

各種材料を用いたコンクリートの凝結特性

足利大学 正会員 ○松村 仁夫
有限会社モトキ建材 正会員 中根 政範

1. はじめに

冬季にコンクリートを打設した場合、コンクリートは、凝結遅延による初期凍害や硬化不良などの不具合を発生しやすい。特に、山間部や打設後の養生がとれない場合は対策が必要である。その対策として、施工現場では、コンクリート製造工場に対してコンクリートの凝結や強度発現を促進する材料を指定することが多い。コンクリートの凝結や強度発現を促進する方法は、早強セメントや耐寒剤、硬化促進剤などが使用される。これらの材料は、コンクリートの硬化を促進させる目的で使用されるが、各材料を用いたコンクリートがどの程度の促進効果があるのか、比較検討した実験は少ない。そこで、本研究では、コンクリートの硬化を促進させる各種材料を用いて通常期（20℃程度）および冬季（10℃程度）のコンクリートの凝結特性を把握する。また、初期強度を比較し、コンクリートの品質特性も明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

2.1 使用材料および実験要因

セメントは、普通ポルトランドセメントおよび早強ポルトランドセメントの2種類を用いた。細骨材は、川砂、粗骨材は、硬質砂岩砕石を使用した。混和剤は、製造メーカーの異なるAE減水剤促進形を2種類、成分の異なる硬化促進剤を2種類、市販の耐寒剤を1種類用いた。スランプの調整にAE減水剤標準型を空気量の調整には、AE剤を使用した。実験要因および水準を表-1に示す。

2.2 実験方法

コンクリートの配合は、水セメント比を $W/C=55\%$ のAEコンクリートとし、目標スランプを $10\pm 1\text{cm}$ 、目標空気量を $5\pm 1\%$ とした。スランプ試験（JIS A 1101）および空気量試験（JIS A 1128）は、JIS規定に従って行った。コンクリートの配合を表-2に示す。コンクリート凝結時間試験は、JIS A 1147に従って行った。圧縮強度試験用供試体は、JIS A 1132に従って行き、各水準 $\phi 100\times 200\text{mm}$ 供試体を9個、計63個作製した。作成後、試験材齢まで $20\pm 2^\circ\text{C}$ の水中養生とした。圧縮強度試験は、JIS A 1108に従い、試験材齢は、3日、7日、28日とした。

3. 実験結果および考察

3.1 圧縮強度

通常期（20℃程度）におけるコンクリートの圧縮強度を図-1に示す。図-1より普通コンクリートの圧縮強度は、材齢3日において 14.1N/mm^2 、7日で 23.9N/mm^2 および28日で 36.2N/mm^2 であった。材齢3日での早強コンクリート、耐寒剤、硬化促進剤およびAE減水剤促進形を用いたコンクリートの圧縮強度は、普通

表-1 実験要因と水準

配合No.	セメントの種類	混和剤の種類	主成分
1	普通	-----	
2	早強	-----	
3	普通	AE減水剤標準型 耐寒剤	塩化カルシウム
4		AE減水剤標準型 硬化促進剤A	無機系窒素化合物
5		AE減水剤標準型 硬化促進剤B	カルシウムシリケート水和物
6	-----	AE減水剤促進形A	リグニンスルホン酸化合物
7	-----	AE減水剤促進形B	ヒドロキシ系複合体

表-2 コンクリートの配合

W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
		水 W	セメント C	細骨材 S	粗骨材 G
55	44.6	174	316	784	982

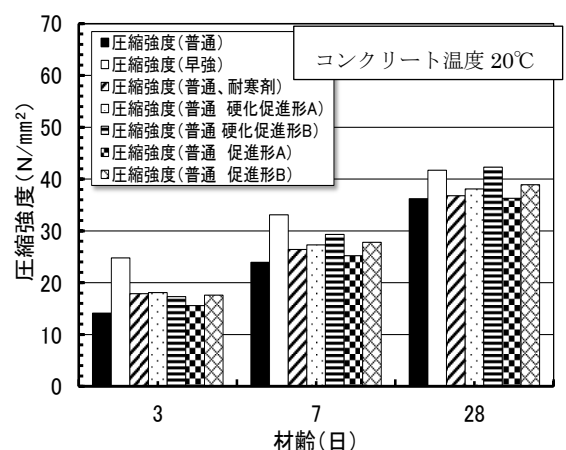


図-1 コンクリートの圧縮強度試験結果

キーワード 混和剤の種類, コンクリートの圧縮強度, コンクリートの凝結試験

連絡先 〒326-8558 栃木県足利市大前町 268-1 足利大学 工学部 創生工学科 TEL 0284-62-0605

コンクリートの圧縮強度より、 10.7N/mm^2 、 $3.2\sim 4.0\text{N/mm}^2$ および $1.5\sim 3.5\text{N/mm}^2$ 大きく、材齢7日の圧縮強度においては、早強コンクリートが 9.2N/mm^2 、耐寒剤および硬化促進剤が $2.5\sim 5.4\text{N/mm}^2$ 、AE減水剤促進形が $1.3\sim 3.9\text{N/mm}^2$ 大きくなる傾向が認められた。材齢28日の圧縮強度は、普通コンクリートに比べ、早強コンクリートは 5.5N/mm^2 、耐寒剤および硬化促進剤が $0.6\sim 6.1\text{N/mm}^2$ 、AE減水剤促進形が $0.1\sim 2.7\text{N/mm}^2$ 大きくなる傾向が認められた。材齢28日では、硬化促進剤Bの圧縮強度が最も高く強度の増加率も最も大きい。また、冬季（ 10°C 程度）におけるコンクリートの圧縮強度は、通常期（ 20°C 程度）におけるコンクリートの圧縮強度と同様な傾向が認められた。

3.2 凝結時間

通常期（ 20°C 程度）におけるコンクリートの凝結時間を図-2に示す。図-2より、普通コンクリートの凝結時間は、始発が約6時間後、終結が約8時間半後であった。終結到達時間は、普通コンクリートに比べ早強コンクリートは、約1時間半、耐寒剤は約2時間半早く到達した。硬化促進剤Aは約30分遅く到達した。硬化促進剤B、AE減水剤促進形AおよびAE減水剤促進形Bは約1時間早く到達した。始発時間は、耐寒剤が最も早く、その他の材料の差は認められない。また、硬化促進剤Aの終結時間は、普通コンクリートに比べて凝結遅延しているが、現段階ではっきりとした原因を特定できないため、再度実験を行う必要がある。

冬季（ 10°C 程度）におけるコンクリートの凝結時間を表-3に示す。表-3より、普通コンクリートの凝結時間は、始発時間8時間30分、終結時間11時間5分、始発から終結までは3時間20分であった。早強コンクリートは、普通コンクリートに比べ、始発時間および終結時間が約1時間早く到達した。耐寒剤は、始発時間2時間、終結時間は、2時間45分、硬化促進剤Aは、始発時間2時間、終結時間は、35分早く到達した。硬化促進剤Bは、始発時間30分早く到達したが、終結時間では同程度であった。AE減水剤促進形Aは、始発時間2時間30分、終結時間約2時間、AE減水剤促進形Bは、始発時間および終結時間が約1時間30分早く到達した。また、始発時間から終結時間までの時間は、耐寒剤、早強コンクリートおよび硬化促進剤Bが約2時間、AE減水剤促進形AおよびAが約2時間40分と普通コンクリートに比べ早くなることが認められた。凝結時間は、コンクリート温度が高い方が、早くなる傾向にある。しかし、硬化促進剤Aは、コンクリート温度が低い方が効果を発揮できる可能性が考えられる。

4. まとめ

- (1)コンクリートの圧縮強度が早急に必要な場合、早強セメントを用いたコンクリートが最善と考えられる。混和剤では、硬化促進剤Bを用いた場合、他の混和剤に比べ圧縮強度が最も大きくなる。
- (2)早強セメントを用いたコンクリート、耐寒剤および硬化促進剤Bは、始発時間から終結時間までの時間が早く、耐寒剤の場合は、始発時間も早い。ただし、今回の実験で使用した耐寒剤は、塩化物イオンを多量に含むため塩化物総量規制の現場などでは注意が必要である。
- (3)凝結時間は、AE減水剤促進形を用いた場合より早強セメントや硬化促進剤を用いたコンクリートの方が若干早くなることが明らかとなった。
- (4) AE減水剤促進形AおよびBは、コンクリート温度が下がると凝結時間の効果が発揮する。

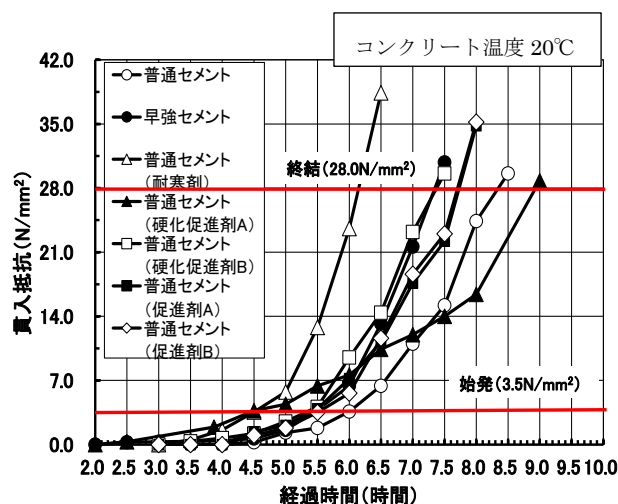


図-2 凝結時間試験結果

表-3 コンクリートの凝結時間

配合No.	セメントの種類	混和剤の種類	コンクリート温度 10°C	
			始発時間 (経過時間)	終結時間 (経過時間)
1	普通	-----	8-30	11-05
2	早強	-----	8-00	10-10
3	普通	耐寒剤	6-30	8-25
4		硬化促進剤 A	6-30	10-30
5		硬化促進剤 B	8-00	10-00
6		AE減水剤促進形 A	6-30	9-10
7		AE減水剤促進形 B	6-50	9-35