

## V-93

## 緑泥石含有骨材を使用したモルタルの性状

北海道開発局開発土木研究所

○鈴木哲也

三菱マテリアル㈱セメント研究所

朝倉悦郎

はじめに

コンクリートの凝結におよぼす粘土鉱物モンモリロナイトの影響についてはよく知られている。今回モンモリロナイトを含まない骨材を使用したコンクリートにおいて、モンモリロナイトを含む骨材を使用したときと同様な凝結時間の短縮が認められた。早期凝結現象の原因究明を行った結果、骨材中に含まれている粘土鉱物の緑泥石が原因であることが判明した。緑泥石は岩石中に広く含まれている物質であり、同様の現象が他の事例においても認められる可能性が高い。そこで原因究明の過程と施工性の改善方法について報告する。

## 1. コンクリートの早期凝結現象

コンクリートの打設において、練り上がり時の性状は目標値が得られ良好であったが、VC値の立上りが3時間で120秒以上と早く、コンクリートの凝結が促進されていると判断された。また凝結硬化試験では、一般のコンクリートに比べ始発時間が3～4時間早いことが判明した。そこでコンクリートの構成成分の中で何が影響しているのか調査を行った。セメント、混和剤および水には異常は見いだせなかった。一方使用骨材は段丘堆積物から採取されており、段丘堆積物を構成する礫は、砂岩、粗粒玄武岩、塩基性凝灰岩などである。これらの礫は白亜系および先白亜系から供給されたものであり、比重、吸水率、耐久性などのコンクリート用骨材として通常要求される条件は具備していた。いずれの礫中にもモンモリロナイトは認められなかったが、緑泥石が認められた。また段丘堆積物中の細粒分には緑泥石および少量のカオリンが認められた。

## 2. 水和発熱速度測定

緑泥石含有骨材が、珪砂と比較しセメントの初期水和反応の促進に対する影響、および骨材に含有される粘土分が、他の種類の粘土と比較してセメントの初期水和におよぼす影響を把握するため、水和発熱速度測定を行った。骨材についての配合は、骨材/セメント比=2、水/セメント比=1とし、粘土分についての配合は、粘土/セメント比=0.2、水/セメント比=1とした。試験結果を図-1に示す。

エーライトの活発な水和反応を反映し、凝結時間と関連するといわれる第2発熱ピークは、珪砂より緑泥石含有骨材のほうが水和反応が促進しており、ピーク位置に約6時間の差が認められた。粘土分に関しては、緑泥石、サポナイト、セリサイト粘土の凝結促進効果が同程度に大きく、カオリン粘

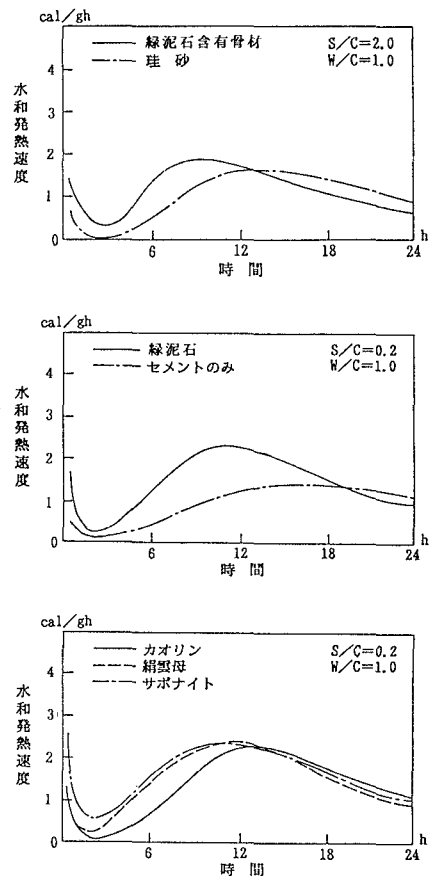


図-1 モルタルの水和発熱速度曲線

土の促進効果は小さい。このように緑泥石含有骨材にはセメントの初期水和を促進する作用があり、とくに第二発熱ピークへの影響から、凝結促進効果が大きいことが推測された。

### 3. 凝結試験

表-1 凝結試験結果(時間-分)

#### ①他の骨材との比較

緑泥石含有骨材がモルタルの凝結を促進する効果を、他の岩種の骨材と比較した。粒径が0.6mm以下の骨材を用い、骨材/セメント比=2、水/セメント比=0.4の配合で凝結試験を行った。試験結果を表-1に示す。

| 骨 材           |       | 始発時間 | 終発時間 |
|---------------|-------|------|------|
| 珪             | 砂     | 2-45 | 3-55 |
| 硬             | 質 砂 岩 | 2-05 | 3-50 |
| 緑 泥 石 含 有 骨 材 |       | 1-55 | 3-00 |
| モンモリロナイト含有骨材  |       | 0-50 | 3-00 |
| モンモリロナイト含有骨材  |       | 0-40 | 1-30 |

緑泥石含有骨材が凝結を促進する効果は、珪砂、硬質砂岩骨材より大きい、モンモリロナイトを含有する骨材より小さい。

#### ②緑泥石含有量による影響

骨材の緑泥石含有量の多少が凝結時間におよぼす影響を、骨材を変化させることにより調べた。段丘堆積物中に存在する0.6mm以下の天然砂と、40~80mmの骨材を粉碎して作成した0.6mm以下の砕砂をそれぞれ骨材として、骨材/セメント比=2、水/セメント比=0.5の配合で凝結試験を行った。前者の骨材の緑泥石含有量は約6%、後者の骨材の緑泥石含有量は約11%である。試験は20℃において行った。凝結時間が30時間を超える場合は測定を中止した。試験結果を表-2に示す。

表-2 天然砂と砕砂を用いたモルタルの凝結試験

| 温度  | 骨 材 | 混 和 剤 |      | ポ ザ リ ス Na 8 |      |       |       |       |       | ポ ザ リ ス Na 89 |      |       |      |       |       |
|-----|-----|-------|------|--------------|------|-------|-------|-------|-------|---------------|------|-------|------|-------|-------|
|     |     |       |      | 0.10%        |      | 0.25% |       | 0.50% |       | 0.10%         |      | 0.25% |      | 0.50% |       |
|     |     | 始発    | 終発   | 始発           | 終発   | 始発    | 終発    | 始発    | 終発    | 始発            | 終発   | 始発    | 終発   | 始発    | 終発    |
| 20℃ | 砕 砂 | 4-00  | 7-10 | 5-05         | 7-55 | 8-35  | 14-05 | 17-30 | 24-10 | 3-50          | 7-40 | 4-00  | 9-15 | 9-00  | 13-20 |
|     | 天然砂 | 2-30  | 7-00 | 4-05         | 8-40 | 4-45  | 11-35 | 10-10 | 19-55 | 3-10          | 7-40 | 4-00  | 8-10 | 7-25  | 14-45 |
| 30℃ | 砕 砂 | 2-10  | 4-00 |              |      | 5-10  | 9-10  |       |       |               |      |       |      |       |       |
|     | 天然砂 | 1-55  | 3-35 |              |      | 3-35  | 7-15  |       |       |               |      |       |      |       |       |

#### ③混和剤添加および温度の効果

混和剤無添加の場合には、緑泥石含有量の少ないほうが始発時間が長くなる。終結時にはそのような傾向はない。混和剤を添加した場合には、その添加量が増すほど、両者の骨材とも凝結が遅延し、始発と終結の時間差が拡大する。また超遅延型混和剤より(ポゾリスNa89)より遅

延型混和剤(ポゾリスNa8)の方が、凝結遅延効果が大きい。凝結に及ぼす温度効果を調べる目的で、20℃および30℃の2水準において試験を行った。試験方法、材料配合は前者と同様である。試験温度が30℃になると、20℃のときより凝結時間が10~50%短縮する。試験結果を表-2、図-2に示す。

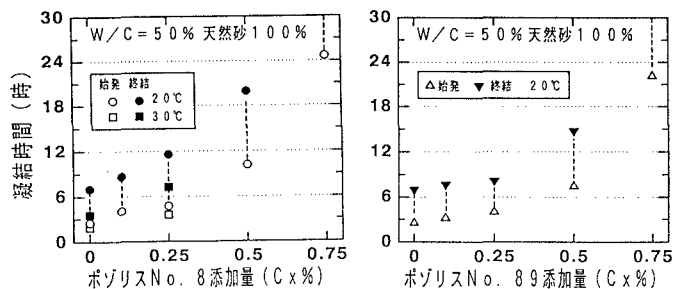


図-2 混和剤添加および温度の影響

おわりに

緑泥石含有骨材による凝結促進を抑制する対策として、有効なものは遅延型混和剤の添加および骨材中の緑泥石含有量を削減させることである。