

Ⅷ-1 モルタルおよびコンクリートの耐熱性に関する2.3の実験

福岡大学 正員 大和 竹史

福岡大学 正員 江本 幸雄

福岡大学 正員 山下 一友

1. まえがき

コンクリートの耐火、耐熱性は原子炉圧力容器のような100℃前後の温度から火災時のような1000℃前後の高温領域に至るものまで多くの研究が行なわれているが、いまだに、優れた耐熱性を有するコンクリートは開発されていない。本報告では高性能減水剤を使用し、低水セメント比とした高強度モルタルにおける耐熱性を検討し、次に、最近注目を集めている水さい微粉末を混入したモルタルおよびコンクリートについて実験的検討を行なった。

2. 使用材料

セメントは三菱普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材は海砂(比重2.53, 粗粒率2.72, および比重2.61粗粒率2.80)粗骨材は角閃岩碎石(比重2.99, 粗粒率6.80)を使用した。混和材としては市販されている高性能減水剤を使用した。減水剤の主成分および添加量を表-1に示す。シリーズⅡ,Ⅲ,Ⅳでは水さい粉末(比重2.90ブレーン3860%)をセメントの内割として使用した。

表-1 減水剤の種類と添加量

記号	主成分	添加量(%)
N	高縮合トリアジン系化合物	4.52
M-1	β-ナフタリンスルホン酸	0.4
M-2	ホルマリン縮合物	1.5
P	アルキルアリルスルホン酸塩	1.0
R	リグニンスルホン酸塩	0.25

3. 実験方法

実験は4シリーズからなり、シリーズⅠでは一般に市販されている高性能減水剤3種類と普通の減水剤とを用いたモルタルで耐熱性試験を行なった。シリーズⅡでは微粉末した水さい粉末をセメントの内割として0,10,20,30,40,50%置換したモルタルで試験を行なった。シリーズⅢ,Ⅳとも加熱温度は650℃とした。シリーズⅢではシリーズⅡにおいて最も耐熱性が良いと考えられる水さい置換のモルタルで加熱温度を200,400,600,800℃として試験を行なった。シリーズⅣでは水さいをセメントの内割として、0,10,20,30%置換したコンクリートの加熱温度650℃における耐熱性を調べた。モルタルの配合は砂とセメントの比を1:1とし、フロー値が180±3となるように水セメント比を変えて試験練りを行ない決定した。コンクリートの配合は、単位セメント量450g,水セメント比35%,細骨材率40%とした。供試体は内部の水による爆裂を防ぐため、材令28日目に105℃で1日予備乾燥を行なったのち試験を行なった。試験は電気炉内温度が設定温度になるまで加熱し、3時間保持したのち室温まで徐冷し、曲げ強度および圧縮強度試験を行ない、無加熱の強度と比較した。加熱速度は供試体に大きい温度応力を生じさせないように2~3℃/minで上昇させた。加熱経路を図-1に示す。

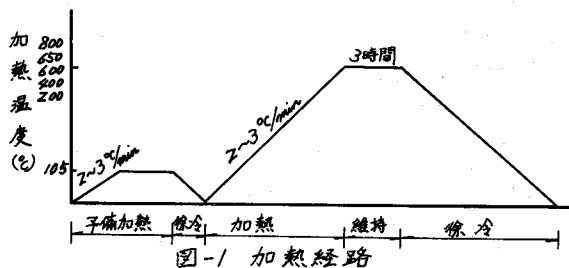


表-2 強度試験結果(シリーズⅠ)

記号	水セメント比(%)	無加熱		加熱後	
		曲げ強度(%)	圧縮強度(%)	曲げ強度(%)	圧縮強度(%)
N	27.4	119.1	798	51.8 (44)	614 (77)
M-1	33.0	99.8	630	31.8 (32)	423 (67)
M-2	27.2	134.7	926	24.6 (18)	507 (55)
P	32.0	99.5	551	32.1 (32)	420 (76)
R	35.1	93.1	539	28.5 (31)	311 (58)

3. 実験結果および考察

I) 高性能減水剤を使用したモルタルの耐熱性

フロー試験により決定した水セメント比および強度試験結果を表-2に示す。いずれの高性能減水剤を用いた場合も、曲げ、圧縮強度とも低下しており、特に曲げ強度の方が低下が著しい。残存圧縮強度百分率は高性能減水剤を用いた場合、M-2を除いて普通減水剤Rより大きい値を示している。しかし、M-2も加熱後の強度は507%と大きく、高性能減水剤を用いた場合、無加熱の強度が大きいので、残存強度も大きくなると考えられる。曲げ強度と圧縮強度の比は無加熱で $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{3}$ であるのに対し、加熱後は $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{2}$ と小さな値となった。

II) 水さい微粉末を混入したモルタルの耐熱性

水さい粉末をセメントの内割として置換した場合の水セメント比および試験結果を表-3に示す。曲げ強度の場合、残存強度百分率は40%前後で、水さい粉末の混入量にかかわらずほぼ一定となっている。しかし、圧縮強度の場合、加熱後の低下は小さく、良好な耐熱性を示している。特に、水さい混入量20%の場合は無加熱の強度以上となった。図-2は水さい混入率の影響をみるため、加熱後の圧縮強度を水さい混入率0%を基準として比較したものである。いずれの混入率においても0%の場合より大きい値を示し、10~20%において最大となっている。これは水さいの微粉末が脱水によって生じる収縮応力を緩和し、骨材との付着力の低下を抑えたためと考えられる。

III) 加熱温度の影響

図-3はシリーズIIによって最も良好な耐熱性を示した水さい混入率20%のモルタルを用いて200~800℃まで加熱した場合の結果である。加熱経路は図-1に示したとおりである。曲げ強度は600℃までほぼ温度に比例して減少している。圧縮強度は200, 400℃で無加熱に比べて大きい値を示しているが、800℃においては40%近くまで低下している。重量の減少は200℃で10%, 600℃で13%となり、800℃ではほとんど変化が見られなくなる。

IV) 水さい微粉末を混入したコンクリートの耐熱性

水さい粉末をセメントの内割として混入したコンクリートの試験結果を表-4に示す。残存強度百分率は圧縮強度の場合、60%前後、弾性係数は10%前後であり、残存強度はモルタルの場合に比較して、コンクリートの方が小さく、耐熱性は劣っている。水さい混入による影響をみるため、図-2のように、加熱後の圧縮強度を水さい混入率0%の場合を基準として表わすと、ほぼモルタルと同様に、10~20%の混入率において良好な耐熱性が得られた。

表-3 強度試験結果(シリーズII)

水さい粉末 混入率(%)	水セメント比 (%)	無加熱		加熱後	
		曲げ強度(%)	圧縮強度(%)	曲げ強度(%)	圧縮強度(%)
0	27.4	119.0	798	518(44)	614(77)
10	25.9	127.3	869	473(37)	795(91)
20	26.5	108.8	765	397(36)	792(104)
30	26.6	104.2	850	373(36)	702(83)
40	24.9	99.7	720	384(40)	695(97)
50	25.2	101.0	729	363(36)	677(93)

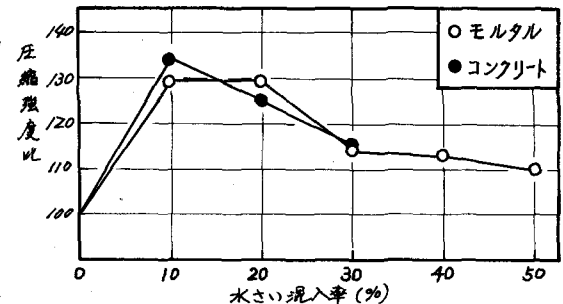


図-2 水さい混入率と圧縮強度との関係

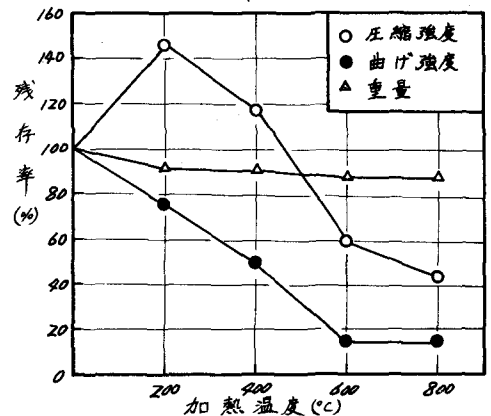


図-3 加熱温度と強度残存率

表-4 強度試験結果(シリーズII)

水さい粉末 混入率(%)	無加熱		加熱後	
	圧縮強度(%)	弾性係数(%)	圧縮強度(%)	弾性係数(%)
0	431	35.4	262(61)	279(8)
10	560	34.3	350(63)	378(11)
20	509	34.5	327(64)	441(13)
30	593	33.9	302(51)	299(9)