

## 16. 高炉セメントに対する AE 剤の効果について

室蘭開発建設部 小林 繁

一般的に良いコンクリートを作るには、使用水量を最小限度に止める事が根本的要点である。固つたコンクリートの望ましい性質は使用水量の減少により増加するが、その反面、固まらないコンクリートのウオーカビリティーを悪くして、工事そのものの施工を困難にする。この問題を解決する手段として、AE 剤を使用する事はかなり効果的である。特に本道の如き寒冷地におけるコンクリートの施工に当つては、施工時の使用水量を制限したり、激しい凍結融解に対する抵抗度を高めるために、本剤の使用は真に有意義であると思われる。

最近本道の土木工事における、高炉セメントの使用が一般化されて来たが、当建設部においてもこれを使用するに先立ち、AE 剤の効果が、普通セメントと同様に得られるかについて実験した。以下はこの課題に対する実験の結果と、これに基づいて得られた結論である。

### 1. 供試体について

コンクリートの材料

(1) セメント セメントは、高炉セメントとして富士高炉セメント (比重 3.05 で水滓分 40%)、富士早強高炉セメント (比重 3.08 で水滓分 30%) の 2 種。普通セメントとしては、日本セメント上磯工場製のアサノポルトランド (比重 3.16)、一種を代表として使用した。なおこれらは全部市販品を使用した。これらのセメント試験結果は全部規格内であつたが、これについては制限字数上省略する。

(2) 砂 砂は幌別川の砂で比重は 2.63、吸水率は 1.1%、粗粒率は 3.05 であつた。

表 16—1 骨材の粒度組成  
用いた砂の粒度

フルイ目の開き mm	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
フルイに残る百分率	0	22	43	61	80	99

用いた砂利の粒度

フルイ目の開き mm	40	30	25	20	15	10	5
フルイに残る百分率	0	0	4	27	64	85	100

フルイに残る百分率は累計数による。

(3) 砂利 砂利は鶴川砂利で、比重は 2.69、吸水率は 1.0%、粗粒率は 7.12 であつた。

(4) AE 剤 ビンゾールは溶液になつたものを購入し原液のまま使用した。

ダレックスは原液のまま使用した。

ポゾリスは、No. 5 A を 25% 水溶液にして用いた。

なお No.5 は一般工事で、No. 5A はこれより更に空気量 0.3~1.0% を上廻らせる能力があるとされている。

コンクリート

(1) 配合 実験に用いたコンクリートの配合は表16-2に示すとおりである。このほかに空気量・スランプのみを試験するため、AE剤のみ倍量にしたものがあつた。

表 16-2 各種コンクリート配合表

配合番号	セメント種類	スランプ (cm)	水セメント比 (%)	セメント使用量	使用水量	AE 剤使用量 (cc/m <sup>3</sup> )	空気量 (%)	G/S	全骨材重量 (kg)	圧縮強度 (kg/cm <sup>2</sup> )				
										$\sigma_{75}$	$\sigma_{720}$	$\sigma_{285}$	$\sigma_{2820}$	
1	高 強 高 早	8.7	47.8	332	157	—	1.1	1.66	1,998	147	229	240	345	
2	高 強 高 早	8.3	49.6	320	159	—	1.0	1.67	1,985	175	259	266	407	
3	アサノポルト	8.0	48.9	320	156	—	1.2	1.67	1,982	148	239	279	368	
4	高 強 高 早	8.9	38.4	331	127	ポゾリス	6,600	3.3	1.67	2,046	156	257	259	347
5	高 強 高 早	8.4	41.8	328	137	〃	6,560	3.5	1.68	2,028	123	232	284	438
6	アサノポルト	9.6	40.5	331	134	〃	6,600	4.8	1.67	2,046	164	251	282	372
7	高 強 高 早	10.8	47.0	309	145	ビンゾール	150	5.5	1.90	2,000	—	—	191	312
8	高 強 高 早	9.8	44.2	312	130	〃	150	5.4	1.90	2,014	—	—	250	357
9	アサノポルト	10.9	42.4	314	133	〃	150	7.2	1.90	2,032	—	—	171	269
10	高 強 高 早	9.4	44.2	312	138	ダレックス	120	3.0	1.90	2,015	138	224	222	332
11	高 強 高 早	10.4	45.5	310	142	〃	120	4.0	1.90	2,002	161	245	231	308
12	アサノポルト	9.4	42.6	312	133	〃	120	5.8	1.90	2,030	152	236	224	315
13	高 強 高 早	0.2	53	240	127	—	—	1.0	1.67	2,118	60	101	—	—
14	〃	0.6	53	240	139	—	—	1.2	1.67	2,087	59	92	—	—
15	〃	0.2	53	320	138	—	—	1.0	1.67	2,021	91	185	—	—
16	〃	7.6	48	320	154	—	—	1.5	1.67	1,978	88	165	—	—
17	〃	11.1	53	320	170	—	—	1.7	1.67	1,936	101	177	—	—
18	アサノポルト	0.6	53	240	127	—	—	1.4	1.67	2,122	75	113	—	—
19	〃	0.8	53	240	139	—	—	1.7	1.67	2,094	86	132	—	—
20	〃	0.5	43	320	138	—	—	1.9	1.67	2,029	140	245	—	—
21	〃	5.2	48	320	154	—	—	2.0	1.67	1,986	144	242	—	—
22	〃	9.7	53	320	170	—	—	1.4	1.67	1,943	136	248	—	—
23	高 強 高 早	0.2	53	240	127	ダレックス	120	2.0	1.67	2,121	—	224	—	—
24	〃	2.7	53	240	127	〃	75	2.7	1.95	2,121	—	193	—	—
25	〃	6.0	53	240	127	〃	150	3.3	1.95	2,121	—	159	—	—
26	〃	1.4	53	240	127	ポゾリス	4,800	2.7	1.95	2,121	—	195	—	—
27	〃	4.5	53	240	127	〃	9,600	3.5	1.95	2,121	—	141	—	—
28	〃	8.7	43	320	138	ダレックス	50	2.6	1.95	2,021	127	135	—	—
29	〃	9.7	43	320	138	〃	100	3.4	1.95	2,021	124	132	—	—
30	〃	13.2	43	320	138	〃	200	5.4	1.95	2,021	85	131	—	—
31	〃	9.0	43	320	138	ポゾリス	6,400	5.0	1.95	2,021	104	105	—	—
32	〃	16.2	43	320	138	〃	12,800	6.8	1.95	2,021	93	148	—	—
33	アサノポルト	2.3	53	240	127	ダレックス	75	2.5	1.95	2,127	—	171	—	—
34	〃	7.8	53	240	127	〃	150	4.4	1.95	2,127	—	160	—	—
35	〃	8.5	53	240	127	ポゾリス	4,800	3.0	1.95	2,127	—	154	—	—
36	〃	20.0	53	240	127	〃	9,600	4.5	1.95	2,127	—	144	—	—
37	〃	16.0	43	320	138	ダレックス	100	5.0	1.95	2,030	115	132	—	—
38	〃	19.9	43	320	138	〃	200	6.0	1.95	2,030	97	154	—	—
39	〃	16.6	43	320	138	ポゾリス	6,400	5.5	1.95	2,030	109	162	—	—
40	〃	20.0	43	320	138	〃	12,800	8.5	1.95	2,030	84	137	—	—
41	高 強 高 早	10.8	43	320	138	ダレックス	100	3.1	1.95	2,024	—	198	—	—
42	〃	16.0	43	320	138	ポゾリス	6,400	6.0	1.95	2,024	—	191	—	—
43	〃	6.6	53	240	127	ダレックス	75	3.6	1.95	2,124	—	194	—	—

発生空気量によるコンクリート体積増加に対し各使用材料の量は補正してない。

- 註 1. セメント使用量はコンクリート1m<sup>3</sup>に対するセメント重量 kg/m<sup>3</sup>  
 2. 使用水量はコンクリート1m<sup>3</sup>に対する水の重量で kg/m<sup>3</sup>  
 3. AE 剤使用中ポゾリスは、ポゾリス No. 5 A で25% 水溶液、他は原液の容積  
 4. G/S=粗細骨材重量比  
 5. 全骨材重量はコンクリート1m<sup>3</sup>中の粗細骨材で表面乾燥状態時  
 6.  $\sigma_7$ は材令7日  $\sigma_{28}$ は材令28日、その後の数字の5は低温養生、20は標準養生の意味

(2) 練り混ぜとまだ固まらないコンクリートの試験 練り混ぜは、バレル型2切可傾式ミキサーで全材料投入後、配合1~12番までは5分間、他は3分間練り混ぜた。練り混ぜ温度は常に練り上りコンクリートで9~11°Cとし、温度による空気量の影響を無視できるように努めた。ウオーカビリティーはスランプによつて測り、空気量は空気圧力法でワシントン型エアメーターで測定した。

(3) 固つたコンクリートの試験 これについては圧縮強度試験のみを行なつたが、供試体寸法は径15cm・高さ30cmのシリンダーである。養生は標準養生として20±1°Cの連続養生と、低温養生として20±1°Cを24時間経過後は5±1°Cを保つて養生したのと2種とした。供試体数各3本で、材齢は7日と28日の2種とした。

## 2. 連行空気発生量について

AE剤添加に伴うコンクリートの空気発生状態は、図16-1、図16-2に示すとおりである。

図16-1はダレックス添加量に対する空気量の増加状態を表わしているが、これによると添加量の少ない時の空気発生量は、高炉セメントの方がアサノセメントより多少下廻っている。しかし添加量が増加するに従い高炉セメントの方がその発生比率が高く次第にその差は少なくなる。しかもその傾向は、富配合および早強高炉セメントにおいて強い。故に高炉セメントにおけるAE材の連行空気発生能力は殆んど普通セメントに劣らないと見られる。

図16-2はポゾリスの添加量に対する空気量の増加状態を表わしているが、これによると高炉セメントはアサノセメントより格段の差はないにしても常に低い空気発生量を示している。しかも添加量に伴つて次第にその差は開いている。しかし実用上の差はそれ程でないものと見られる。

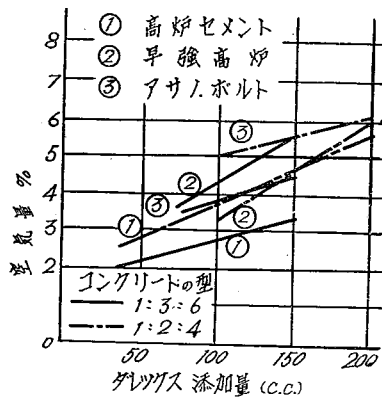


図16-1 ダレックスの添加量と空気量との関係

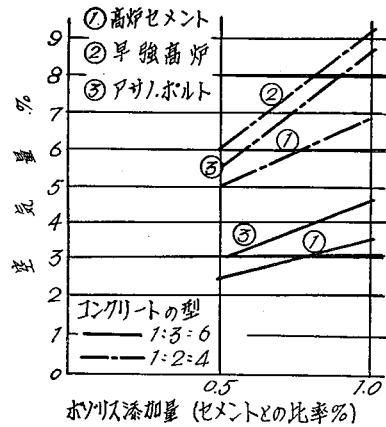


図16-2 ポゾリスの添加量と空気量との関係

以上の関係をセメント別、配合別、AE剤間等について、関係値を確実に知るには更に多くの実験を要すが一般的傾向として高炉セメントにおいては多少劣ることが判明した。しかしこれは実用上大した問題にならぬ程度と見られる。

## 3. 空気量とウオーカビリティーの関係

コンクリート中の空気量とウオーカビリティーの関係は、スランプ試験で求めたがその状態は図16-3に示すとおりである。

これによると一般的傾向としても空気量に伴うスランブの増加程度に対し、セメント別に優劣を附け難かつた。例えばダレックスを用いた貧配合コンクリートで、当初空気量に比しスランブの小さかつた高炉セメントは、空気量3.0%前後でアサノセメントのコンクリートのスランブに追い付き、以後はこれより上廻つたウオーカビリティーを示している。又富配合コンクリートについては、アサノセメントの空気量3~5%の値が得られなかつたが大體において空気量3%位では差はないようであるが空気量が増加すると、高炉セメントのスランブは小さく空気量が増加するにつれてアサノセメントとのスランブ値の差は開いてる。又早強高炉セメントの値は、常にこの両者の間にある。故にこれらの傾向の限界や、その確定した数値を知るにも更に実験を重ねて行く必要があるが、一応は高炉セメントも普通セメントと同様に、AE剤の使用で十分使用水量を減ずることができると見られる。

#### 4. 空気量と圧縮強度の低下率

AEコンクリートには、強度の低下という第一の欠点がある。今これについて圧縮強度により高炉セメントとアサノセメントとを比較してみる。実験結果の強度低下率については表16-3の通りである。なお、これは $\sigma_7$ の値によつたものである。故に材齢が増加するに従つて空気量に伴う強度の低下は大きくなりその差も開く訳であるが、普通セメントにおいては、空気量の増加率に対する強度減少の百分率は各材齢共大體同じであるので、これを実験に使用したセメント全部に適用させて表16-3を製作した。以下はこの点より考察する。

表16-3 空気量1%に対する圧縮強度の低下率(%)

配 合	1 : 3 : 6		1 : 2 : 4		養 生 法
	A A H				
セメント種類	ダレックス	ポゾリス	ダレックス	ポゾリス	
富士高炉	22	9	10	6	標準
アサノポルト	3	4	15	6	〃
富士高炉	—	—	10	6	低温
アサノポルト	—	—	16	6	〃

普通コンクリートに対するAEコンクリート $\sigma_7$ の低下率を示す。

表16-3によると、高炉セメントはアサノセメントに比し、両AE剤の場合共、貧配合コンクリートにおいて可成の強度低下が見られる。しかしこれが富配合コンクリートになると、その低下率は同一か或はダレックスの如きは逆に小なる低下率を示して優位に立っている。又低温養生においてもこれらの低下率は標準養生と殆んど変つていない。

以上は実験数が少いから、確定値として比較する事は危険であり、単に一般的傾向としてのみ知りえたが、これによつても高炉セメントは十分普通セメントと同様に、又場合によつてはより有利にAE剤の効果が期待できることが明らかとなつた。

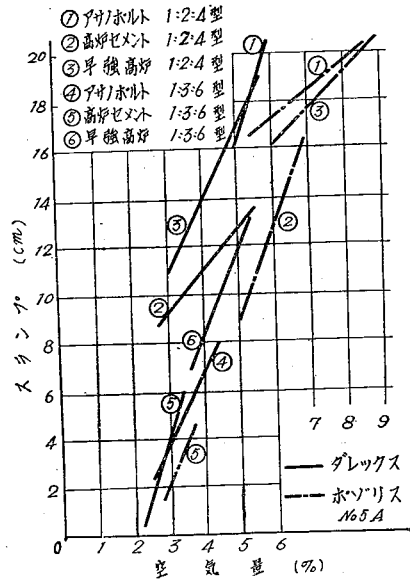


図16-3 スランブと空気量との関係

## 5. その他の試験について

その他の AE 剤の効果に対する試験として、ブリージングの防止、凍結融解に対する抵抗度等があるが、試験設備の能力上、実験が進んでいないので、間に合わなかつたが、特に高炉セメントについてこれらは、かなり期待できる結果が得られるものと思う。

なお今までの実験を総括した意味で、一応配合番号 1~12 番のコンクリートの試験を行なつたが、これは表 16-1 を参照されたい。

## 6. 結 論

以上の実験を総括して、いいうることは、高炉セメントにおいても、普通セメントと同様に、十分 AE 剤の効果が期待できると判明したことである。AE 剤添加量に伴う空気発生量自体は普通セメントに多少劣つていると見られるから、構造物の種類によつては、ポゾリスの如き割高になる AE 剤の選択には慎重を要するとしても、一般の実用上の影響は殆んど無視できる程度であると思われる。一方においては、AE 剤の種類、コンクリート自体の配合如何によつては普通セメントより有利にその効果が期待される傾向を有していることも判明した。本実験はまだ第一段階であつて、その傾向を知り得たのみであるから、その具体的な数値・限界等を確立させるためには、今後の実験とその成果に俟つ所が大である。

# 17. 丸山橋架換工事電熱養生法について

旭川開発建設部 佐藤輝雄

## 1 緒 言

北海道の気候のように 1 年の半分は寒気と雪に閉ざされるという悪条件の下に、常に予算と腕み合せながら寒中コンクリートを実施することは容易ではない。冬期間におけるコンクリート工事の必要性からいかに経済的に実施するかということが北海道開発の任に当つている吾々に課せられた大きな課題ではないかと思われる。本工事箇所は地理的条件から冬期間は相当の酷寒地帯であり工事施行については土木学会制定コンクリート標準示方書を基にし、養生法については旧来の石炭燃焼による給熱養生法を下部構造工事に行なつてきたが、1 月より電熱線による養生法を実施したので、今回これを報告することとした。本報文が今後の皆さんの研究のご参考になれば幸いである。

## 2 工 事 概 要

参考のため簡単に工事概要を述べると、

路線名 開発線第三号幹線  
位 置 上川郡美瑛町  
橋 種 P.S.C. 桁橋 (ポスト・テンショニング)  
橋長及び有効巾員  $l = 4 @ 24.5 \text{ m} = 98 \text{ m}$ ,  $w = 4 \text{ m}$   
橋 格 二等橋 設計荷重 13t 自動車荷重  
橋台工 半重力式鉄筋コンクリート 2 基 橋脚工 重力式鉄筋コンクリート 3 脚