法として、図-6 に示す Al 粉末を均一に懸濁させた液体として添加する方法を考案した。すなわち、Al 粉末を表面活性剤により液状化し、さらに分散効果を高めるために流動化剤を加えて希釈した Al 懸濁液を作製した。この Al 懸濁液を高速回転させたアジテーターカーに直接少量ずつ投入して生コンクリート中への均一な分散添加を試みた。

コンクリート中への Al 粉末の均一な分散の確認のため、5.5 m<sup>3</sup> のコンクリートに流動化剤と Al 懸濁液を添加し、その結果を図-7 に示した。図-7 は 5.5 m<sup>3</sup> 積載のアジテーターカーの生コンクリートに Al 懸濁液を添加した後、1 m<sup>3</sup> ごとに時間を置いて計 5 回 (ST-2~6) 生コンクリートを採取してその膨張量の経時変化を測定した結果である。なお、反応調整剤は、あらかじめ生コンクリートに添加した。図よりアジテーターカーの中のどの部分から取った生コンクリートも、膨張開始時間および膨張量がほぼ同じであることから Al 粉末の均一な分散効果が確認された。

この結果に示すように、少量の Al 粉末を大量の生コンクリート中に均一に分散させる問題は Al 粉末を液状にして流動化剤で希釈することにより、解決された。

**3. Al 混入コンクリートの品質**

**(1) 圧縮強度**

高炉セメント (B種) を用いた場合の圧縮強度とセメント水比の関係を図-8 に示す。なお、Al 混入コンクリートの標準供試体は、拘束力 3.1 t/m<sup>2</sup> のもとで作製したものである。図に示すように、このように膨張を拘束した場合の Al 混入コンクリートの圧縮強度は Al 粉末を添加しないベースコンクリートと比較して同等であるといえる。また、図-9 は、ベースコンクリートと 3 種類の拘束力で拘束した Al 混入コンクリートの標準供試体 (φ10×20 cm) の圧縮強度である。この結果によると、Al 混入コンクリートの圧縮強度は、拘束力が 0.8 t/m<sup>2</sup> 以上であれば拘束力の違いによる強度差はほとんどない。

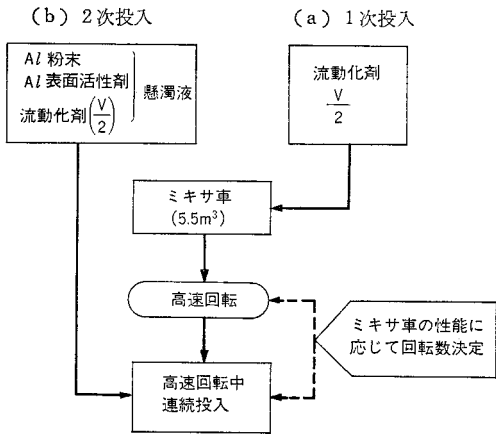


図-6 Al 粉末の投入方法

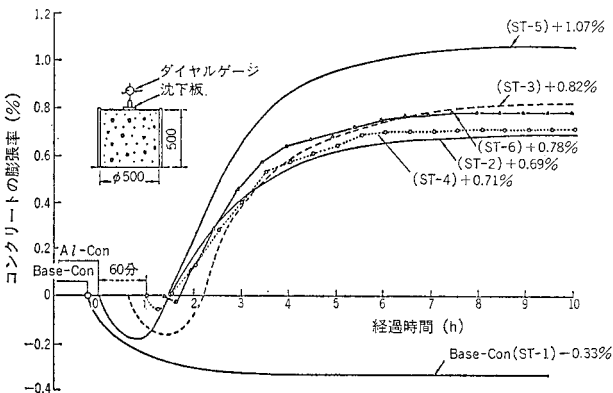


図-7 Al 粉末の分散性試験結果

図-10 は、型枠内にベースコンクリートおよび AI 混入コンクリートを打設した模型試験体(0.45×0.4×1.5m)から採取したコア強度である。なお、AI 混入コンクリートを使用したものは、上部フリーと拘束の2種類である。図より、AI 混入コンクリートの膨張を拘束しない自由試験体の上段が最も低いが、その強度低下率はベースコンクリートの上段強度の約3%程度である。一方、膨張を拘束した AI 混入試験体の場合、上段のコア強度はベースコンクリートの上、中段のコア強度よりも大きい。また、弾性係数、ポアソン比についても調べたが AI 混入の影響は見受けられなかった。図-11 は、AI 混入コンクリートとベースコンクリートの打継高さ比および打継時間を変えた場合の圧縮強度試験結果(拘束圧0.9t/m<sup>2</sup>)であるが、AI 混入コンクリートの比率が大きいほど圧縮強度は大きくなる傾向にある。

(2) 気泡組織

AI 粉末の反応によって生成される気泡組織を調べるため、硬化コンクリートの空気量、比表面積、気泡間隔係数、気泡の粒径分布および総個数の測定を行った。測定結果は、表-1 に示すとおりであり、硬化コンクリー

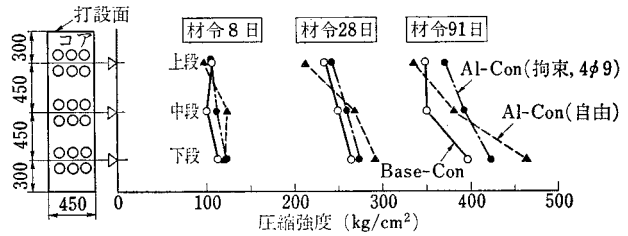


図-10 模型試験体の圧縮強度

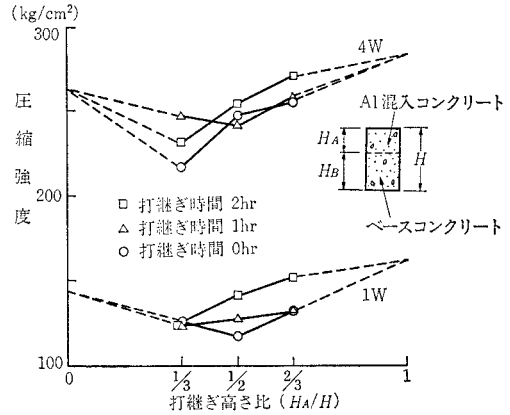


図-11 AI 混入コンクリート (C×0.02%) の打継ぎ強度

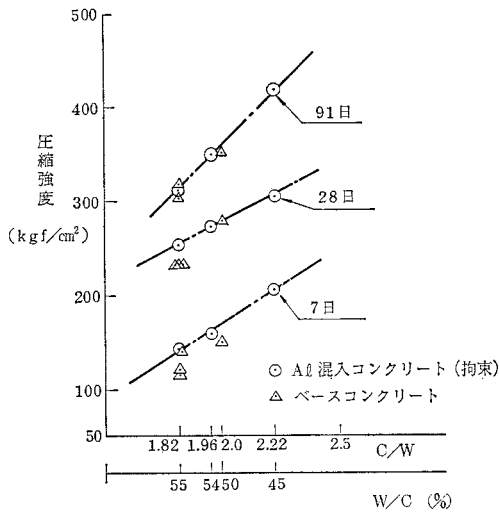


図-8 AI 混入コンクリートの圧縮強度と C/W の関係

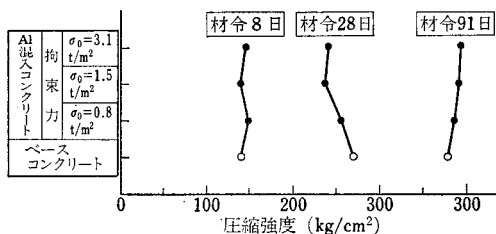


図-9 拘束力と圧縮強度

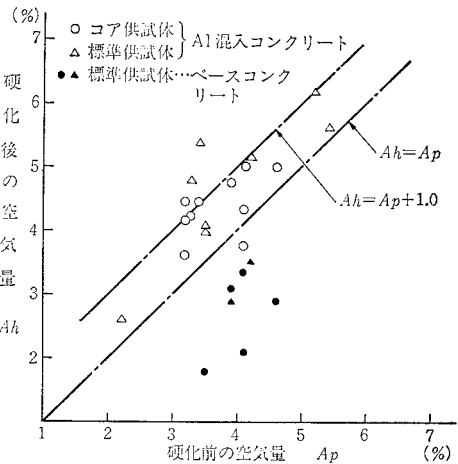


図-12 AI 混入コンクリートの硬化後の空気量測定結果

トの空気量は AI 混入コンクリートのほうがベースコンクリートに比べて大きい。気泡の比表面積については、AI 粉末を混入した場合に若干小さく、したがって気泡間隔係数も僅かではあるが低下している。気泡の総個数は、AI 混入コンクリートのほうがベースコンクリートと比較すると相当多い。

図-12 は、練り混ぜ直後の空気量と供試体 およびコ

表-1 AI 混入コンクリートの気泡組織試験結果 (20°C)

種別	配合					練り上がりコンクリート	硬化コンクリートの気泡組織								
	単位セメント量 C(kg/m³)	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	遅延型防水剤(AE剤入り)C×0.25% (kg/m³)	スランプ (cm)		空気量 (%)	空気量 (%)	比表面積 (cm²/g)	気泡間隔係数 (µm)	気泡粒径分布 (µ/cm³)				
											<50µ	50-100µ	100-150µ	150-200µ	200µ<
ベースコンクリート	282	51	43	0.705	7.0	3.3	3.32	247	220	1980	7640	3390	880	620	14510
							4.30	224	216	1990	5600	5070	1190	910	14760
AI混入コンクリート	228	51	43	0.705	15.6	3.3	4.73	218	208	3390	8510	6950	1580	830	21260
							5.37	198	224	3370	6440	6580	1630	1100	19120

表-2 各供試体の諸要因および試験結果

供試体 No.	スタールップの有無	打継角度	打継間隔	注1) AIコンクリートの膨張量	養生方法	後打ちコンクリート種類	注2) 試験時コンクリート強度		注3) ひびわれ荷重 (t)	ひびわれ荷重時せん断応力度 (kg/cm²)	破壊荷重 (t)	破壊荷重時せん断応力度 (kg/cm²)	供試体概要
							先打ち (kg/cm²)	後打ち (kg/cm²)					
1	無	15°	28日	—	湿潤養生	普通コンクリート(順打ち)	311 32.0	256 29.2	6.40	25.0	15.94	62.3	
2	無	15°	28日	2% (2.48)	湿潤養生	AIコンクリート	311 32.0	253 27.4	6.86	26.8	12.42	48.5	
3	有	15°	28日	2% (2.48)	湿潤養生	AIコンクリート	311 32.0	253 27.4	10.00	39.1	21.50	84.0	

注1) 括弧内の値は AIコンクリートの実際の測定結果である。  
 注2) コンクリート強度の上段は圧縮強度、下段は引張強度である。  
 注3) ひびわれ荷重は目視による。

アの硬化後の空気量を比較した結果である。これによると、硬化後の空気量はベースコンクリートでは減少しているのに対し、AI 混入コンクリートでは、逆に膨張量に近い量だけ増加している。以上の試験結果をまとめると、AI 混入コンクリートはベースコンクリートと比較して、安定した気泡が連行される傾向にあり、凍結融解に対する抵抗性が增大していることが考えられる。また、実際に表-1の配合のAI 混入コンクリートからAE 剤を抜くと練り上がり時空気量は、2.2%であり、このコンクリートについて凍結融解試験を実施した結果<sup>1)</sup>、耐久性指数は82%であり、凍結融解に対する抵抗性の増大も認められた。

(3) 打継部の一体性

AI 混入コンクリートで打ち継いだ逆打ちコンクリートの打継部の一体性を調べるため、せん断試験<sup>8),9)</sup>を実施した。

逆打ち工法により作製した供試体の形状、寸法および荷重方法を図-13に、試験結果を表-2に示す。AI 混入コンクリートで逆打ちした供試体のひび割れ強度は順打ち供試体とほぼ同等である。

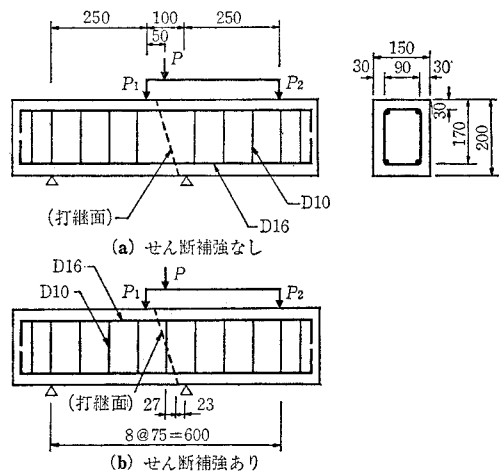


図-13 供試体の配筋状況および試験方法

(4) 打継目の水密性

LNG 地下式貯槽の側壁の1リフトの1/2 模型試験体 (H2.9m×B1.2m×D0.75m) を逆打ち工法で作製し、材令28日で打継目の透水試験を実施した。試験は、図-14

に示すように、打継目下端中央部に設置した加圧装置により行った。普通コンクリートでは、打継目が 3mm 程度開いていたこともあって 2 kg/cm<sup>2</sup> 加圧直後に漏水したが、AI 混入コンクリートで打ち継いだ試験体の場合、5 kg/cm<sup>2</sup>、5 日間の加圧に対して漏水が認められなかった。加圧試験終了後打継目のコアを採取して状況を観察したところ、AI 混入コンクリート供試体の打継目は密着し、一体化していることが確認された。

(5) 膨張圧

AI 混入コンクリートを逆打ち工法に用いる基本は、AI 粉末の発泡によって膨張圧を利用することを目的としている。そこで、膨張圧を定量化するために種々の方法<sup>1)6)</sup>により膨張圧を測定した。試験結果の一例は 図-15 に示すとおりであり通常の使用範囲 (膨張率 1.5~2.5%) での膨張圧の上限は 1.5 t/m<sup>2</sup> となった。

また、膨張圧に対するベースコンクリートと AI 混入コンクリートの打継ぎの影響を、打継時間および打継ぎ高さ比を要因として検討した。図-16 に試験結果を示す。図より、ベースコンクリート ( $H_B$ ) に AI 混入コンクリート ( $H_A$ ) を打ち継ぐ場合、AI 混入コンクリートの比率が大きいくほど膨張圧は大きくなっている。特に連続して打ち継ぐ場合にその傾向は顕著で、全高を AI 混入コンクリートにした場合は、膨張圧は打継高さ比  $H_B/H_A=1.0$  の時の約 6 倍に、また、逆に AI 混入コンクリートの比が少ない  $H_B/H_A=2.0$  の時はほとんど 0 に近く AI 混入コンクリートの膨張効果が期待できない。一方打継時間が 1 時間と 2 時間では、時間差による膨張圧の差はほとんどなく、打継ぎ高さ比の影響も鈍感になっている。

これは、普通コンクリートのブリージング沈下が 図-4 に示したようにほぼ 1 時間でその大半を終了するた

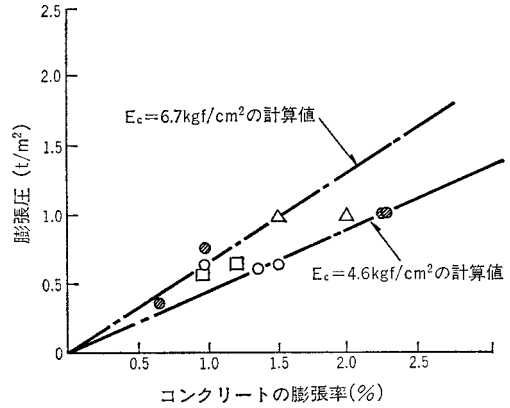


図-15 AI 混入コンクリートの膨張圧

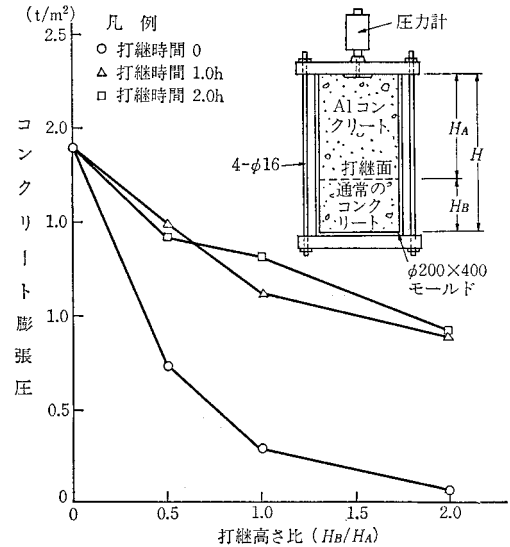


図-16 AI 混入コンクリートの打継高さ比と膨張圧 (完全拘束)

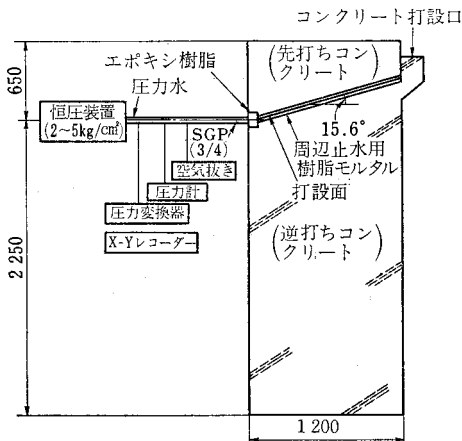


図-14 透水試験要領

めと考えられる。したがって、連続打設をする場合には打継ぎ高さ比を 1/2 以下、すなわち、AI 混入コンクリートの全高に対する比率を 2/3 以上とし、また、この比率が 2/3 以下の場合には、打継時間を 1 時間程度とすることが必要である。

以上より、大規模な構造物では全高に AI 混入コンクリートを用いず、ベースコンクリートを打設後 1 時間程度の打継時間を取り、その上部にのみ用いる事が効率的であろう。

4. LNG 地下式貯槽における実施例

AI 粉末を使用した逆打ち工法を採用した大規模な実施例として、LNG 地下式貯槽の側壁工事について述べ

る。

この貯槽の側壁部は、厚さ 2.5m, 全高 36.5m の逆打ちコンクリート工法で施工され、そのロット割りは、**図-17** に示すように 1ロット 4.5m とした。

(1) AI 混入コンクリート工

a) コンクリートの配合と仕様

コンクリートの設計基準強度は、材令 91 日で  $\sigma_{ck} = 300 \text{ kg/cm}^2$  である。その配合を **表-3** に示す。

なお、AI 混入コンクリートの仕様については、膨張量 1.5%、膨張開始時間を AI 粉末添加後 2.5 時間とした。

b) AI 混入コンクリート高さ

生コンプラントの供給能力は、平均  $250 \text{ m}^3/\text{h}$  であり、AI 混入コンクリートの打込みは発泡開始時間 2.5 時間以内に打設完了することをめどに  $500 \text{ m}^3$  とした。これは、逆打ち部 4.5m 分のうち上部 1.5m に相当する。

なお、膨張量は、ベースコンクリート 3m 分の沈下量および AI 混入コンクリート部の沈下量を合わせて最大 0.5% と考え、最終的に 1% の膨張量を確保するよう 1.5% を目標にした。

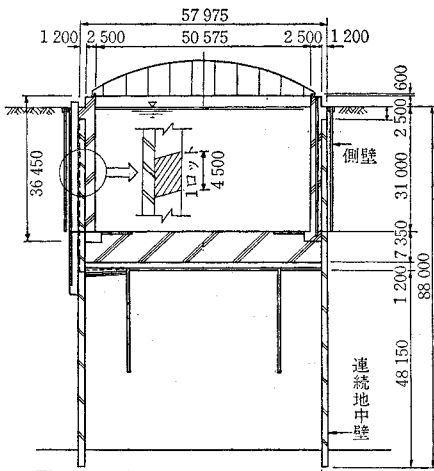


図-17 LNG 地下式貯槽一般構造図

c) 型枠の設計

側壁部の型枠は、底部型枠と側部型枠の 2 種類を使用した。

底部の型枠については、AI 混入コンクリートの膨張を拘束する要因は少ないため 4.5m 分のコンクリートの自重のみを考えて設計し、膨張圧については特に考慮しなかった。

側部の型枠については、AI 混入コンクリートの拘束条件を左右するものと考え、打設コンクリート圧に膨張圧を加えて最大変位量を 3mm 以下に押えるように設計した。

d) AI 混入コンクリートの施工

① AI 懸濁液の作製：逆打ち部打設の施工当日、現場の AI 投入プラントで、AI 粉末、表面活性剤および流動化剤を混合し、AI 懸濁液を作製した。なお、反応調整剤については、一般に使用されている凝結遅延剤であるのであらかじめ生コンプラントにてベースコンクリートに入れた。

② AI 混入コンクリートの製造：現場に設置した

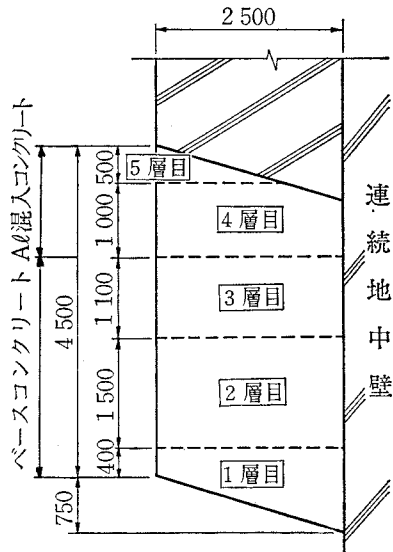


図-18 側壁逆打ち部コンクリート打設順序図

表-3 コンクリートの配合および試験結果

コンクリートの種別	水セメント比 W/C (%)	細骨材率 s/a (%)	単 位 量 (kg/m³)										練り上がり時性質			
			水 W	セメント C	細骨材 S		粗骨材 G		遅延型 減水剤 (AE 剤入) (C× 0.25%)	AI 粉末 (C× 0.013%)	AI 添加剤 (C× 0.17%)	流動化剤 (C× 0.6%)	スランプ (cm³)	空気量 (%)	容 重 (kg/l)	温度 (°C)
					台湾	千葉	台湾	奥多摩								
ベース コンクリート	51	44.5	142	278	390	464	754	323	0.705	—	—	—	11.5	4.2	2.357	18.0
AI 混入 コンクリート	51	46.5	144	282	395	483	724	310	0.705	0.037	0.479	1.692	11.0 (18.1)	4.1 (3.2)	2.360 (2.386)	18.2 (18.2)

注：( ) 内流動化後

AI 投入プラントにて、アジテーターカーを高速回転させ、AI 懸濁液を直接コンクリートに混合し、AI 混入コンクリートとした。

③ 側壁への打設：図-18 に、側壁逆打ち部のコンクリート打設順序図を示す。

e) 品質管理

AI 混入コンクリートの品質管理は、

- ① AI 懸濁液の配合の管理、
- ② AI 混入コンクリート自体の通常の管理、

を行った。

AI 懸濁液の配合は、打設前日に実際に使用する AI 粉末およびセメントを用いて、膨張量と発泡開始時間の確認を行い決定した。

また、打設当日、現場で作製した AI 懸濁液中の AI 粉末の量を簡易試験装置を用いて、AI の発泡開始時間および最終発泡量を調べるにより管理した。

AI 混入コンクリート自体の品質管理は、スランプ、空気量については、通常の方法と同一であるが、圧縮強度については供試体上にキャッピング用ガラスおよび鉄板を載せて 0.9 t/m<sup>2</sup> の拘束力を与えて養生した。

(2) AI 混入部の計測結果

a) 膨張圧

図-19 に、実際の地下タンクの側壁打設時の型枠セパレーターの応力の経時変化を示す。

AI 混入コンクリート打設終了からのセパレーターの応力は、ベースコンクリート中に位置する中段、下段セパレーターについては、コンクリートの硬化に従って、次第に引張応力が減少している。一方、AI 粉末混入部

に位置しているセパレーターは、打設終了後1時間程度から引張応力が増加し始め、4時間で最大となり、その後はベースコンクリート中のセパレーター応力と同様に減少している。打設終了後の応力の増加を側圧に換算すると 0.9 t/m<sup>2</sup> となる。

b) 強度

側壁コンクリートの強度については、供試体試験と現場でのシュミットハンマー試験により確認した。

図-20 および 図-21 に試験結果の一例を示す。これらの結果によると、AI 混入部のコンクリート強度はベースコンクリート部に比較して、供試体で 3% 程度低下しているが、拘束力を増せばこの差はさらに縮まるであろう。また、シュミットハンマーで 7% 程度低下しているが、試験位置の高さによる変化(図-21 参照)および現実の型枠の拘束力のばらつきに起因するものと思われる。

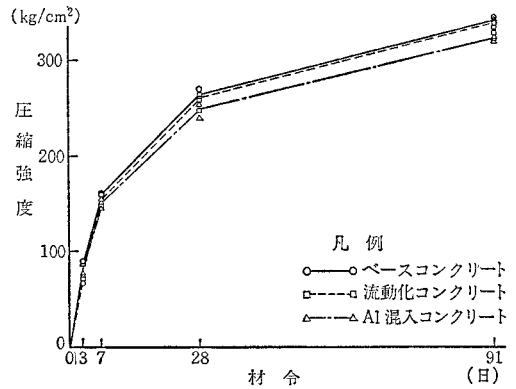


図-20 材令と圧縮強度(側壁第 2, 3, 4 ロット)

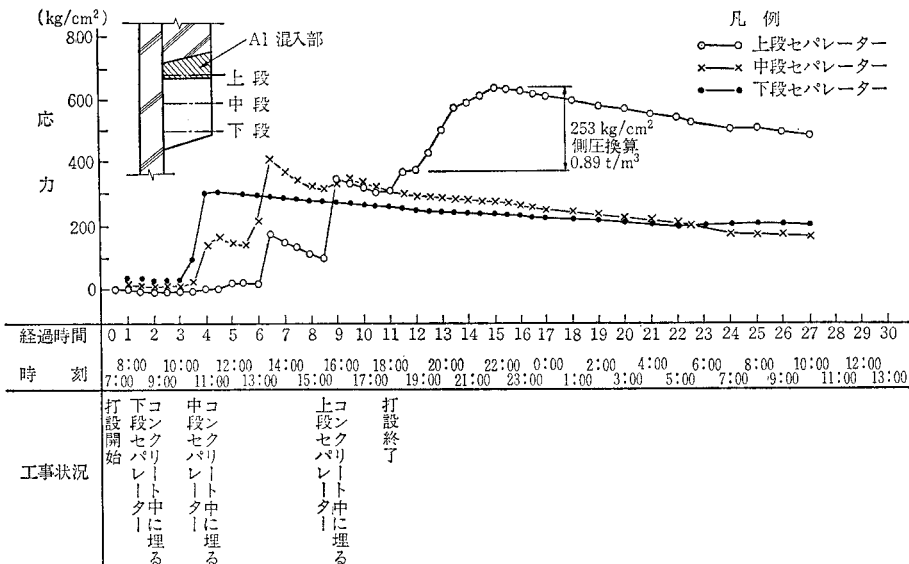


図-19 セパレータ応力(側壁第3ロット)



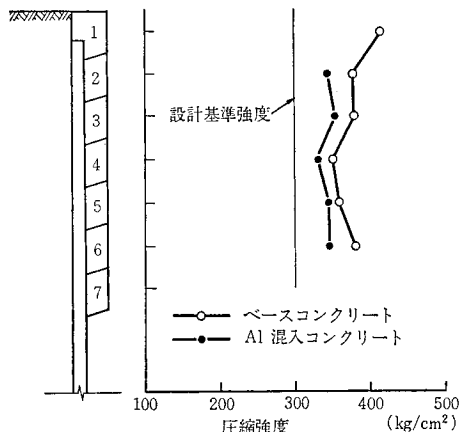


図-21 シュミットハンマーによる側壁コンクリートの圧縮強度

あとがき

LNG 地下式貯槽の逆打ちコンクリートを直接法で施工するため、Al 粉末の発泡制御技術を開発し液状とすることにより大量のコンクリートへの添加を可能にした。

この技術は、単に逆打ち工法だけでなく、PC グラウト、プレパックドコンクリート用注入モルタル等セメント系材料への利用に適していると考えられる。

LNG 地下式貯槽以外の実施例としては、トンネルのアーチリブスプリンキングおよび立体交差ボックスカルバートの逆打ちコンクリート、原子力発電所開口部閉塞

コンクリート、導水管背面充填コンクリート、各種立坑コンクリート等があり、現在までの土木・建築を合わせた使用実績は、1.5 万 m³ である。また、PC グラウト、プレパックドコンクリート等の注入材料への使用実績は 9 000 m³ である。

参考文献

- 1) 松岡康訓・金子誠二・田沢栄一・田辺 清：アルミニウム粉末の発泡を御御した逆打ち工法，大成建設技術研究所報 14 号，昭和 56 年。
- 2) 松岡康訓・金子誠二・田辺 清：Al 粉末の発泡を制御した逆打ち工法，土木学会第 36 回年次学術講演会講演概要集，昭和 56 年 10 月。
- 3) 田沢栄一・田辺 清・松岡康訓：東扇島 LNG 地下式貯槽の施工，コンクリート工学，Vol. 20, No. 4, 1982 年 4 月。
- 4) 松岡康訓・金子誠二・田沢栄一：アルミニウム粉末の発泡を制御したプレパックドコンクリートの研究，土木学会第 37 回年次学術講演会講演概要集，昭和 57 年 10 月。
- 5) 児玉和巳・中川 修・古沢孝男・大内千彦・太田 晃：アルミニウム粉末の発泡を制御したプレパックドコンクリートに関する基礎研究（その 1），日曹マスタービルダーズ研究所報，No. 5, 1982 年。
- 6) 松岡康訓・宇治公隆：アルミニウム粉末の発泡を制御した逆打ちコンクリートの膨張圧，土木学会第 38 回年次学術講演会講演概要集，昭和 58 年 9 月。
- 7) 田辺 清・星野昌史・橋本道夫：Al 粉末の発泡を制御した PC グラウト注入工法，土木学会第 38 回年次学術講演会講演概要集，昭和 58 年 9 月。
- 8) 松岡康訓・宇治公隆：Al 粉末を使用して一体化した逆打ちコンクリートの打継部せん断挙動，第 5 回コンクリート工学年次講演会講演論文集，1983 年。
- 9) 宇治公隆・松岡康訓：Al 粉末を混入したコンクリートで一体化した逆打ちコンクリートの打継部せん断挙動，大成建設技術研究所報，第 16 号，昭和 58 年。

(1984.12.15・受付)

●ご案内●

土木学会論文集編集委員会第IV小委員会

『土木学会論文集・第 VI 部門』は年 2 回（3 月，9 月）の発行です。

別掲の投稿要項等をご覧のうえ，多数の論文をお寄せ下さい。

なお，不詳点等は事務局編集課（電話 03-355-3441 番，内線 156）あてお願いします。

# 住みよい国造りに活躍する 建設七社



熊  
谷  
組



佐  
藤  
工  
業



鉄  
建  
建  
設



飛  
島  
建  
設



西  
松  
建  
設



間  
組



前  
田  
建  
設