

論文

[1015] エトリンガイト系混和材を用いた現場打ち高強度コンクリートの実大柱試験による検討

小菅啓一\*<sup>1</sup>・清水昭之\*<sup>2</sup>・梶田佳寛\*<sup>3</sup>・渡邊芳春\*<sup>4</sup>

1. はじめに

エトリンガイト系混和材を用いた現場打ち高強度コンクリートのテストピースによる室内試験結果では、混和材を添加することによって、同一水・結合材比の無添加の場合と比較して、

- ① 終結は約4時間程度遅れるがスランプの経時変化が小さい。
- ② 断熱温度上昇量が約13℃低い。
- ③ 標準養生の圧縮強度は約150kgf/cm<sup>2</sup>高く、さらに、気乾養生された場合や熱履歴を受けた場合は、より高い強度が得られる。

等の特徴が明らかとなった。

本報告は、以上のようなエトリンガイト系混和材の実構造物への適用性を検討するために、水・結合材比30%のコンクリートを用いて、実大柱による発熱曲線とコア強度を中心に無添加の場合と比較検討した。また、実大柱の強度管理方法の手掛かりを得るために、同時に作製した模擬柱及び各種養生方法別テストピース強度との関係を調べたものである。

尚、本研究は建設省New R/Cプロジェクトの一環として、建築研究振興協会内に『シグマ研究会』を設立し、指導を受け実施した。

2. 実験概要

2-1. 使用材料及びコンクリート調合

使用材料は、普通ポルトランドセメント、新潟県姫川産川砂、砕石、高性能A/E減水剤(WRAと略す、β-NS系)、及び、表-1に示す化学成分のエトリンガイト系混和材(Ett.と略す)を用いた。

コンクリートの調合は、実プラントでの試験練りの結果、表-2の調合を得た。

表-1 Ett. の化学成分

Ig. loss	Insol	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Total
12.2	0.2	27.5	6.4	1.0	30.6	3.1	17.7	0.75	0.20	99.65

表-2 コンクリート調合

最大骨材 寸法等	※W/B (%)	Ett. 添加 (kg/m <sup>3</sup> )				無添加 (kg/m <sup>3</sup> )			
		Sℓ flow (cm)	s/a(%)	OPC	Ett.	Sℓ (cm)	s/a(%)	OPC	WRA
Gmax 25mm	30	21±2	45	375	75	21±2	38	630	12.6
air 3±1%	30	60±5	45	400	80	※W/B ; W/OPC+Ett. 又は W+WRA/OPC			

\*1 電気化学工業(株)特殊混和材事業部 技術課 課員(正会員)

\*2 東京理科大学専任講師 工学部建築学科(正会員)

\*3 建設省 建築研究所 第二研究部 無機材料研究室室長、工博(正会員)

\*4 電気化学工業(株)青海工場 特殊混和材部 研究室 研究リーダー(正会員)

## 2-2. コンクリートの製造と施工要領

コンクリートの製造は、容量 $3\text{ m}^3$ の二軸ミキサーで $1.5\text{ m}^3$ /バッチを4回練混ぜ（いずれも練混ぜ時間は3分間）、アジテーター車で運搬して、スランブが $21\pm 2\text{ cm}$ の場合はバケットを用いて打設し、スランブフロー $60\pm 5\text{ cm}$ の場合はポンプ車を用いた。

## 2-3. 試験体の種類と作製方法及び測定項目

### (1) 実大柱

実大柱の寸法は、断面が $850\times 850$ 高さ $2900$ であり温度測定位置は中心部と端部の角の $150\times 150$ の位置で、下から $300, 900, 1500, 2100, 2700$ の高さで行い、コアリングおよび強度測定位置も温度測定位置と同様とした。

なお、養生は現場養生とし測定材令は $28, 91$ 日とした。

### (2) 模擬柱

模擬柱Aは $850\times 850\times 300\text{ H}$ のコア採取用であり、上下面を厚さ $20\text{ cm}$ の発泡スチロール板で挟んで断熱した。

模擬柱Bは、図-2に示すように簡易型枠( $\phi 10\times 20\text{ cm}$ )を均等な間隔で $16$ (4個4列)個内蔵したもので、大きさは $870\times 870\times 300\text{ H}$ とし、上下面を厚さ $20\text{ cm}$ の発泡スチロール板で挟んで断熱した。

模擬柱Bについては、始め $5\text{ cm}$ の厚さにコンクリートを打設後、塩ビ管をセットし、その外側の間隙にさらにコンクリートを打設した。そして、簡易型枠を用いたテストピースを上記塩ビ管に入れ、ポリエチレンシートを掛けて鉄板を載せ、更に、コンクリートを $5\text{ cm}$ の厚さに打設した。

模擬柱A、Bの温度測定位置は実大柱と同位置の中心部とし、模擬柱Aの強度測定位置も同様とした。模擬柱Bの強度測定は中央部と周辺部の2本づつとし、養生方法および強度測定材令も実大柱と同様とした。

### (3) テストピース

テストピースは $\phi 10\times 20\text{ cm}$ のシリンダーを使用し、成型は棒状パイプレーターで2層成型とした。

養生方法は標準養生と標準封緘、現場水中、現場封緘養生の四種類とし、強度測定材令は実大柱と同様とした。

その他、コンクリートのスランブまたはスランブフローの経時変化およびウェットスクリーニングしたモルタルの凝結を現場の雰囲気中で測定した。

## 3. 実験結果

### 3-1. スランブ等の経時変化及び凝結試験結果

図-3にスランブ、スランブフローの経時変化、図-4に凝結試験結果を示す。

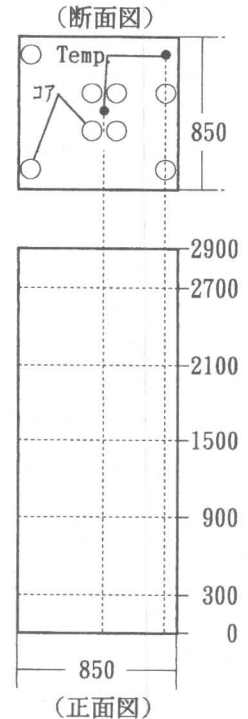


図-1 実大柱の寸法とコア位置

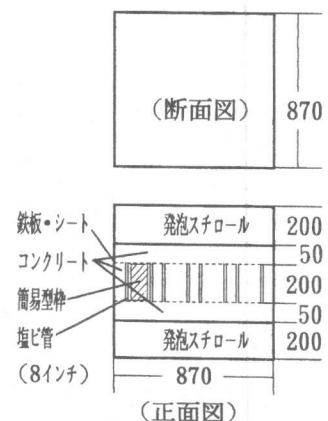


図-2 模擬柱B

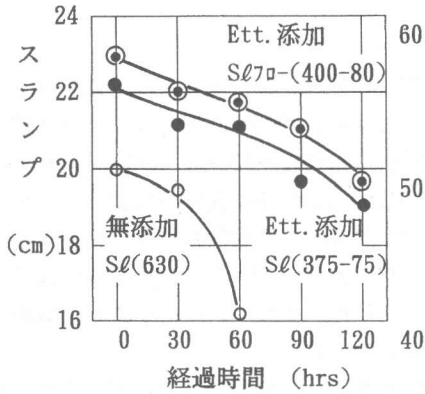


図-3 スランプ、スランプフローの経時変化

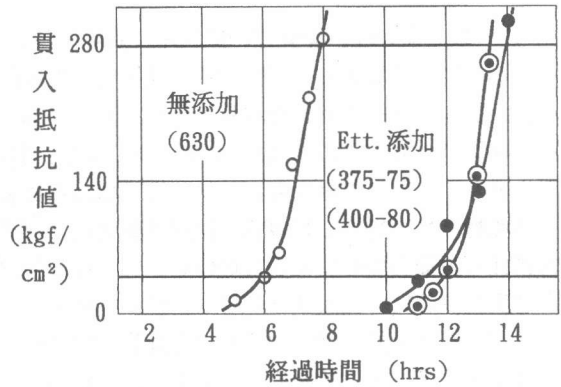


図-4 凝結試験結果

図-3、4に示すように、混和材添加の系ではスランプ等の経時変化は小さいが、凝結時間は無添加よりも約6時間遅れている。なお、コンクリートの練り上がり温度は、混和材添加のOPC-Ett.  $\text{kg}/\text{m}^3$ が375-75の調合の場合は23℃、400-80では32℃、無添加は27℃であった。

### 3-2. 実大柱、模擬柱の発熱曲線

図-5、6に実大柱の軸方向の中心部と端部15cmの深さと、模擬柱の中心部の発熱曲線を示す。

図-5の実大柱の発熱曲線において、混和材添加の375-75の調合の場合の最高到達温度は56℃(32時間)になり、400-80の調合では72℃(32時間)に達するのに対して、無添加の場合は78℃(18時間)となっている。

温度上昇量では、それぞれ、コンクリートの練り上がり温度を引いて、33、40、51℃の値となり、混和材添加の方が無添加と比較して11~18℃低い結果となっている。その中でも、同一スランプで比較すると、混和材添加の方が18℃低い値が得られた。

実大柱の最高到達温度に対して、図-6の模擬柱A(コア用)の場合は4℃、模擬柱B(簡易型枠内封)では2℃程度低い、ほぼ、同様の熱履歴が示された。

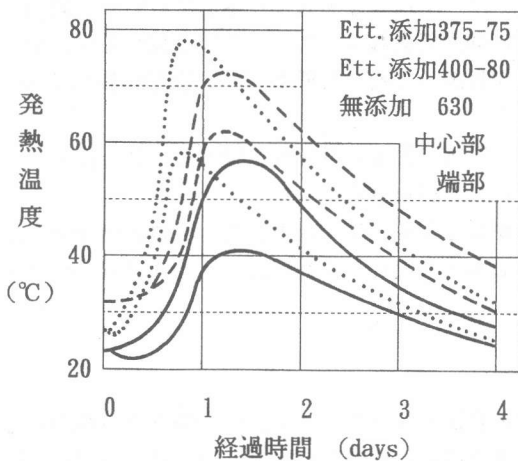


図-5 実大柱の発熱曲線

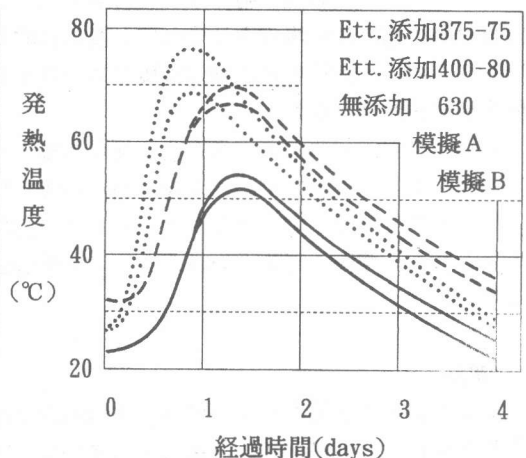


図-6 模擬柱の発熱曲線

### 3-3. 実大柱、模擬柱、供試体の強度

図-7に材令28と91日の実大柱と模擬柱及び各種養生方法別テストピース強度の比較を示す。

実大柱の28日強度は、混和材添加の375-75の調合の場合では924kgf/cm<sup>2</sup>、400-80の場合は1029kgf/cm<sup>2</sup>、無添加では729kgf/cm<sup>2</sup>となっており、混和材添加の方が200~300kgf/cm<sup>2</sup>高い値を示した。また、いずれの場合も、91日材令では28日材令より100kgf/cm<sup>2</sup>程度の強度の伸びが示された。

混和材添加の場合、模擬柱の強度は実大柱と同等の強度となるが、模擬柱Aのコア強度よりも模擬柱Bの簡易型枠による方が僅かに低くなる傾向となった。また、テストピース強度では現場水中養生を除いて実大柱と同等か、僅かに高くなる傾向を示した。そして、その中でも封緘養生強度が少し高い値を示し、標準養生強度が実大柱に最も近い値となった。

無添加の場合は、標準養生によるテストピース強度が最も高く、熱履歴を受ける実大柱等や水分が供給されない封緘養生テストピースでは約100kgf/cm<sup>2</sup>の強度低下が示され、現場封緘養生によるテストピース強度が実大柱に最も近い値を示した。

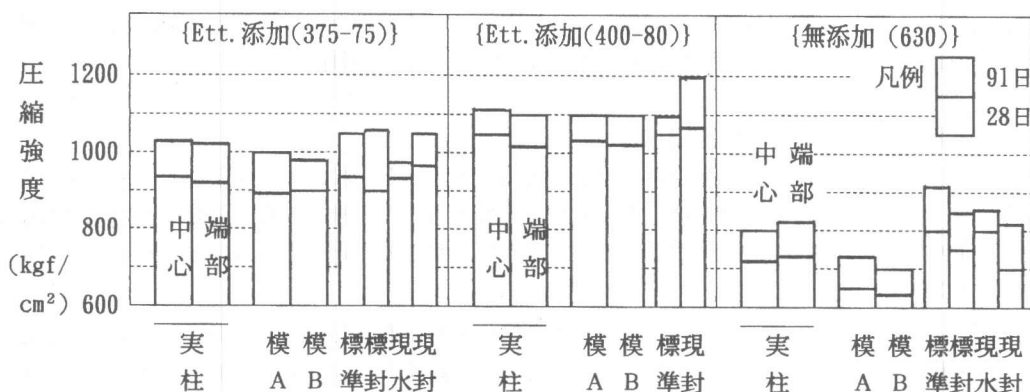


図-7 実大柱と模擬柱、各種養生方法によるテストピース強度の比較

### 4. まとめ

エトリングライト系混和材を添加した高強度コンクリートによる実大柱の施工において、同一水・結合材比の無添加の場合と比較して、凝結は約6時間程度遅れるがスランプ等の経時変化は小さい。さらに、実大柱の最高到達温度は同一スランプに於いて約18℃低く、コア強度は200kgf/cm<sup>2</sup>程度高い値が得られた。

そして、混和材添加の場合の実大柱と模擬柱では同等の強度が得られ、養生方法別各種テストピース強度との比較では、標準養生強度が実大柱に最も近い値を示した。

無添加の場合は、標準養生のテストピース強度が最も高く、実大柱の強度は現場封緘養生したテストピース強度と最も近い値となり、標準養生したテストピース強度よりも約100kgf/cm<sup>2</sup>低下した。

### 謝辞

エトリングライト系混和材の開発とその物性などの評価に当たり、『シグマ研究会』を設立し、委員の東京大学友澤先生、新潟大学川瀬先生、建設省建築研究所阿部室長、同 安田研究員、建築研究振興協会村田氏に、ご指導戴いたことを深謝致します。