

各種岩質の骨材を用いたコンクリートの凝結硬化速度について

岩手大学 学生員 ○ 藤沼 貴之
 広西大学 江 東
 岩手大学 正 員 藤原 忠司

1. まえがき

コンクリートの凝結硬化をもたらすのは、セメントペーストの水和であり、凝結硬化の速度は、材料的には基本的にセメントの種類に依存する。しかし、場合によっては、骨材中の成分がセメントの水和に影響を与え、凝結硬化の時間を早める可能性のあることが指摘されている。この現象を過早凝結と呼んでいるが、とくに、RCDコンクリートなどで、転圧作業中にこの現象が生じた場合、施工性が損なわれる恐れが強いため、過早凝結発生の可能性に慎重な配慮が払われている。本研究では、様々な岩質の骨材を対象にし、この過早凝結について、実験的な検討を試みた。

2. 実験概要

凝結硬化の速度は、2つの方法で測定した。ひとつは、ASTM C 403の「貫入抵抗によるコンクリートの凝結時間試験方法」（以下、貫入試験と呼ぶ）であり、モルタル供試体を対象とする。細骨材としては、収集した骨材を砕き、絶乾状態で表-1に示す粒度分布になるように調整したものを用いた。

ふたつめの方法は、JIS R 5201の「セメントの物理試験方法」の中の凝結試験方法（以下、凝結試験と呼ぶ）であり、本来、この方法は、セメントペーストを対象としているが、これをモルタルに準用してみた。ただし、細骨材の寸法が大きい場合は、始発用標準針が骨材に阻害されて、正常な貫入が困難になる場合がある。試行錯誤の結果、細骨材の寸法を1.2mm以下とすれば、測定がほぼ可能となることが確認された。したがって、この方法の場合の細骨材の粒度は、表-1の粒度から、1.2mm以上を除いたものとする。

用いた骨材は、表-2に示すような17種類である。上述のような粒度調整を行って、細骨材とし、表乾状態でモルタル作製に用いた。使用したセメントは、普通ポルトランドセメントである。モルタルは、全体の容積に占める細骨材の容積割合を66%、水セメント比を50%にした配合としている。

3. 実験結果及び考察

貫入試験の測定例を、図-1に示す。練混ぜ後の時間経過に伴い、抵抗値は増大する。この抵抗値が、500psiおよび4000psiとなったときの経過時間を、それぞれ凝結の始発時間および終結時間とする。

表-2 骨材の比重、吸水率

No	比重	吸水率 (%)	No	比重	吸水率 (%)
1	2.62	3.42	10	2.57	3.39
2	2.60	3.73	11	2.60	2.50
3	2.63	2.80	12	2.55	4.56
4	2.70	1.04	13	2.54	4.43
5	2.68	0.87	14	2.53	4.19
6	2.69	0.77	15	2.55	3.29
7	2.70	0.49	16	2.55	5.00
8	2.67	0.61	17	2.78	1.95
9	2.61	2.44			

表-1 細骨材の粒度分布

ふるい呼び寸法		質量百分率 (%)
通過	残留	
4.75mm	2.36mm	9.26
2.36mm	1.18mm	23.15
1.18mm	600 μ m	23.15
600 μ m	300 μ m	23.15
300 μ m	150 μ m	13.84
150 μ m	受皿	7.40

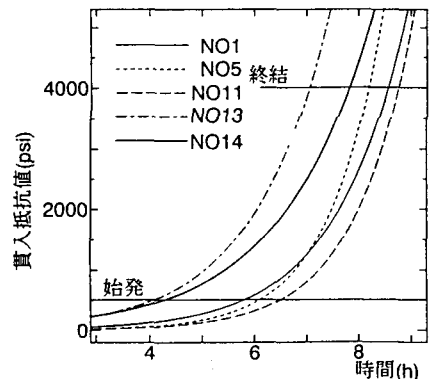


図-1 貫入試験の測定例

表-3 貫入試験結果

No	始発 (h-m)	終結 (h-m)	No	始発 (h-m)	終結 (h-m)
1	5-45	8-34	10	5-46	8-30
2	6-15	8-34	11	6-30	8-45
3	6-11	8-34	12	4-07	8-26
4	6-07	8-10	13	4-05	7-03
5	6-06	8-12	14	4-19	7-49
6	5-42	8-24	15	4-40	7-58
7	5-56	8-16	16	5-25	8-28
8	5-32	8-22	17	5-35	8-00
9	5-42	8-14			

表-4 凝結試験結果

No	始発 (h-m)	終結 (h-m)	No	始発 (h-m)	終結 (h-m)
1	1-15	3-50	10	2-00	3-50
2	1-45	5-00	11	2-10	4-50
3	1-40	4-55	12	0-45	2-15
4	1-50	4-30	13	0-40	2-10
5	2-00	4-35	14	0-45	2-20
6	2-05	4-35	15	0-45	2-30
7	1-40	4-50	16	1-35	4-00
8	2-00	4-10	17	1-20	3-50
9	1-50	4-20			

このようにして求めた凝結時間を、表-3に示す。始発の最短(No.13の4時間5分)と最長(No.11の6時間30分)との間には、2時間以上の開きがある。とくに、問題となるのは、始発が早い場合であり、No.12~15は、他に比して始発が異常に早く、過早凝結の可能性が高いと言える。これらは、終結も早い傾向にある。

表-4は、凝結試験の結果を示している。この場合も、No.12~15の凝結が、他に比較して、異常に早い結果となっている。

このように、本実験で用いた骨材の場合、4種類が過早凝結の傾向を示した。過早凝結の原因としては、骨材に含まれるある種の粘土鉱物が、セメントペースト中のイオンとイオン交換を行いセメントの水和に異常を生じせしめるためと考えられている。そして、その粘土鉱物としては、モンモリロナイトが挙げられている。本実験では、X線回折により、骨材の鉱物組成を調べてみた。その結果、過早凝結を起こした骨材の場合、主成分として石英がほとんど無く、斜長石と粘土鉱物で構成されていることが判明した。また、粘土鉱物には、モンモリロナイトが含まれている可能性が高いとの結果も得られているが、この段階では、断定できず、今後、詳細な実験を要する。

最後に、本実験で用いた凝結試験の妥当性を検討してみたい。この試験は、本来セメントペーストを対象とする。これをモルタルに適用してみたが、この結果とモルタルを対象とする貫入試験の結果との相関をみたのが、図-2である。ばらつきが大きいものの、両者には一定の関係が見られる。

さらに、No.17の骨材を用い、普通セメントのほかに、早強セメント、高炉セメント、フライアッシュセメントを使用して、モルタルの凝結時間を貫入試験および凝結試験で求めてみた。両試験結果の相関を、図-3に示す。この場合も、両者には、一定の関係がみられる。したがって、モルタルを用いた凝結試験から、貫入試験で得られるであろう凝結時間を、ある程度の精度で推定することが、可能であると考えられる。この凝結試験は、比較的容易であり、また試料が少なく済むという利点を有する。

終わりに、本実験遂行にご尽力戴いた岩手大学椎子國成氏に深甚の謝意を表します。

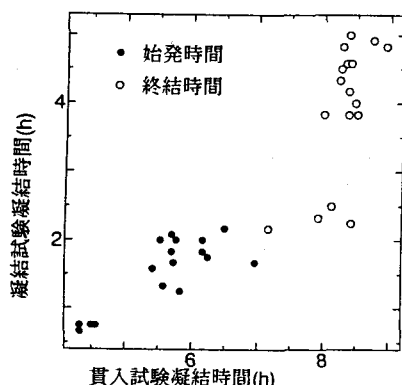


図-2 貫入試験と凝結試験の関係

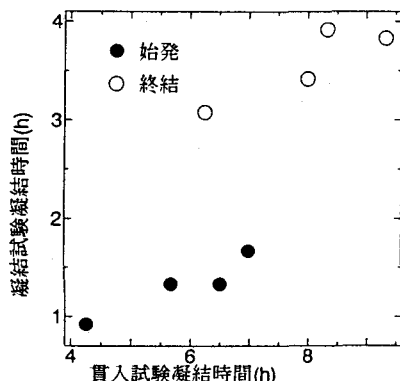


図-3 貫入試験と凝結試験の関係