

福岡大学 工学部 正員

大和竹史

坂田義明

学生員 O 遠田勝美

大塚英俊

I. まえがき

人工軽量骨材を用いた軽量コンクリートは各方面で使用されている。人工軽量骨材は最高1200℃で焼成されていることから人工軽量骨材は従来の普通コンクリートより耐熱性が与えられているといわれている。本実験では、コンクリートが一時的に加熱されるだけで、繰り返しが無い場合、たとえば人工軽量骨材を用いたビルディングの火災時等において、高温にさらされる際のコンクリートの爆裂に関する基礎的実験を行ったのでその結果を報告する。

II. 使用材料、コンクリートの配合および強度

セメントは普通ポルトランドセメント(比重3.16)、アルミナセメント(比重3.16)を使用した。

骨材の物理的性質は表Iに示す。コンクリートの配合および強度は表IIに示す。

表II コンクリートの配合及び強度

シ リ ー ズ	配合 記号	使用材料		粗骨材 最大粒径 (mm)	水 量 (%)	空気量 (%)	W/C	S/A	符合7日強度				符合28日強度			
		セメント	粗骨材						(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
I	A	普通	造粒型	15	20.60	5.6	66	40	227	18.5	45.7	134	268	21.2	65.1	166
	B	普通	非造粒型	15	20.55	5.9	66	40	195	13.0	44.0	166	266	18.1	58.5	220
	C	普通	非造粒型	10	20.0	1.6	66	40	358	18.2	63.3	136	413	27.0	62.2	234
	D	普通	非造粒型	15	10.90	2.0	66	40	308	17.2	65.0	2.08	422	22.1	67.2	224
	E	普通	角閃石	20	5.50	2.7	66	40	327	21.3	69.9	2.89	417	30.0	76.7	307
II	F	普通	造粒型	15	5.60	1.2	66	40	360	16.6	69.6	1.80	397	23.9	76.2	201
	G	普通	造粒型	15	1.0	1.6	66	40	375	19.8	66.2	1.76	419	23.0	78.8	210
III	H	普通	非造粒型	15	10.90	2.0	66	40	307	17.2	65.0	2.08	422	22.1	65.0	224
	I	普通	非造粒型	15	10.90	2.0	66	40	307	17.2	65.0	2.08	422	22.1	65.0	224
IV	J	アルミナ	造粒型	15	16.60	0.2	66	40	309	18.7	63.8	2.06	282	15.1	65.5	206
	K	普通	造粒型	15	10.95	2.1	66	40	300	18.7	57.7	1.89	362	21.3	68.3	222

表I 使用骨材の物理的性質

骨材の種類	目 比 重	吸水率 (%)	粗率 (%)
角門石	2.93	0.66	6.38
造粒型	1.34	6.1	6.67
非造粒型	1.41	9.5	6.36
海砂	2.57	1.5	2.83

III. 実験方法

供試体は打込み時にウェットスクリーニングを行い、モルタル供試体(4×4×16cm)、コンクリート供試体(φ10×20cm)を作製し水中養生を行った。

I シリーズ 骨材の種類および粒度による影響について

I シリーズは材令28日目に水中より供試体を取り出し、表乾状態にした供試体を炉内温度をあらかじめ400℃に維持していた炉内に設置し、それから5℃/minの速度で爆裂の有無にかかわらず800℃まで上昇させ3時間800℃を継続した。その後室温まで徐冷し爆裂状態を観察し爆裂の起こるなか、供試体は強度試験を行った。強度残存率は次の様に定義する。(以下、下式により強度残存率は求む)

$$\text{強度残存率 (\%)} = \frac{\text{加熱コンクリート供試体の強度}}{\text{無加熱コンクリート供試体の強度}} \times 100$$

II シリーズ 粗骨材の吸水状態の影響について

打込み時における粗骨材の吸水状態による影響について検討する目的で行なったシリーズである。配合Fは粗骨材を表乾状態で使用し、配合Gは飽和状態を使用するものである。粗骨材には造粒型人

工軽量骨材も使用した。炉入れおよび強度試験の要領はIシリーズと同様とした。

Ⅲ シリーズ 供試体の乾燥状態による影響について

Ⅲシリーズは材全27日目に供試体を水中より取り出し、約100℃で24時間予備乾燥を行い、その後材全28日目に400℃の炉内に設置し後はIシリーズと同様に行った。配合Hはこの要領を行い、配合IはIシリーズと同様の要領で試験を行い、比較を試みた。

Ⅳ シリーズ セメントの種類による影響について

アルミナセメントは耐熱コンクリートに用いられるが普通ポルトランドセメントと同様に練りまぜる。アルミナセメントコンクリートが普通ポルトランドセメントコンクリートに比較してどの程度耐爆裂性があるか検討するためのシリーズである。試験方法はIシリーズの場合と同様とする。

Ⅳ. 実験の結果および考察

各シリーズ毎について結果を示すと次の様になる。

Iシリーズの結果は次のようになった。配合Aでは500℃前後で爆裂。配合Bは525℃前後。配合Cは500℃前後。配合Dは500℃前後。配合Eでは570℃前後でそれぞれ爆裂を起こした。このことより角質石コンクリートの方が人工軽量骨材コンクリートより、やや高温で爆裂した点大きな差異はなく、骨材の種類と爆裂との関係は少ない様に思われる。Ⅲシリーズでは配合Fが500℃前後で爆裂し、配合Gでは爆裂は起らないが、このことより、使用骨材の吸水量が大であればあるほど爆裂が起りやすいことがわかる。これは骨材中の水分が急に膨張するため、骨材及び外部のコンクリートに大きな引張応力を与え爆裂が起ることがわかる。Ⅳシリーズでは配合Hで爆裂なし。配合Iでは500℃前後で爆裂を起した。このことはコンクリート中の含水量が大であれば爆裂が起ることを示し、水分の急な脱水が爆裂を引き起すものと思われる。Ⅴシリーズでは配合Jで爆裂なし。配合Kは500℃前後で爆裂を起した。このことはアルミナセメントが普通ポルトランドセメントより高温に耐えるセメントであることがわかる。アルミナセメントが普通ポルトランドセメントと異なる点は、a) 加熱冷却の繰返しによる炭素の気体となる水酸化石灰 $Ca(OH)_2$ を遊離しない。b) 加熱に従い普通コンクリートの様に強度を漸減するが800~1000℃以上では骨材と反応して、いわゆるセラミックボンドを生成し強度を回復する。等である。

普通ポルトランドセメントの供試体が爆裂を起さなからに供試体をも全てにそれが生じているのがわかった。これはポルトランドセメントの生成物は珪酸石灰であり珪酸石灰は水和すると水酸化石灰を遊離する。これは加熱冷却において水酸化石灰は収縮・膨張を繰返すことになる。 $Ca(OH)_2$ を遊離するものは

$$Ca(OH)_2 \xrightarrow[\text{冷却・吸湿 (膨張)}]{\text{加熱 450℃以上 (収縮)}} CaO + H_2O$$

450℃以上に加熱し空気中に放置冷却させたためである。

Ⅴ. あとがき

爆裂の原因としてはコンクリート内部水のボイラー効果、セメントペースト及び骨材間の熱膨張率の差等があげられるが今回の実験はφ10×20cmのシリンドロのみで行い、又使用したセメント骨材の種類も少なく結論を出す事は無理であるが普通コンクリート、軽量コンクリートとも、高温強度を受ける前の状態が乾燥状態程度であれば500℃~570℃で爆裂を起すこと、Ⅲシリーズより打込み時の粗骨材中の吸水量が爆裂を誘発させる傾向にあることが明らかとなった。今後はシリンドロのみではなく、大気中における床版やラメンなどの爆裂について研究してゆく所存である。

参考文献 ① 原田有, 浦井亨: 耐熱コンクリート, コンクリートジャーナル Vol.8 No.2