

## 低品質骨材自体の凍結融解に対する耐久性に関する基礎実験

岩手大学大学院 学生員 ○増田 健

岩手大学 正員 張 金喜

岩手大学 正員 藤原忠司

岩手県生コンクリート工業組合 正員 袴田 豊

## 1. はじめに

骨材の低品質化は益々強まっており、低品質であっても、有効に活用できる方法の確立が望まれている。折しも、時代は仕様規定から性能規定へと移行しようとしており、低品質骨材を有効に利用するための背景も整いつつあると言ってよい。換言すれば、性能規定の利点を活かすため、低品質骨材の有効利用は、重要な検討課題のひとつとなる。

本研究では、低品質骨材を用いた場合に問題となる凍結融解抵抗性について検討することとした。低品質骨材を用いても、コンクリートの耐凍害性を確保できる方法の開発が最終目的となるが、その前段として、低品質骨材自体の凍結融解に対する抵抗性を把握するのが、ここでの目的となる。

## 2. 実験概要

本実験で対象としたのは、

砕石である。岩手県、秋田県および青森県から、表1に示すような合計8種類の砕石を収集した。吸水率の順に並べており、Aは比較用となる良質骨材であり、B以下は、JIS A 5505（コンクリート用

表1 使用砕石

| No. | 石質  | 表乾<br>密度           | 吸水率  | 質量<br>損失率 | 安定性<br>損失率 | 軟石量 | すりへり減量 |      | 圧縮<br>強度 | ヤング<br>係数 | 総細孔量   |  |
|-----|-----|--------------------|------|-----------|------------|-----|--------|------|----------|-----------|--------|--|
|     |     | g/ cm <sup>3</sup> | %    |           |            |     | C      | B    |          |           |        |  |
|     |     |                    |      |           |            |     |        |      |          |           |        |  |
| A   | 輝緑岩 | 2.91               | 0.70 | 2.7       | 3.1        | 0.0 | 8.4    | 5.6  | 270      | 7.5       | 0.0121 |  |
| B   | 安山岩 | 2.58               | 3.08 | 2.8       | 4.4        | 0.0 | 17.8   | 15.9 | 224      | 5.8       | 0.0408 |  |
| C   | 玄武岩 | 2.72               | 3.17 | 1.8       | 2.4        | 0.0 | 13.9   | 12.2 | 139      | 4.0       | 0.0321 |  |
| D   | 安山岩 | 2.60               | 3.73 | 19.3      | 9.3        | 6.5 | 27.3   | 23.4 | 159      | 7.3       | 0.0377 |  |
| E   | 安山岩 | 2.59               | 3.85 | 4.6       | 1.2        | 0.0 | 19.3   | 17.3 | 108      | 4.3       | 0.0398 |  |
| F   | 安山岩 | 2.46               | 4.90 | 66.0      | 14.1       | 0.9 | 31.0   | 26.8 | 54       | 1.2       | 0.0663 |  |
| G   | 安山岩 | 2.37               | 4.92 | 4.8       | 10.8       | 0.0 | 26.5   | 22.4 | 100      | 3.4       | 0.0567 |  |
| H   | 安山岩 | 2.41               | 6.82 | 75.2      | 9.5        | 2.5 | 16.6   | 14.8 | 80       | 4.7       | 0.0774 |  |

砕石および砕砂）の規格（吸水率：3%以下）を満たさない低品質骨材である。きわめて大きな吸水率を有する砕石も、敢えて検討の対象としたが、これらはコンクリート用としてではなく、路盤材用として市販されているものである。

表中の質量損失率とは、骨材自体の凍結融解抵抗性を知るため、独自に求めた指標であり、15～20mmの砕石を水に浸した状態で、温度範囲5～-20の凍結融解の繰返し作用を与え、10mmふるいを通過した質量の割合である。表には、100サイクル終了時の質量損失率を掲げておいた。圧縮強度およびヤング係数は、母岩より採取したφ30×60mmの円柱供試体を用いて求めた。一部の種類については、この寸法の供試体の円周方向にひずみゲージを貼付し、凍結融解に伴うひずみの変化も測定している。水銀圧入法により、細孔径分布の測定も行っており、表の総細孔量は、この方法によって求めた値である。他の項目については、規定の方法に従って、測定した。

## 3. 実験結果および考察

図1は、骨材自体に凍結融解作用を与えたときの質量損失率の変化を示している。骨材によって、質量損失率には大きな差が見受けられる。問題は、各骨材間の比較を行う場合に、どのサイクルに着目するかである。たとえば、100サイクルとした場合、Hは既に多くの粒子

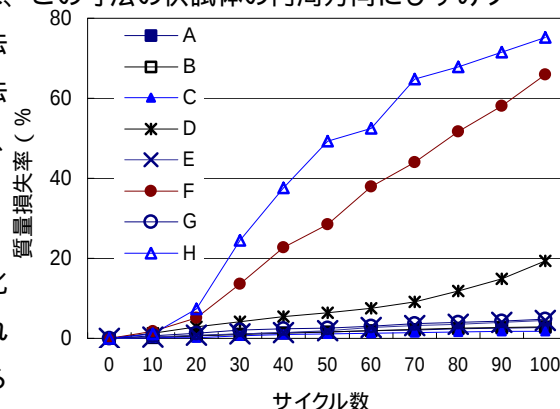


図1 凍結融解に伴う質量損失

キーワード：低品質骨材 凍結融解作用 質量損失率 総細孔量 吸水率

連絡先：〒020-8550 岩手県盛岡市3丁目18番34号 岩手大学工学部建設環境工学科 Tel・Fax 019-621-6442

が崩壊しており、損失率は横ばい状態にある。これに対し、Fの場合は、いまだ劣化の途上にあり、損失率がHに接近しつつある。100サイクルに注目したのでは、FとHとで、損失率にそれほど差がないとの判断となろうが、これは不合理である。ここでは、Hが横ばいとなっていない50サイクルに着目することとする。

図2は、安定性損失減量と50サイクルにおける質量

損失率との関係を示している。両者には、明確な相関関係は認められない。硫酸ナトリウムを用いて乾湿繰返し作用を与える安定性試験は、作用機構が凍結融解に類似しているとの想定のもとに、骨材自体の耐久性を判断するために行われる。しかし、作用機構は、似て非なるものとの指摘もあり、事実、本結果でも、質量損失率に対応していない。ここでは、直接的に凍結融解作用を与えて求めた質量損失率が、骨材自体の耐久性を的確に表示すると考え、以下の検討を進める。

吸水率と質量損失率の関係を図3に示す。吸水率が大きいほど、質量損失率が大きくなる傾向にあるが、たとえば、FとGのように、同程度の吸水率であるにもかかわらず、質量損失率が大きく異なるなど、吸水率でもって、すべてを統一的に解釈することはできない。骨材自体の凍結融解に対する抵抗性は、吸水率で判断する場合が多く、その境目は、碎石で3%とされる。図によれば、3%を超える吸水率であっても、比較の対象とした良質骨材Aと同程度の質量損失率となっている例がいくつか見受けられ、この目安も再吟味する必要がある。

図4は、総細孔量と質量損失率との関係を示しており、総細孔量の大きいほど、質量損失率も大きい。FとGの関係に着目するならば、吸水率が同程度であるにもかかわらず、総細孔量には違いが見られ、総細孔量の大きいFが、質量損失率も大きいと読み取れる。この因果関係には、細孔径分布も関連していると推察されるが、現段階では、これらを解明できておらず、今後の課題である。

図5に、圧縮強度と質量損失率の関係を示す。大略的には、逆比例の関係が見られ、強度の高いほど、質量損失率が小さい。ここでも、FとGの関係に着目すれば、Fの強度が低く、質量損失率が大きいことになる。吸水率が同程度で、凍結に伴う膨張圧が同程度であっても、それに抵抗する能力が異なれば、耐久性にも差が生じることになり、強度も重要となる。

図6は、凍結融解1サイクル目の骨材のひずみの変化を示している。骨材は、飽水状態で試験に供した。Hを除けば、温度の低下に伴って収縮し、温度が上昇して膨張するという変化を示し、凍結の影響が見られない。これに対し、Hの場合は、凍結過程で、-3℃付近から著しく膨張し、融解過程では、零度近辺から、収縮現象が見られる。もとの温度に戻っても、ひずみが残留しており、サイクルの進行に伴う残留ひずみの増大が、骨材の破壊を招くことになる。前掲の各図で、Hの質量損失率が最も大きいのは、この残留ひずみが著しいためであるのは疑いない。

#### 4. おわりに

本実験では、低品質骨材を対象とし、それ自体の凍結融解に対する抵抗性を把握しようとした。抵抗性を吸水率のみでは判断できないなど、いくつかの知見が得られたが、大略的には、低品質ほど、抵抗性に劣っていることは明らかであり、低品質骨材自体の体質を改善するのが難しい以上、コンクリートとして耐凍害性を確保する方法を見出すのが重要であり、これは、今後の課題である。

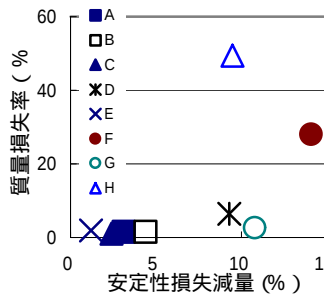


図2 安定性損失率と質量損失率の関係

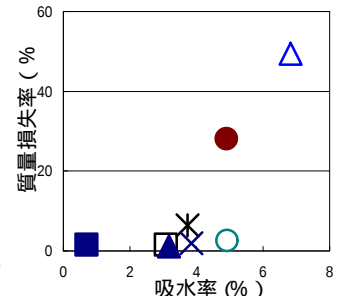


図3 吸水率と質量損失率の関係

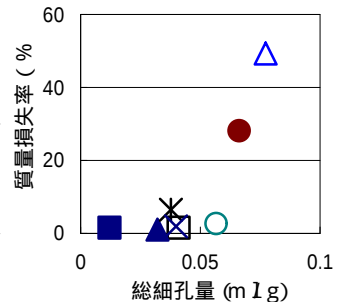


図4 総細孔量と質量損失率の関係

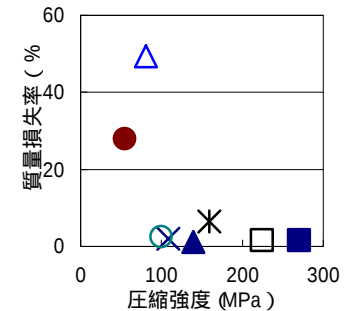


図5 圧縮強度と質量損失率の関係

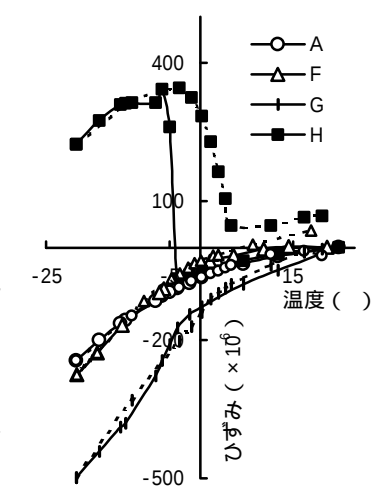


図6 凍結融解作用に伴うひずみの変化