

富配合コンクリートの熱拡散率

秋田大学 正 徳 田 弘
 〃 〃 川 上 河
 〃 〃 藤 島 久

まえがき コンクリートの熱的性質の一つである熱拡散率は、温度変化の容易さの程度を示す熱学数であって、温度変化が生ずるコンクリート構造物の設計・施工の際の基礎的資料である。近年、建設工事の急速化および新工法の開発などにより、コンクリートは多種多様な性質が要求されるようになった。特に、コンクリートの高強度化については多方面から関心が集まり、将来ますますその利用が増加するものと考えられる。コンクリートの熱的性質に関する研究は、マッシュアップコンクリートなど、比較的貧配合のコンクリートを対象としたものが多く、富配合コンクリートについては余り行なわれていないようである。本報告は、高強度コンクリートを対象として熱拡散率を測定し、さらにその改善方法を圧縮強度との関連から実験的に考察した結果である。

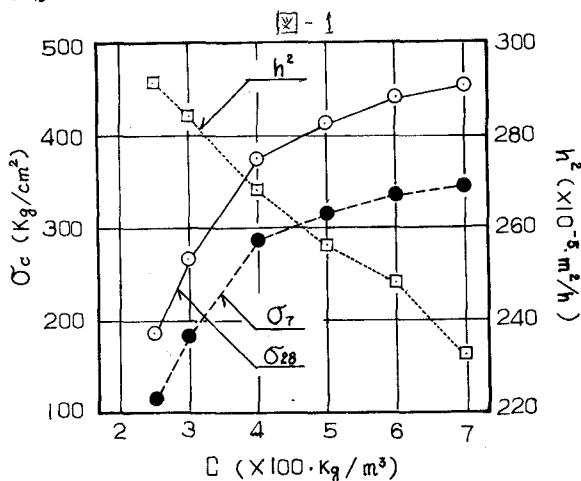
実験の概要 普通ポルトランドセメント、川砂、川砂利および多環アロマスルホン酸塩系減水剤を使用した。骨材の主な石質は安山岩であった。コンクリートの配合は表-1に示すとおり10種類で、粗骨材の最大寸法25mm、スランプ5~8cm、空気量1.3~1.6%であり、単位セメント量を250~700kg/m³の範囲とした。同表において、配合NO.1~6はプレーンコンクリートであり、NO.3~6は減水剤を用いたコンクリートである。供試体は中10×20cmで、熱拡散率の測定はグローバ法によって行ない、同一条件について、供試体個数も3個とした。温度測定は、径0.32mm、長さ3mmの銅コンスタンタン熱電対を用いた。測定時の供試体温度は50~15℃であって、測定材令は7日とした。なお、測定時の供試体はすべて飽水状態とした。

実験結果および考察 配合NO.1~6のコンクリートの熱拡散率および材令7日と28日における圧縮強度 σ_c の測定結果を図-1に示す。同図から、単位セメント量 C が増加すれば、圧縮強度は増加するが、熱拡散率は減少の傾向を示すことが認められる。しかも、熱拡散率の変化傾向はほぼ直線的であるのに反して、圧縮強度の増加割合はセメント量を増すにつれて小さくなり、さらにセメント量を増しても強度増加がほとんど期待できないような限度が存在するように思われる。一般に、熱拡散率が小さいほど温度応力によるひびわれ発生危険性が高い。このようなひびわれを防止する目的で強度の大きいコンクリートを得ようとして単位セメント量を増したとしても、強度増加には限度があり、かえって熱的に不利となる場合があることに注意する必要がある。

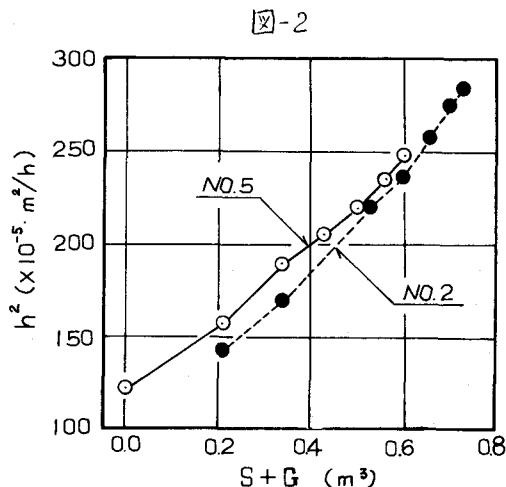
熱拡散率が大きいほど有利なコンクリート構造物を仮定し、熱拡散率のより大きいコンクリートを製造するためにはどのような配合にすべきかを考える。コンクリートは、粗骨材をセメントペーストによって結合した2相複合材料とみなすことができる。

表-1

配合 NO.	W/C (%)	S/Q (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
1	64.4	41.0	161	250	772	1125
2	54.5	40.0	163	299	736	1117
3	42.2	38.0	168	398	662	1094
4	36.5	36.0	182	499	588	1057
5	33.4	34.0	199	595	512	1007
6	30.3	32.0	211	696	448	961
3'	42.1	38.0	151	359	693	1145
4'	36.2	36.0	156	431	631	1135
5'	34.2	34.0	166	486	573	1125
6'	30.7	32.0	171	558	517	1113



。両者の混合割合がコンクリートの熱拡散率に及ぼす影響を明らかにするため、N0.2およびN0.5の配合を基本にして、それぞれの配合における骨材量の一部を段階的に減じ、残る各成分の和が単位体積となるように換算した配合のコンクリート、モルタルあるいはセメントペーストについて熱拡散率を測定してみた。その結果が図-2であって、単位骨材量($S+G$)が増すにつれて熱拡散率は増加する傾向にあることが認められる。骨材量が等しい場合であっても、N0.2とN0.5の熱拡散率に差異が認められるのは、両者の水セメント比がそれぞれ54.5および33.5%であるから、セメントペーストの濃度に起因すると考えられる。



上述の結果から、熱拡散率の大きいコンクリートをつくるためには、単位骨材量が多くなるように配合設計を行えばよいことがわかる。また、一般に同一産地から採取された骨材では、粒径の大きいもののほじその熱拡散率が大きいことが知られている*。これらのことを考慮に入れて、粗骨材の最大寸法を大きく、細骨材率を小さく、また、粒径の大きい骨材が多くなるような粒度にするなどの工夫をすれば、コンクリートの熱拡散率をある程度まで大きくすることが可能であろう。しかし、コンクリートのワーカビリティ、強度、耐久性、水密性など、そのコンクリートに要求される所要の品質を損なうことなく上記の配合調整を行なうとすれば、調整可能な範囲は限られるから、したがって熱拡散率の改善の程度も極く小さなものとなるであろう。例えば本報告にあるように、粗骨材の最大寸法、スランプ、圧縮強度などが規定されているとき、これらの条件を満足させる範囲で配合を修正しなければならないから、修正による効果はほとんど期待できない。そこで、高強度コンクリート用減水剤の一種である多環アロマスルホン酸塩を主成分とする減水剤が入りできたので、これをセメント量の0.75%だけ使用し、水セメント比を一定として配合を定めてみた。その結果は表-1の配合N0.3~6に示すとおりであって、単位水量はフレーンコンクリートの配合N0.3~6と比較して10~20%程度減少し、特に単位セメント量が多くなるほど減水性は大きくなり、進行空気量は増加しないことがわかった。このように、熱拡散率の小さいセメントペースト量が減少し、これに伴って熱拡散率の大きい細粗骨材量が増加するから、コンクリートの熱拡散率は増加することになる。この減水剤を用いたコンクリートと水セメント比の等しいフレーンコンクリートについて、その単位水量 W 、細粗骨材容積($S+G$)、熱拡散率 h^2 および材令28日圧縮強度 σ_{28} の比率を求め図-3に示した。同図から、減水剤を用いた場合、骨材量は5~16%、熱拡散率は8~15%程度増加し、その増加割合は、単位セメント量が大きいほど大きくなるがわかる。このように減水性の大きい減水剤は、高配合コンクリートの熱拡散率を改善するためにも極めて有効である。

*参考文献：徳田 弘，左谷征美，「コンクリートの熱特性値の測定とニ、三の考察」土木学会論文報告集第212号 1973年4月

