

コンクリート専門委員会報告
REPORT OF THE TECHNICAL COMMITTEE ON CONCRETE
F-59
(追補)

各種セメントを用いた
コンクリートの断熱温度上昇に関する研究
(フライアッシュセメントを用いたコンクリートの実験結果)

A study on the adiabatic temperature rise of concrete
using various cements
(The results of the examination for the adiabatic temperature rise
of concrete using Fly ash cement)

2018年3月

(March. 2018)

一般社団法人 セメント協会

JAPAN CEMENT ASSOCIATION

要旨

コンクリート専門委員会では、各種セメントを使用したコンクリートの断熱温度上昇に関する共通試験の結果を、委員会報告 F-59「各種セメントを用いたコンクリートの断熱温度上昇に関する研究」に取り纏め、2014年3月に刊行した。

F-59では、市販のポルトランドセメント（普通・中庸熱・低熱）と混合セメント（高炉 B 種）を用いて、単位セメント量を 280～550kg/m³、打込み温度を 10、20、30℃の条件にて打設したコンクリートの断熱温度上昇試験を実施した。得られた試験結果から、終局断熱温度上昇量 K と温度上昇速度の定数 α を算出し、さらに各関係学会式と比較しながら、セメント種類ごとの傾向を示している。

本報告では、セメント種類の試験データの充実を図るため、フライアッシュセメント B 種を用いて、単位結合材量を 280、340、400kg/m³、打込み温度を 10、20、30℃の条件にて打設したコンクリートの断熱温度上昇試験を行い、F-59 追補として取り纏めた。

その結果、フライアッシュセメント B 種の終局断熱温度上昇量 K は各関係学会式と同等以下となり、温度上昇速度の定数 α は土木学会式・JCI 式より小さく、建築学会式より大きかった。また、打込み温度が高くなるほど、終局断熱温度上昇量 K は小さくなり、温度上昇速度の定数 α は大きくなった。単位結合材量が 340kg/m³ で打込み温度の影響を各関係学会式と比較すると、終局断熱温度上昇量 K は各関係学会式よりも打込み温度の影響が大きく、温度上昇速度の定数 α は同等であることが明らかとなった。

序

本報告書は、2014年3月に刊行した委員会報告 F-59「各種セメントを用いたコンクリートの断熱温度上昇に関する研究」の追補として、新たに市販のフライアッシュ（JIS II 種品）を用いて試製した、フライアッシュセメント B 種を用いたコンクリートの断熱温度上昇試験の結果を取りまとめたものである。

2018年3月

一般社団法人 セメント協会 コンクリート専門委員会
(敬称略 順不同)

委員長	宇部興産株式会社	大和 功一郎 (2017年3月まで委員) (2017年4月から委員長)
	(住友大阪セメント株式会社)	草野 昌夫 (2017年3月まで委員長) (2017年4月から委員)
委員	日鉄住金高炉セメント株式会社	平本 真也
	日鉄住金セメント株式会社	小倉 東
	株式会社トクヤマ	加藤 弘義
	太平洋セメント株式会社	小川 洋二 (谷村 充 2017年3月交替)
	デンカ株式会社	田原 和司
	三菱マテリアル株式会社	中山 英明
	住友大阪セメント株式会社	中島 有一 (草野 昌夫 2017年7月交替)
事務局	一般社団法人セメント協会	谷村 充 (近藤 秀貴 2017年3月交替) 吉本 徹 (佐藤 智泰 2017年3月交替) 野田 潤一 中村 弘典 瀧波 勇人

目 次

1. 緒言	1
2. 試験概要	1
2.1 使用材料	1
2.1.1 セメント	1
2.1.2 フライアッシュ	1
2.1.3 骨材	2
2.1.4 水	2
2.1.5 混和剤	2
2.2 要因と水準	3
2.3 コンクリートの配（調）合	3
2.4 コンクリートの練混ぜ	3
2.5 断熱温度上昇試験装置	3
3. 試験結果	4
3.1 終局断熱温度上昇量および断熱上昇速度の定数	4
3.2 単位結合材量と終局断熱温度上昇量 K および温度上昇速度の定数 α の関係	5
3.3 打込み温度と終局断熱温度上昇量 K および温度上昇速度の定数 α の関係	6
4. 結言	8
付録 断熱温度上昇量の経時変化	10

1. 緒言

フライアッシュセメント B 種 (FBC) の断熱温度上昇に関する定数を明らかにすることを目的に、単位結合材量および打込み温度を要因とした断熱温度上昇試験を実施した。

2. 試験概要

2.1 使用材料

2.1.1 セメント

セメントは市販の普通ポルトランドセメント (NC) を使用した。なお、NC は 3 銘柄を選び、均一に等量混合したものを試料とした。セメントの化学成分を表 2-1 に、物理的性質を表 2-2 に示す。

表 2-1 セメントの化学成分

セメントの種類	化学成分(%)											
	ig.loss	insol.	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Na ₂ Oeq	Cl
NC	2.70	0.13	20.20	5.39	2.82	64.37	1.09	2.00	0.25	0.40	0.51	0.017

表 2-2 セメントの物理的性質

セメントの種類	密度 (g/cm ³)	比表面積 (cm ² /g)	凝結			安定性	圧縮強さ(N/mm ²)		
			水量 (%)	始発 (h·m)	終結 (h·m)		3 日	7 日	28 日
NC	3.15	3280	28.1	2-30	3-45	良	28.7	45.2	61.3

2.1.2 フライアッシュ

フライアッシュ (FA) は市販の JIS II 種品を使用した。なお、FA は 3 銘柄を選び、均一に等量混合したものを試料とした。各 3 銘柄の FA の物性値を表 2-3 に示す。

表 2-3 FA の物性値

	SiO ₂ (%)	湿分 (%)	強熱減量 (%)	密度 (g/cm ³)	粉末度		フロー値比 (%)	活性度指数(%)	
					45 μ 残分 (%)	ブレン値 (cm ² /g)		28 日	91 日
FA1	58.9	0.07	2.6	2.30	5	3710	108	86	104
FA2	63.1	0.2	2.4	2.26	1	3960	107	90	106
FA3	61.2	0.1	2.2	2.26	1	3960	104	90	104

2.1.3 骨材

骨材は、粗骨材に東京都青梅市産の硬質砂岩砕石を、細骨材には千葉県君津市産の山砂を使用した。これらの骨材の粒度を表 2-4 に、骨材の物性を表 2-5 に示す。

表 2-4 骨材の粒度

分類	種類	産地	ふるい目の寸法(mm)											粗粒率
				25	20	15	10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15	
粗骨材	硬質砂岩砕石	東京都青梅市産		100	99	90	42	5	-	-	-	-	-	6.54
細骨材	山砂	千葉県君津市産		-	-	-	100	91	80	68	56	30	4	2.71

表 2-5 骨材の物性

分類	種類	密度(g/cm ³)		吸水率(%)
		表乾	絶乾	
粗骨材	硬質砂岩砕石	2.65	2.63	0.69
細骨材	山砂	2.62	2.58	1.68

2.1.4 水

練混ぜ水は、上水道水を使用した。

2.1.5 混和剤

混和剤は、AE 減水剤標準形 (I 種) (マスターポズリス No.70、ポズリスソリューションズ(株)) および AE 剤 (I 種) (マスターエア 785、ポズリスソリューションズ(株)) を使用した。

2.2 要因と水準

実験は、単位結合材量を 280、340、400kg/m³ の 3 水準とし、それぞれ打込み温度を 10、20、30℃とした 9 配（調）合で実施した。

2.3 コンクリートの配（調）合

コンクリートの配（調）合を表 2-6 に示す。なお、結合材は NC に FA を 18%内割で添加した、フライアッシュセメント B 種（FBC）とした。

コンクリートの単位水量はいずれも 165kg/m³ とし、空気量が 4.5±1.0%になるように AE 剤を用いて調整した。また、AE 減水剤の添加量を一定としたため、各打込み温度でスランプが異なる結果となった。

表 2-6 コンクリートの配（調）合

セメント の種類	単位 結合材量 (kg/m ³)	打込み 温度 (℃)	水 結合材比 (%)	細骨材率 (%)	単位量(kg/m ³)				AE 減水剤 (ml/m ³)	AE 剤 (ml/m ³)	スランプ (cm)	空気量 (%)	練上がり 温度 (℃)	
					W	B		S						G
						NC	FA							
FBC	280	10	59.0	46.5	165	230	50	846	989	700	25.2	17.0	4.3	8.9
		20	59.0	46.5	165			846	989	700	33.6	14.5	4.6	20.7
		30	59.0	46.5	165			846	989	700	33.6	15.5	4.5	31.5
	340	10	48.5	46.5	165	279	61	823	956	850	30.6	17.5	4.5	10.0
		20	48.5	46.5	165			823	956	850	40.8	16.5	4.1	20.7
		30	48.5	46.5	165			823	956	850	40.8	14.0	5.0	31.9
	400	10	41.3	46.5	165	328	72	796	927	1000	36.0	17.0	3.9	9.6
		20	41.3	46.5	165			796	927	1000	48.0	13.5	4.4	20.3
		30	41.3	46.5	165			796	927	1000	72.0	6.8	4.5	33.0

2.4 コンクリートの練混ぜ

コンクリートは、粗骨材、細骨材、セメントおよびフライアッシュを投入したのち、空練りを 30 秒間行い、その後、混和剤を含む練混ぜ水を投入して 90 秒間練り混ぜた後、排出した。

2.5 断熱温度上昇試験装置

断熱温度上昇試験装置は、委員会報告 F-59「各種セメントを用いたコンクリートの断熱温度上昇に関する研究」¹⁾で用いた空気循環式 Type I を使用した。

3. 試験結果

3.1 終局断熱温度上昇量および断熱上昇速度の定数

終局断熱温度上昇量 (K) および速度上昇の定数 (α) の算出には、式 1 を用いた。

K および α の算出結果を表 3-1 に示す。

$$Q(t) = K(1 - e^{-\alpha t}) \quad \dots \text{式 1}$$

ここに、t : 材齢(日)

Q(t) : 材齢t日までの断熱温度上昇量(°C)

K : 終局断熱温度上昇量(°C)

α : 温度上昇速度の定数

表 3-1 終局断熱温度上昇量 (K) と速度上昇の定数 (α) の算出結果

セメントの種類	単位 結合材量 (kg/m ³)	打込み 温度 (°C)	回帰結果	
			K (°C)	α
FBC	280	10	41.46	0.46
		20	39.40	0.79
		30	38.19	1.22
	340	10	49.29	0.51
		20	47.34	0.85
		30	45.05	1.33
	400	10	55.99	0.61
		20	53.27	1.05
		30	50.20	1.77

3.2 単位結合材量と終局断熱温度上昇量Kおよび温度上昇速度の定数 α の関係

単位結合材量と終局断熱温度上昇量 K および温度上昇速度の定数 α の関係を図 3-1 に示す。なお、図中には、コンクリート標準示方書【設計編】2012年制定版²⁾（以下、土木学会式と記述）、日本コンクリート工学会 マスコンクリートのひび割れ制御指針 2016³⁾（以下、JCI 式と記述）および日本建築学会マスコンクリートの温度ひび割れ制御設計・施工指針(案)同解説⁴⁾（以下、建築学会式と記述）に示された回帰式の結果も併せて示す。

本試験での終局断熱温度上昇量 K は各関係学会式と同等以下となり、温度上昇速度の定数 α は土木学会式・JCI 式より小さく、建築学会式より大きくなった。

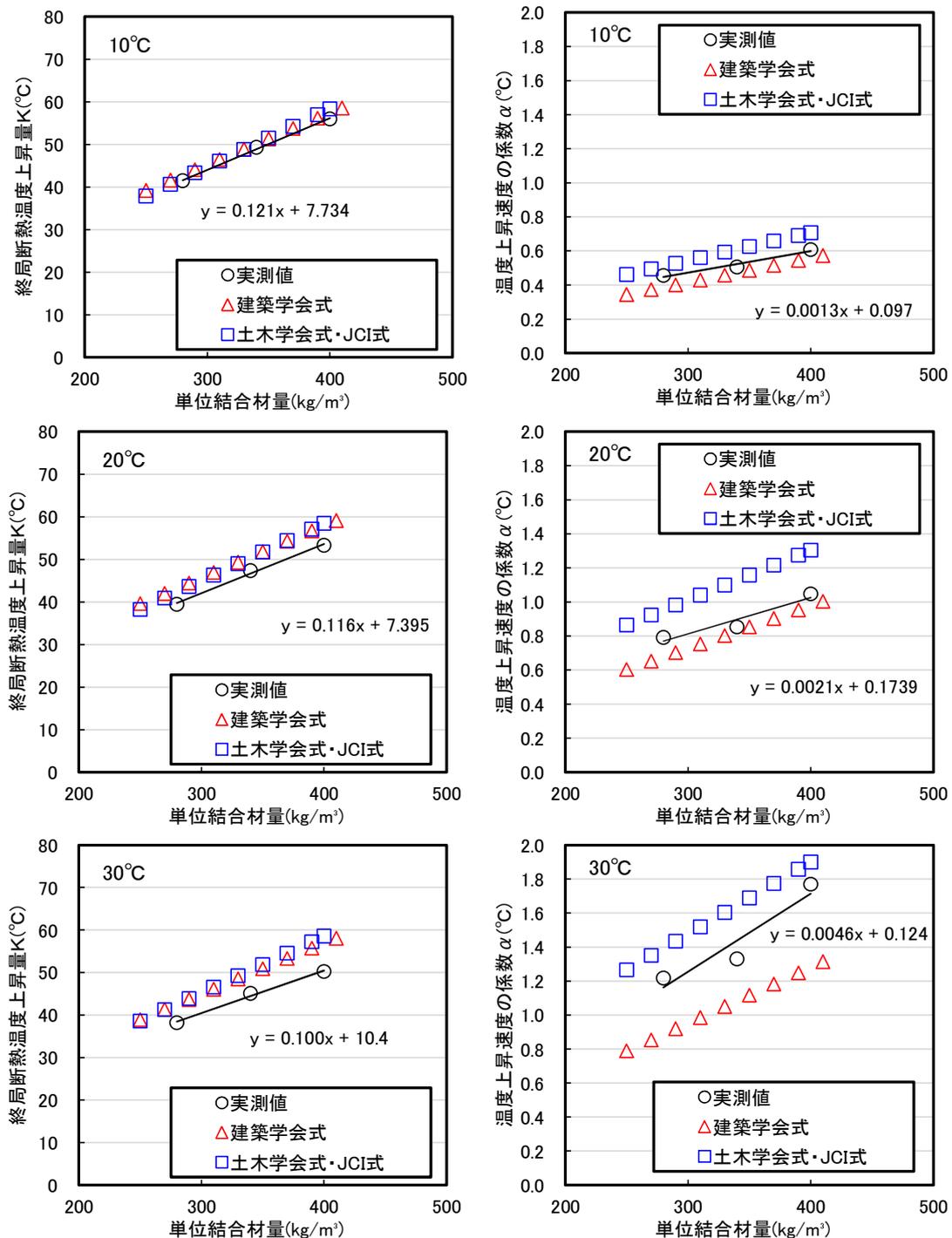


図 3-1 単位結合材量と終局断熱温度上昇量 K および温度上昇速度の定数 α の関係

3.3 打込み温度と終局断熱温度上昇量Kおよび温度上昇速度の定数 α の関係

打込み温度と終局断熱温度上昇量 K および温度上昇速度の定数 α の関係を図 3-2 に、打込み温度 20°C の K および α をそれぞれ 1 とした場合の K および α の比を図 3-3 に示す。また、単位結合材量 $340\text{kg}/\text{m}^3$ における、打込み温度 20°C の K および α をそれぞれ 1 とした比と各関係学会式における比を図 3-4 に示す。

打込み温度が高くなるほど、終局断熱温度上昇量 K は小さくなり、温度上昇速度の定数 α は大きくなった。また、単位結合材量が $340\text{kg}/\text{m}^3$ で打込み温度の影響を各関係学会式と比較すると、終局断熱温度上昇量 K は各関係学会式よりも打込み温度の影響が大きく、温度上昇速度の定数 α は同等であった。

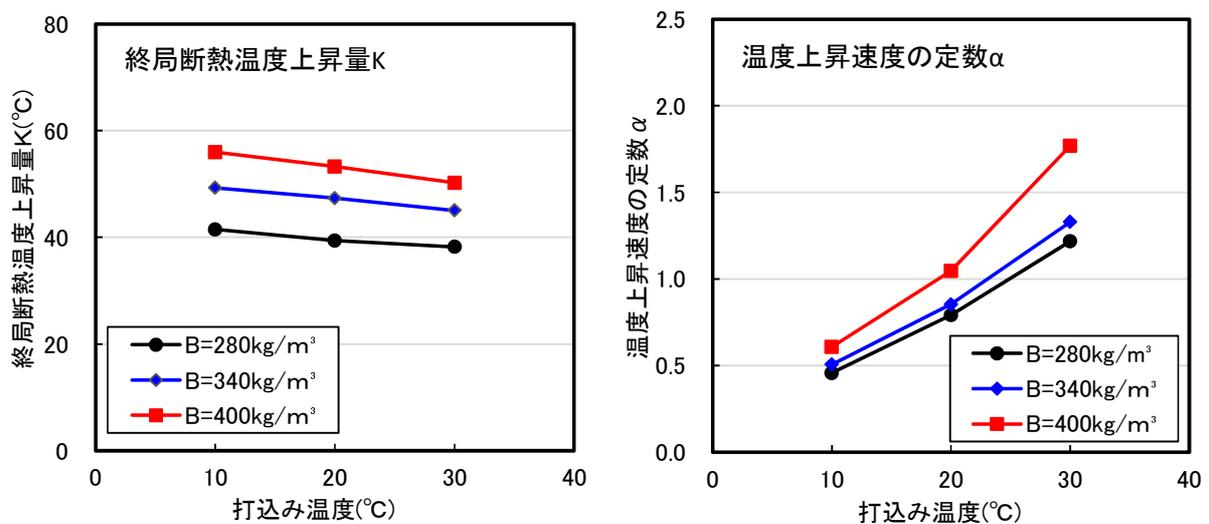


図 3-2 打込み温度と終局断熱温度上昇量 K および温度上昇速度の定数 α の関係

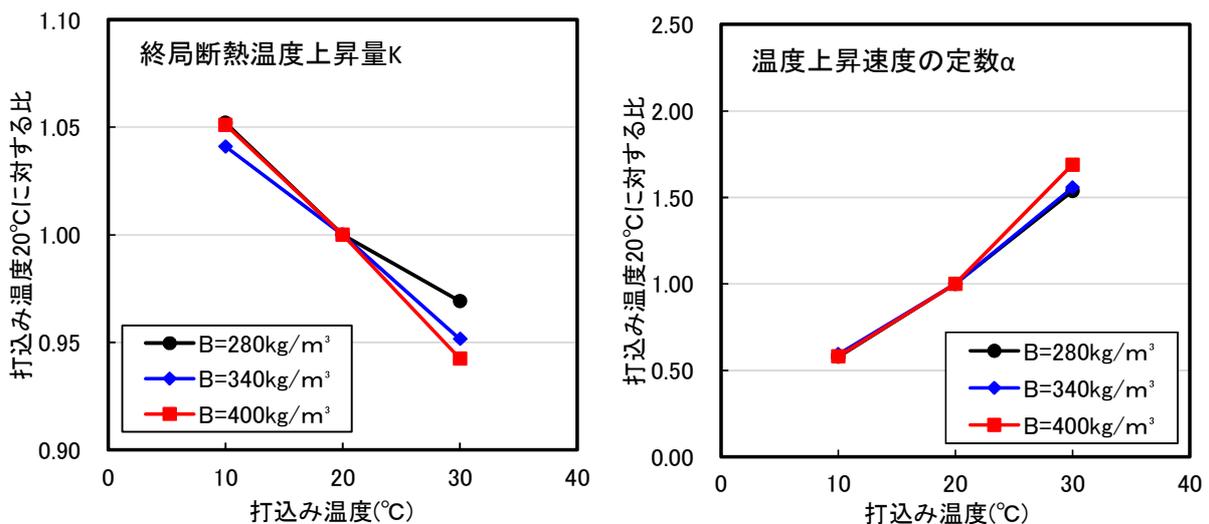


図 3-3 打込み温度 20°C の終局断熱温度上昇量 K および温度上昇速度の定数 α をそれぞれ 1 とした場合の比

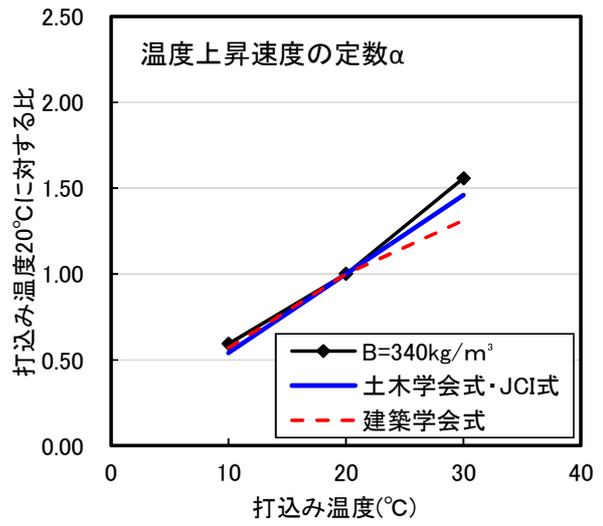
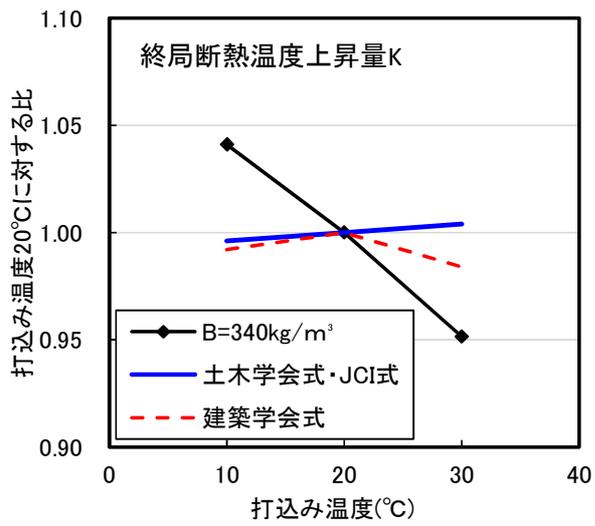


図 3-4 単位結合材量 340kg/m³における打込み温度 20°Cの
終局断熱温度上昇量 K および温度上昇速度の定数 α をそれぞれ 1 とした場合の比

4. 結言

市販の FA を内割で 18%混合したフライアッシュセメント B 種を使用した単位結合材量 280、340、400kg/m³ のコンクリートに関して、打込み温度 10、20、30℃の条件にて、断熱温度上昇試験を実施した。

本実験により得られた結果を以下に示す。

- (1) 本実験で得られた終局断熱温度上昇量 K および温度上昇速度の定数 α を各関係学会式と比較した。その結果、終局断熱温度上昇量 K は各関係学会式と同等以下となり、温度上昇速度の定数 α は土木学会式より小さく、建築学会式より大きくなった。
- (2) 打込み温度が高くなるほど、終局断熱温度上昇量 K は小さくなり、温度上昇速度の定数 α は大きくなった。また、単位結合材量が 340kg/m³ で打込み温度の影響を各関係学会式と比較すると、終局断熱温度上昇量 K は各関係学会式よりも打込み温度の影響が大きく、温度上昇速度の定数 α は同等であった。

【参考文献】

- 1) (一社)セメント協会：各種セメントを用いたコンクリートの断熱温度上昇に関する研究、
コンクリート専門委員会報告 F-59、2014
- 2) (公社)土木学会：コンクリート標準示方書【設計編】2012年制定、p317、2012
- 3) (公社)日本コンクリート工学会：マスコンクリートのひび割れ制御指針 2016、pp.43-45、
2016
- 4) (社)日本建築学会：マスコンクリートの温度ひび割れ制御設計・施工指針（案）同解説、
pp.7-8、2008

付録 断熱温度上昇量の経時変化

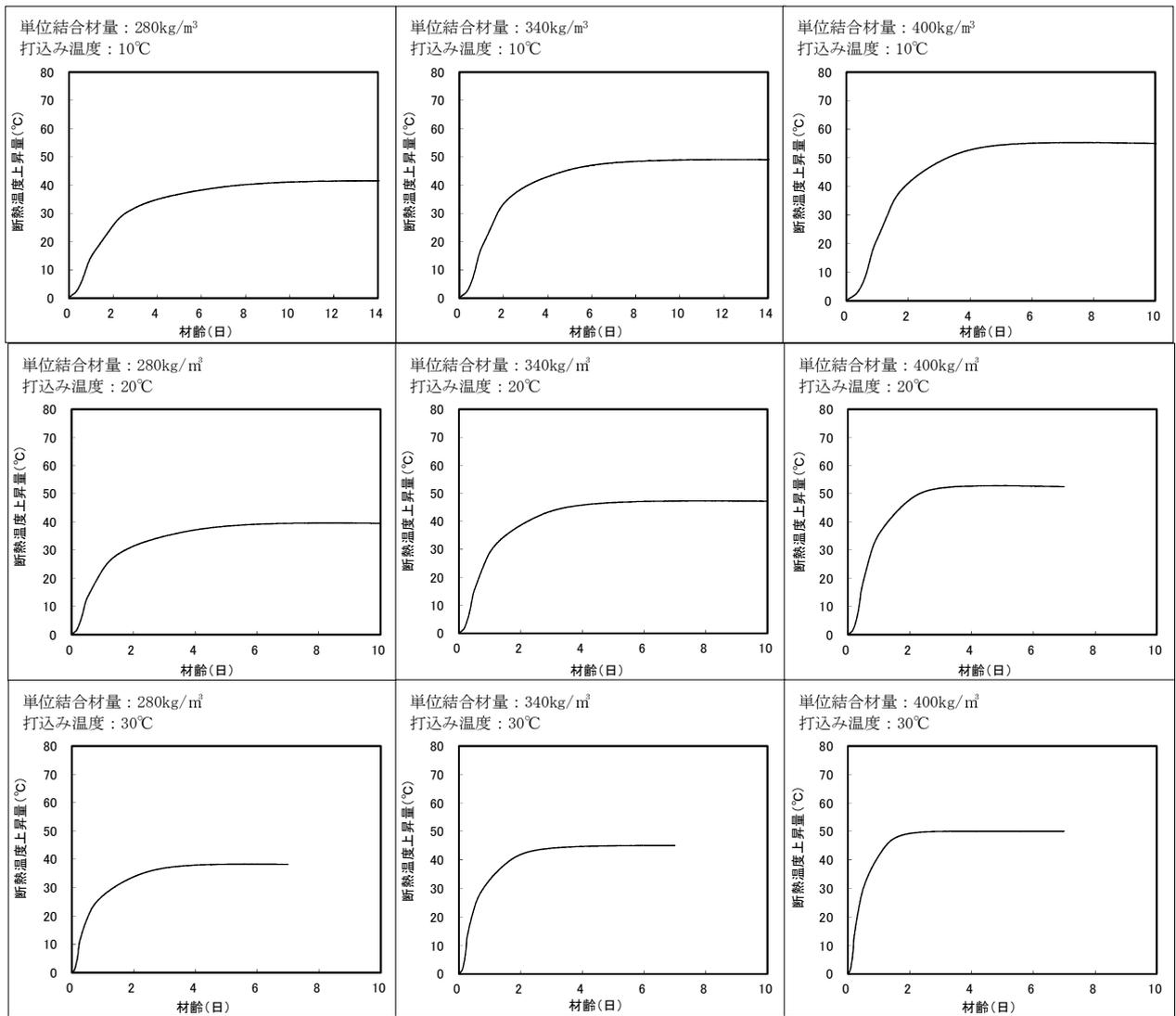
◎セメントの種類：FBC

◎単位結合材量：280、340、400kg/m³

◎打込み温度：10、20、30℃

付録表-1 断熱温度上昇量の経時変化 (FBC、10・20・30℃)

材齢 (日)	断熱温度上昇量(℃)								
	B=								
	280kg/m ³	340kg/m ³	400kg/m ³	280kg/m ³	340kg/m ³	400kg/m ³	280kg/m ³	340kg/m ³	400kg/m ³
	10℃	10℃	10℃	20℃	20℃	20℃	30℃	30℃	30℃
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4	2.7	2.5	2.9	7.2	8.1	9.6	15.0	17.4	23.3
0.8	9.9	11.0	13.6	18.1	22.8	29.2	24.4	29.3	36.8
1.2	16.6	20.2	25.4	25.2	31.2	38.1	28.5	35.0	44.0
1.6	21.0	27.0	35.4	28.9	35.3	43.4	31.4	39.0	47.9
2.0	25.4	32.9	40.7	31.2	38.3	47.5	33.6	41.7	49.2
2.4	28.9	36.1	44.3	32.9	40.7	50.2	35.3	43.1	49.7
2.8	31.0	38.3	47.1	34.2	42.7	51.6	36.4	43.8	50.0
3.2	32.6	40.1	49.4	35.3	44.1	52.2	37.2	44.3	50.0
3.6	33.8	41.6	51.3	36.3	45.1	52.6	37.6	44.6	50.1
4.0	34.8	42.8	52.6	37.1	45.7	52.7	37.9	44.7	50.1
4.4	35.7	44.0	53.6	37.7	46.2	52.8	38.1	44.8	50.1
4.8	36.4	44.9	54.2	38.2	46.5	52.8	38.2	44.9	50.1
5.2	37.1	45.7	54.6	38.6	46.8	52.9	38.3	45.0	50.1
5.6	37.6	46.4	54.9	38.9	46.9	52.9	38.3	45.0	50.1
6.0	38.2	46.9	55.1	39.1	47.1	52.9	38.3	45.1	50.1
6.4	38.7	47.4	55.2	39.3	47.1	52.9	38.3	45.1	50.1
6.8	39.1	47.7	55.3	39.4	47.2	52.9	38.3	45.1	50.1
7.2	39.5	48.0	55.3	39.5	47.2	52.9	38.3	45.1	50.1
7.6	39.8	48.2	55.3	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
8.0	40.1	48.4	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
8.4	40.4	48.5	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
8.8	40.6	48.6	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
9.2	40.8	48.7	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
9.6	40.9	48.8	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
10.0	41.0	48.9	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
10.4	41.1	48.9	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
10.8	41.2	49.0	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
11.2	41.3	49.0	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
11.6	41.4	49.0	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
12.0	41.4	49.0	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
12.4	41.5	49.1	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
12.8	41.5	49.1	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
13.2	41.5	49.1	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
13.6	41.6	49.1	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1
14.0	41.6	49.1	55.4	39.6	47.3	52.9	38.3	45.1	50.1



付録図-1 断熱温度上昇量の経時変化 (FBC、10・20・30℃)

関係報告

報告書番号	発行年月	専門委員会報告名
F-1	昭和28年5月	最近のポルトランドセメントを用いたコンクリートのセメント水比と圧縮強度の関係に関する報告(I)
F-2	昭和29年5月	最近のポルトランドセメントを用いたコンクリートのセメント水重量比と圧縮強さの関係に関する報告(II)
F-3	昭和30年5月	最近のポルトランドセメントを用いたコンクリートのセメント水重量比と圧縮強度の関係に関する報告(III)
F-4	昭和31年5月	最近のポルトランドセメントを用いたコンクリートのセメント水重量比と曲げおよび圧縮強さとの関係に関する報告
F-5	昭和32年5月	最近のポルトランドセメントを用いたコンクリートのセメント水重量比と圧縮強度および引張強さ係数との関係に関する報告
F-6	昭和33年5月	最近のポルトランドセメントを用いた舗装用コンクリートを対象とするAEコンクリートのセメント水重量比と曲げおよび圧縮強度との関係に関する報告
F-7	昭和34年5月	各種セメントを用いた舗装用AEコンクリートのセメント水重量比と強度との関係に関する報告(その2 早強および中庸熟ポルトランドセメント)
F-8	昭和35年4月	各種セメントを用いた舗装用AEコンクリートのセメント水重量比と強度との関係に関する報告(その3 高炉セメント)
F-9	昭和36年4月	各種セメントを用いた舗装用AEコンクリートのセメント水重量比と強度との関係に関する報告(その4 シリカセメントおよびフライアッシュセメント)
F-10	昭和36年4月	コンクリート強度におよぼす細骨材の影響に関する共同試験報告
F-11	昭和36年4月	コンクリート圧縮強度におよぼす試験方法の影響に関する共同試験報告
F-12	昭和37年5月	コンクリート圧縮強度におよぼす試験方法の影響に関する共同試験報告(その2)
F-13	昭和38年3月	コンクリート圧縮強度におよぼす試験方法の影響に関する共同試験報告(その3)
F-14	昭和39年6月	各種のセメントを用いたコンクリートの圧縮強度に関する共同試験報告(その1)
F-15	昭和40年8月	各種のセメントを用いたコンクリートの圧縮強度に関する共同試験報告(その2)
F-16	昭和41年9月	スランプの相違をも含めたコンクリートのセメント水比と圧縮強度との関係に関する報告
F-17	昭和42年4月	各種のセメントを用いたコンクリートの長期強度に関する共同試験報告
F-18	昭和42年9月	硬化コンクリートの配合推定に関する共同試験報告
F-19	昭和43年5月	富配合かた練りコンクリートのセメント水比と圧縮強度および引張強度との関係に関する報告
F-20	昭和43年10月	砕石を用いた舗装用コンクリートの圧縮強度および曲げ強度に関する報告
F-21	昭和44年9月	砕石を用いた軟練りコンクリートの配合および強度に関する報告
F-22	昭和45年9月	舗装用コンクリートの曲げ強度および引張強度に関する共同試験報告
F-23	昭和46年3月	硬化コンクリートの配合推定に関する共同試験報告(その2)
F-24	昭和47年9月	コンクリートの強度試験方法に関する共同試験報告(その1) I 圧縮強度試験におけるキャッピング材料およびキャッピング方法 II 引張強度試験における支承材の有無および支承材の材質 III 曲げ強度試験における供試体の寸法および載荷方法
F-25	昭和48年10月	レデーミクストコンクリート工場の回収水を用いたコンクリートに関する共同試験報告

報告書番号	発行年月	専門委員会報告名
F-26	昭和50年9月	レデーミクストコンクリート工場の回収水を用いたコンクリートに関する共同試験報告(II) 1.回収水使用コンクリートの性質に及ぼす温度の影響 2.減水剤を用いたコンクリートに及ぼす回収水の影響 3.スラッジの経過日数がコンクリートの性質に及ぼす影響 4.回収水とスラッジの品質調査
F-27	昭和50年9月	レデーミクストコンクリート工場の回収水を用いたコンクリートに関する共同試験報告(III) 回収水使用コンクリートの性質に及ぼすスラッジ組成の影響 (付)F-25における中性化試験の中間報告
F-28	昭和51年12月	細骨材の品質調査報告
F-29	昭和52年10月	粗骨材の品質調査報告
F-30	昭和52年9月	海砂の塩分含有量とコンクリート中の鉄筋の発錆に関する促進試験報告
F-25 追加報告	昭和53年4月	レデーミクストコンクリート工場の回収水を用いたコンクリートに関する共同試験 コンクリートの中性化試験結果
F-31	昭和54年6月	粗骨材の品質がコンクリートの諸性質におよぼす影響
F-32	昭和56年3月	細骨材の品質がコンクリートの諸性質におよぼす影響
F-33	昭和56年3月	海砂の塩分含有量とコンクリート中の鉄筋の発錆に関する研究 -材齢5年中間報告(その1)-
F-34	昭和57年5月	最近のセメントによるコンクリートの初期強度に関する共同試験報告(その1) -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を用いた場合-
F-35	昭和57年7月	海砂の塩分含有量とコンクリート中の鉄筋の発錆に関する研究 -材齢5年中間報告(その2)-
F-36	昭和58年2月	最近のセメントによるコンクリートの初期強度に関する共同試験報告(その2) -高炉セメントB種およびフライアッシュセメントB種を用いた場合-
F-37	昭和59年3月	コア供試体の圧縮強度におよぼす各種試験要因の影響
F-38	昭和60年7月	初期の乾燥がコンクリートの諸性質におよぼす影響
F-39	昭和61年6月	海砂の塩分含有量とコンクリート中の鉄筋の発錆に関する研究 -材齢10年中間報告(その1)-
F-40	昭和62年8月	海砂の塩分含有量とコンクリート中の鉄筋の発錆に関する研究 -材齢10年中間報告(その2)-
F-41	昭和63年4月	コンクリートによる高炉スラグ微粉末の混合率に関する研究
F-42	昭和63年1月	コンクリートによるアルカリ反応性骨材の膨張特性に関する研究(その1) -40℃湿空条件における試験結果-
F-43	1989年8月	コンクリートによるアルカリ反応性骨材の膨張特性に関する研究(その2) -屋外暴露および20℃海水反復浸漬条件における試験結果-
F-44	1989年9月	コンクリートによるアルカリ・シリカ反応の防止に関する研究
F-45	1991年6月	海砂の塩分含有量とコンクリート中の鉄筋の発錆に関する研究 -材齢15年中間報告-
F-46	1992年10月	石灰石骨材コンクリートに関する研究
F-47	1994年3月	石灰石骨材のアルカリ炭酸塩岩反応に関する調査・研究

報告書番号	発行年月	専門委員会報告名
F-48	1998年4月	海砂の塩分含有量とコンクリート中の鉄筋の発錆に関する研究 材齢20年最終報告
F-49	1999年3月	海砂の塩分含有量とコンクリート中の鉄筋の発錆に関する研究 ーセメントの種類, 養生条件および海洋暴露条件の影響(材齢10年試験)ー
F-50	1999年3月	コンクリートの断熱温度上昇試験方法に関する研究
F-51	2002年3月	各種セメントを用いたコンクリートの初期強度発現および断熱温度上昇
F-52	2006年3月	各種低発熱セメントを用いたコンクリートの海洋環境下での鉄筋の腐食に関する研究 材齢5年報告
F-53	2006年3月	蒸気養生条件がコンクリートの強度発現に及ぼす影響
F-54	2008年3月	寒冷地に暴露したAEコンクリートの耐凍害性-材齢20年報告-
F-55	2008年3月	各種セメントを用いたコンクリートの耐久性に関する研究
F-56	2010年3月	各種低発熱セメントを用いたコンクリートの海洋環境下での鉄筋の腐食に関する研究 材齢10年最終報告
F-55 (追補)	2011年3月	各種セメントを用いたコンクリートの耐久性に関する研究 (コンクリートの乾燥収縮に関する実験結果)
F-57	2012年6月	各種セメントを用いた暑中コンクリートの諸性質に関する研究
F-58	2013年3月	コンクリートの収縮ひび割れ抵抗性に関する試験報告
F-59	2014年4月	各種セメントを用いたコンクリートの断熱温度上昇に関する研究
F-60	2018年3月	寒冷地に曝露したAEコンクリートの耐凍害性ー材齢30年報告ー

コンクリート専門委員会報告 F-59 (追補)

平成 30 年 3 月 31 日 発行

一般社団法人セメント協会
東京都中央区日本橋本町 1 丁目 9 番 4 号
電話 03 (5200) 5051 (代)

発行所 一般社団法人セメント協会 研究所
東京都北区豊島 4 丁目 17 番 33 号
電話 03 (3914) 2691 (代)

