

V-34

コンクリートの空隙構造と耐凍害性との関連

岩手県生コンクリート工業組合 正 員 () 和山 俊樹
 岩手県生コンクリート工業組合 正 員 袴田 豊
 岩手大学 正 員 藤原 忠司

1. まえがき

岩手県生コンクリート工業組合では、コンクリートの耐凍害性向上を目的として、種々の実験を行っている。現在までに蓄積された資料は豊富であり、たとえば、骨材微粉末が比較的多量に含まれる場合の凍害防止上の留意点などについて、貴重な知見を得ている⁽¹⁾。ここでは、これらの資料を用い、コンクリートの空隙構造と耐凍害性との関連を解析してみることにした。

2. 実験概要

これまで実施した耐凍害性の実験を大別すれば、工業組合内 58 工場で実際に製造されている生コンクリートを対象とした実験、骨材微粉末の影響を調べた実験および骨材の品質やフレッシュコンクリートの空気量に着目した実験となる。実験目的がそれぞれに異なっており、場合によっては、微粉末が異常に多く含まれる骨材を用いたり、きわめて低品質の骨材を用いたり、さらには空気量を過大あるいは過小に設定したりしており、使用材料および配合等が通常と大きく異なる例も少なからず含まれている。一般に、コンクリートの耐凍害性を左右する最大の要因は、空隙構造であると考えられており、特殊な条件のもとでも、空隙構造によって、コンクリートの耐凍害性を評価できるかどうか、ここでの主たる検討項目となる。

凍結融解試験は、いずれの場合も、ASTM C-666 に準拠し、気中凍結・水中融解方式（B法）で行っている。ここで利用する資料は、凍結融解試験で求めたコンクリートの耐久性指数（DF）であり、空隙に関する資料としては、フレッシュコンクリートの空気量および硬化コンクリートの空気量や気泡間隔係数である。硬化コンクリートの空隙構造は、ASTM C-457 のリニアトラバース法によって求めている。

3. 結果および考察

図-1 は、フレッシュコンクリートの空気量と硬化コンクリートの空気量との関係を示している。コンクリートの耐凍害性は、凍結融解試験で求める耐久性指数をもとに判断し、その値が 60%以上では、耐凍害性に問題はないと受け止めるのが一般的である。図では、この値を境とし、各コンクリートの耐凍害性を識別できるようにしてある。

岩手県の生コンクリート工場の場合、フレッシュコンクリートの目標空気量を 4.5~5.0%に設定している例が多く、その $\pm 1.5\%$ の 3.0~6.5%が管理限界となる。実際に製造している生コンクリートを対象とした実験では、この管理限界を外れた例が皆無であった。図で、フレッシュコンクリートの空気量が 3.0~6.5%の範囲にある例のうち、その多くはこの実験の結果である。図によれば、フレッシュコンクリートの空気量が管理限界内であるにもかかわらず、耐久性指数が 60%未満であって、耐凍害性を確保できていない例は比較的多い。しかも、耐凍害性の方る例が、管理限界内の下側に集中しているわけではなく、5%程度を超える空気量であっても、耐久性指数 60%未満の例が見られる。したがって、フレッシュコンクリートの

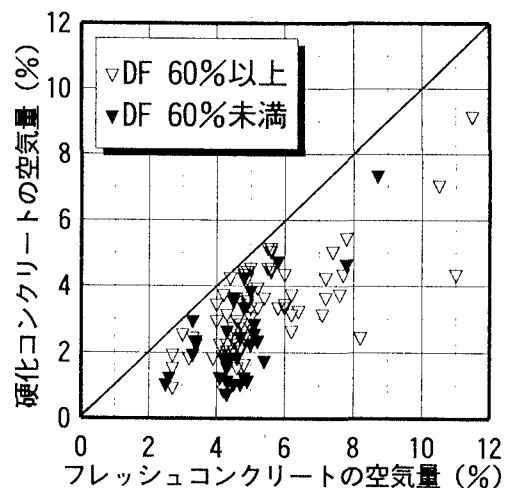


図-1 フレッシュコンクリートの空気量と硬化コンクリートの空気量の関係

空気量が目標の管理内であったとしても、耐凍害性を確保できるとは限らないと認識すべきである。この空気量を 6% 程度以上とした実験では、ほぼ耐凍害性を確保できている。しかし、多量の空気量とすれば、強度が犠牲となり、このような方策は現実的でない。

締め固めなどにより、硬化コンクリートの空気量は、フレッシュコンクリートより小さくなる。例外は多いものの、この硬化コンクリートの空気量が 3% 程度を下回れば、耐凍害性に劣る可能性が強いという傾向を読み取ることができる。フレッシュコンクリートの空気量が 5% 程度であっても、硬化コンクリートに残存する空気量が小さければ、耐凍害性は劣っており、骨材微粉末が耐凍害性を損ねると考えられる例も、この範疇に属する。したがって、フレッシュコンクリートの空気量よりは、硬化コンクリートの空気量に着目した方が、耐凍害性をより妥当に評価できることになる。

図-2 は、硬化コンクリートの空気量と耐久性指数との関係を示している。たしかに、硬化コンクリートの空気量が 3% 程度を下回る領域で、耐凍害性に劣る例が多いが、優れた耐凍害性を示す例も少なくない。また、3% を上回る領域にも、耐凍害性に劣る例が散見される。このように、硬化コンクリートの空気量をもってしても、耐凍害性のすべてを解釈することはできず、他の要因の関連も検討する必要がある。その要因のひとつとしては、粗骨材の品質が挙げられ、図では、吸水率 3% を境として、用いた粗骨材の品質を区分している。硬化コンクリートの空気量が 3% 以上であるにもかかわらず、耐久性指数が 60% 未満となっている例の中には、低品質粗骨材が耐凍害性欠如の原因になっていると思われるものもある。

気泡間隔係数と耐久性指数の関係を図-3 に示す。耐凍害性にとって、最も有用な指標であると考えられている気泡間隔係数ではあるが、一見して、両者の関係はばらついており、この指標のみで、耐凍害性を即断できない難しさを痛感させられる。ただし、粗骨材の品質別に着目するならば、良質の粗骨材を用いた場合、気泡間隔係数が 300 μm 程度以下で、ほぼ耐凍害性を確保できており、600 μm 程度以上では、耐凍害性をほとんど期待できず、その中間は遷移領域であるというように、区分けが可能であるように思われる。一方、粗骨材が低品質である場合は、気泡間隔係数が 200 μm 程度での区分けとなるようであり、気泡間隔係数をきわめて小さくしない限り、粗骨材が低品質であることの弱点を補えない。

以上のように、コンクリートの空隙構造は、たしかに耐凍害性を大きく左右するが、これのみで耐凍害性を判定したのでは、判断を誤る恐れがあると言える。たとえば、粗骨材の品質が劣る場合には、気泡間隔係数の所要値を通常より小さめに設定するなどの配慮が必要であると指摘できる。

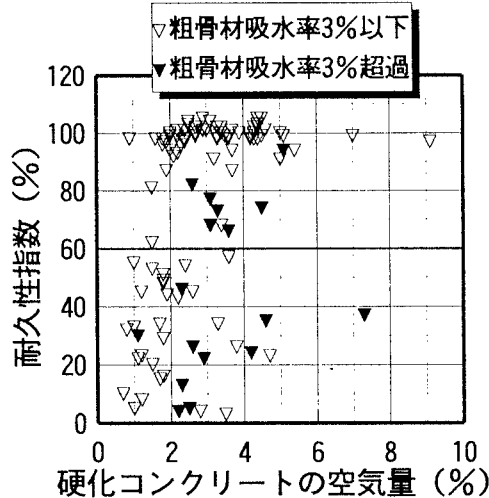


図-2 硬化コンクリートの空気量と耐久性指数の関係

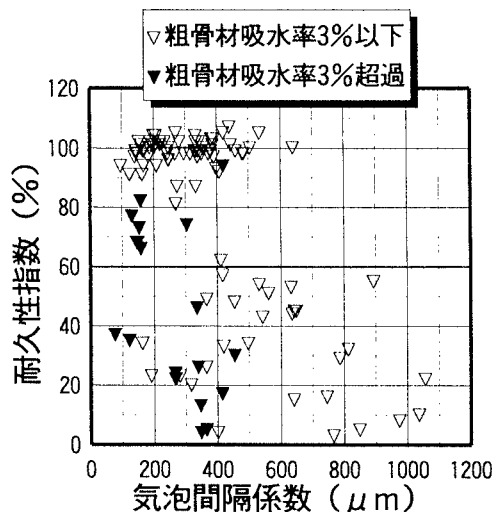


図-3 気泡間隔係数と耐久性指数の関係

【参考文献】

(1) 藤原、佐藤、山内：骨材微粉末を多量に含むコンクリートの耐凍害性、セメント・コンクリート、No. 586、pp. 26-32、1995. 12