

しらす及び軽量粗骨材を使用したコンクリートの温度特性に関する研究

鹿児島大学大学院 学生員 吉國美涼  
 鹿児島大学工学部 正会員 武若耕司  
 鹿児島大学工学部 正会員 山口明伸  
 鹿児島大学大学院 学生員 奥地栄祐

1. はじめに

しらすは乱した状態で砂状となる火砕流堆積物で、ポーラスかつ  $75\mu\text{m}$  以下の微粒分が多く、その化学組成はボゾラン物質に類似するという特徴を有している。そこで我々は現在、このしらすを細骨材および粉体として使用したコンクリートの実用化を試みている。また、近年人口軽量骨材の品質の向上に伴い、軽量かつ高強度なコンクリートの開発も盛んであるが、しらすの特徴を考慮すると、しらすとこの軽量骨材を組み合わせた軽量コンクリートの開発も十分に期待できる。しかし、しらすや軽量骨材のようなポーラスな材料を併用する場合、特に若材齢時のコンクリートの温度特性への影響が懸念される。そこで本研究では、簡易断熱温度上昇試験及び簡易熱伝導率試験により、しらすあるいは軽量骨材としらすの併用が、コンクリートの温度特性に与える影響について実験的に検討した。

2. 実験概要

2-1 使用材料

使用材料を表-1 に示す。セメントには早強、普通、高炉B種セメントの3種類を使用した。細骨材にはしらす、粗骨材には軽量粗骨材を使用した。混和剤にはポリカルボン酸系高性能AE減水剤を使用した。なお、比較用として川砂と碎石を使用したものについても検討を行った。

2-1 配合

実験で使用した材料の組合せを表-2 に示す。各コンクリートの配合は、表-3 に示す容積比で全て同一とした。またしらすは粒径  $75\mu\text{m}$  以下の微粒分を粉体(P)の一部として扱った。

2-1 実験方法

簡易断熱温度上昇試験は、 $270\times 270\times 270\text{mm}$  のコンクリート供試体を厚さ  $400\text{mm}$  の断熱材で囲み、コンクリート中心部の温度上昇量を測定した。また各コンクリートについて、簡易熱伝導率試験を材齢 28 日で実施した。簡易熱伝導率試験は、 $\phi 150\times 300\text{mm}$  の円柱供試体の中心に  $\phi 53\times 300\text{mm}$  の中空を作り、供試体の軸と直角方向の定常熱流を生じさせて温度分布をはかり求めた。

3. 試験結果及び考察

各コンクリートの温度上昇量-時間曲線を図-1 に取りまとめて示す。このうち図-1-(a)は、しらす使用の影響を川砂使用と比較したもので、しらすコンクリート中の最大温度は、セメントとして早強セメントを使用した場合で  $6^{\circ}\text{C}$  程度、高炉セメント使用で  $10^{\circ}\text{C}$  程度、川砂コンクリートよりも高くなることがわかった。また、(b)に示す軽量粗骨材併用の場合については、川砂コンクリートに軽量骨材を用いること

表-1 使用材料

| 材料   | 種類           | 仕様                                                                                           |
|------|--------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| セメント | 早強           | 密度 $3.13\text{g}/\text{cm}^3$                                                                |
|      | 普通           | 密度 $3.16\text{g}/\text{cm}^3$                                                                |
|      | 高炉B種         | 密度 $3.04\text{g}/\text{cm}^3$<br>高炉スラグ混入量 $40\sim 45\%$                                      |
| 細骨材  | しらす          | 最大寸法 $3\text{mm}$ 密度 $2.14\text{g}/\text{cm}^3$<br>吸水率 $10.51\%$ $75\mu\text{m}$ 以下 $17.1\%$ |
|      | 川砂           | 密度 $2.63\text{g}/\text{cm}^3$ 、吸水率 $2.04\%$                                                  |
| 粗骨材  | 軽量粗骨材        | 密度 $1.16\text{g}/\text{cm}^3$ 、吸水率 $0.90\%$                                                  |
|      | 碎石           | 密度 $2.61\sim 2.65\text{g}/\text{cm}^3$                                                       |
| 混和剤  | 高性能AE減水剤(SP) | ポリカルボン酸系                                                                                     |

表-2 材料の組合せ

| No. | セメント | 細骨材 | 粗骨材 | SP量<br>(P×%) |
|-----|------|-----|-----|--------------|
| ①   | 早強   | 川砂  | 碎石  | 1.0          |
| ②   | 早強   | しらす | 碎石  | 1.0          |
| ③   | 早強   | しらす | 碎石  | 2.0          |
| ④   | 早強   | しらす | 軽量  | 2.0          |
| ⑤   | 早強   | 川砂  | 軽量  | 0.0          |
| ⑥   | 普通   | しらす | 碎石  | 2.0          |
| ⑦   | 高炉B種 | しらす | 碎石  | 2.0          |
| ⑧   | 高炉B種 | 川砂  | 碎石  | 0.0          |

表-3 配合

| 容積比 ( $\text{m}^3/\text{m}^3$ ) |       |       |       |
|---------------------------------|-------|-------|-------|
| 水                               | セメント  | 細骨材   | 粗骨材   |
| 0.184                           | 0.164 | 0.292 | 0.350 |

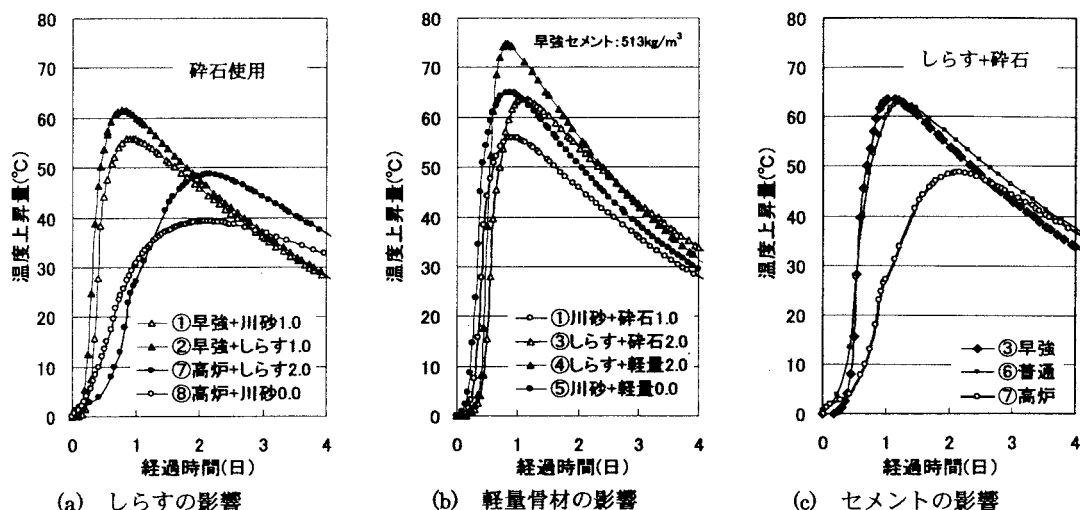


図-1 温度上昇量

によって、砕石使用の場合に比べて9℃程度高くなり、さらに、しらすと併用すると図-1(a)に示したしらすの影響が加算される傾向が明確に認められた。すなわち、少なくとも早強セメントを使用した場合には、【川砂+砕石】<【しらす+砕石】≤【川砂+軽量】<【しらす+軽量】の順番に温度上昇量は大きくなるようである。

図-1(c)は、セメントの種類が温度上昇量に与える影響について示したものである。この結果から、少なくとも今回のようにしらすを細骨材として使用し、なおかつ単位セメント量が多い配合では、早強ポルトランドセメントと普通ポルトランドセメントの温度発現性には大差はないようであった。ただし、高炉B種セメントを使用したコンクリートについては、上記の両セメントに比較して最大温度上昇量は、15℃程度低減する結果が得られた。また、高炉B種セメント使用の場合には、最高温度到達時間も2倍程度遅くなることから、単位セメントの量の多いしらすコンクリートであっても、高炉B種セメントを用いることによって温度対策の点で効果があることがわかった。

なお、軽量骨材を使用したコンクリートは温度上昇速度が砕石使用の場合に比べて大きく、また、最高温度に達した後の温度下降速度も速い状況であったが、軽量骨材を使用せず細骨材のみにしらすを使用したコンクリートにおいても、川砂コンクリートに比べて温度上昇及び温度下降速度は速くなった。

図-2に熱伝導率試験の一部を示す。今回は簡易試験であったために熱伝導率の絶対値はかなり小さい値となったが、この試験から、しらすと軽量粗骨材を併用したコンクリートの熱伝導率は明らかに小さくなることが確認できた。その一方で、しらすを単独で使用した場合には、川砂コンクリートよりも返って熱伝導率が大きくなる傾向も認められた。

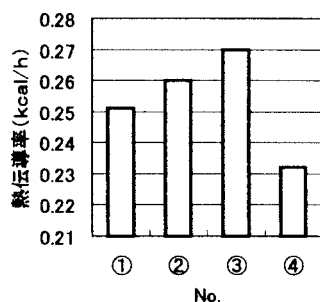


図-2 熱伝導率

以上のことから軽量コンクリートにおいて温度上昇量が高い原因は、コンクリートの低い熱伝導率による断熱効果によって中に熱がたまり易く、さらにその熱によってセメントの水和反応が促進されたことが考えられる。しかし、しらすコンクリートにおいては比較的高い熱伝導率であり川砂コンクリートより大きな断熱効果は考えられないことから、内部温度の上昇に伴ってしらすのボゾラン活性が硬化初期の段階から活発に起こったことが予想された。

#### 4.まとめ

しらすまたは軽量骨材を使用すると温度上昇量は大きくなる。この原因としては軽量コンクリートの低い熱伝導率やしらすのボゾラン反応の影響が考えられる。