

反応性骨材を用いたモルタルの要因に関する一実験

大阪工業大学 正員 仁 枝 保

1. 実験目的 アルカリ骨材反応によるコンクリートの劣化が、近年問題となつている。骨材は、本質的にコンクリート中にあつては、不活性材料とみなされてきたが、最近の研究によれば、潜在反応性骨材の存在が確認されつつある。本実験は、アルカリ骨材反応を示すと思われる骨材を用いてモルタルを作成し膨脹量および強度とヤング係数につき仮定した要因のもとで、実験計画手法により検討を試みた。

2. 実験概要 1)実験計画：一般にアルカリ骨材反応に影響を及ぼすと思われる要因、アルカリ量、骨材の混入量等を主要とし、促進養生及び養生方法を加味して、表-1、表-2に示す要因と水準を設定し、 $L_{27}(3^4)$ 型によつて割り付け分散分析を行つた。2)使用材料及び配合：使用したセメントは、O社製普通及び早強ポルトランド、高炉混合セメント。使用した細骨材は、手島産碎石、高槻産碎石を各々粒度調整した。アルカリは、水酸化ナトリウム(NaOH)の試薬特級をセメント質量%で用いた。ペースト及びモルタルの配合は、モルタルより定まつた重量比1:2.25:0.5を用い、ペーストに対しても準用した。

3)供試体の作成方法及び試験方法

：ペーストの実験供試体は、 $4 \times 4 \times 4$ cmの立方体で、JIS R 5201に準じて作成した。打ち込み後、24時間で脱型し割り付けに従つて、各々温度条件にて温水促進養生を行ない、試験材令中定めた養生方法にて行つた。モルタルの実験供試体は、 $4 \times 4 \times 4$ cmの立方体、 $4 \times 4 \times 16$ cmはり型及び $\phi \times 10$ cm円柱形の3種を、JIS R 5201に準じて作成した。打ち込んだ供試体の脱

表-1 ペースト実験の要因と水準

要因 \ 水準	0	1	2
セメントの種類	早強セメント	普通セメント	高炉セメント
アルカリ量	3%	2%	1%
促進養生温度	70℃	45℃	20℃
養生方法	KOH10% 溶液	水中	気中

表-2 モルタル実験の要因と水準

要因 \ 水準	0	1	2
骨材混入比	(ア)10:(普)0	(ア)5:(普)5	(ア)0:(普)10
アルカリ量	3%	2%	1%
促進養生温度	70℃	45℃	20℃
養生方法	KOH10% 溶液	水中	気中

型、促進養生、養生方法等は、ペースト実験と同様の操作にて行つた。ペーストの実験では、体積膨脹量をJIS A 1109の広口ピンによる方法に準じて行い、材令60日まで12回の測定を行つた。材令60日に、ペースト供試体を、対角線面内に加圧する割裂試験を行つて、引張強度を求めた。モルタルの実験では、材令28日に、圧縮、曲げ強度をJIS R 5201に準じて行つた。さらに引張強度およびワイヤーストレインゲージによる静弾性係数試験も行つた。

3. 試験結果と考察 ペーストの材令60日の膨脹率と引張強度を表-3に示す。分散分析

の結果、セメントの種類及び養生方法の要因が、危険率1%、アルカリ量の要因が、危険率5%での有意性を示した。有意性の認められた要因の主効果を各水準について示すと、膨脹率とセメントの種類では、早強が0.47%、普通が0.29%、高炉は-0.49%であつた。養生方法については、KOH10%溶液中が0.08%、水中0.42%、気中0.37%であつた。アルカリ量はNaOH3%で-0.19%、同じく2%で0.15%、1%で0.19%であつた。ペーストの実験に於けるこれら体積変化を示したものの引張強度は、セメントの種類の主効果での高炉以外は、体積変化に対応した値を示し、膨脹すれば強度は低下することが推測される。モルタルの実験

表-3 ペーストの実験 割り付けと試験結果一覧

No	セメントの種類	アルカリ増量	促進養生温度	養生方法	膨脹率(%)	引張強度(kg/cm ²)
1	早強ボルト	3%	70℃	KOH10%中	0.25	10.0
2	"	"	45℃	水 中	0.92	8.2
3	"	"	20℃	気 中	-0.02	16.5
4	"	2%	70℃	水 中	0.72	14.1
5	"	"	45℃	気 中	-0.27	13.2
6	"	"	20℃	KOH10%中	0.19	22.4
7	"	1%	70℃	気 中	0.15	11.3
8	"	"	45℃	KOH10%中	0.76	22.3
9	"	"	20℃	水 中	0.59	8.4
10	普通ボルト	3%	70℃	KOH10%中	0.40	9.6
11	"	"	45℃	水 中	0.70	10.1
12	"	"	20℃	気 中	-0.59	8.9
13	"	2%	70℃	水 中	0.39	6.2
14	"	"	45℃	気 中	-0.08	9.3
15	"	"	20℃	KOH10%中	0.17	13.7
16	"	1%	70℃	気 中	-0.04	9.4
17	"	"	45℃	KOH10%中	0.61	18.3
18	"	"	20℃	水 中	1.02	11.8
19	混合高炉B	3%	70℃	KOH10%中	-1.35	13.9
20	"	"	45℃	水 中	-0.78	14.0
21	"	"	20℃	気 中	-1.11	10.4
22	"	2%	70℃	水 中	0.42	12.3
23	"	"	45℃	気 中	-0.81	5.9
24	"	"	20℃	KOH10%中	0.59	16.5
25	"	1%	70℃	気 中	-0.66	6.9
26	"	"	45℃	KOH10%中	-0.86	17.5
27	"	"	20℃	水 中	0.27	17.7

は、材令28日に圧縮、曲げ、引張強度と応力の½点に於ける割線係数を求め、表-4に結果を示した。分散分析を行つて、すべての試験結果から有意性の認められた要因は、主効果のアルカリ量であつた。さらに、考慮した主効果の要因について、有意性をよく示したのは引張強度試験であつた。強度とアルカリ量との関係は、NaOH1%の各測定値を100としてNaOH3%の各測定値の比をとつて示すと、圧縮強度で0.87、曲げ強度で0.83、引張強度で0.72と低下を示した。またヤング係数についても同様に考察すると、0.87の低下を示した。骨材混合比の要因については、引張試験で主効果の有意性が危険率5%で認められたが、水準10:0と5:5

表-4 モルタルの実験 割り付けと試験結果一覧

について同値を示し、0:10よりも13%の強度低下を示した。反応性骨材を用いた今回のモルタルの実験より、ペーストについては養生方法、モルタルについては骨材混合比とアルカリ量についての要因が、かなり影響を及ぼすことが示された。付記：本実験は、丸栄コンクリート工業㈱大岡和治、才門建設㈱湯浅貴之、前田建設工業㈱岸田亘祐、三氏の協力を頂いた。

%	骨材混合比	アルカリ増量	促進養生温度	養生方法	圧縮強度(kg/cm ²)	曲げ強度(kg/cm ²)	引張強度(kg/cm ²)	ヤング係数×10 ⁴ (kg/cm ²)
1	10:0	3%	70℃	KOH10%中	317	42.9	10.8	1.15
2	"	"	45℃	水 中	371	64.1	21.9	1.40
3	"	"	20℃	気 中	388	68.2	30.9	2.00
4	"	2%	70℃	水 中	387	51.2	16.3	2.50
5	"	"	45℃	気 中	268	51.6	24.4	1.80
6	"	"	20℃	KOH10%中	427	96.8	18.1	1.95
7	"	1%	70℃	気 中	448	82.3	29.9	1.90
8	"	"	45℃	KOH10%中	456	91.3	27.2	1.70
9	"	"	20℃	水 中	404	80.4	30.1	2.20
10	5:5	3%	70℃	KOH10%中	363	51.7	13.7	1.25
11	"	"	45℃	水 中	403	61.4	16.1	1.55
12	"	"	20℃	気 中	462	91.3	29.5	2.40
13	"	2%	70℃	水 中	404	50.8	18.8	1.55
14	"	"	45℃	気 中	503	91.5	26.2	2.30
15	"	"	20℃	KOH10%中	432	89.6	19.5	2.30
16	"	1%	70℃	気 中	454	63.5	29.9	2.05
17	"	"	45℃	KOH10%中	441	80.1	28.4	2.10
18	"	"	20℃	水 中	500	87.0	22.9	2.35
19	0:10	3%	70℃	KOH10%中	309	73.4	20.8	2.25
20	"	"	45℃	水 中	328	69.5	22.3	2.05
21	"	"	20℃	気 中	349	84.6	21.3	1.85
22	"	2%	70℃	水 中	354	71.4	25.6	2.15
23	"	"	45℃	気 中	367	81.0	34.1	2.25
24	"	"	20℃	KOH10%中	358	98.4	30.6	2.30
25	"	1%	70℃	気 中	349	87.4	31.7	2.30
26	"	"	45℃	KOH10%中	349	88.5	34.1	2.15
27	"	"	20℃	水 中	436	82.4	27.3	2.40