

(様式第13号)

学 位 論 文 要 旨

氏名: 坂田 昇

題目: 水利施設に用いるフライアッシュコンクリートの耐凍害性に関する研究
(A Study on Frost Damage Resistance of Fly Ash Concrete using Water Use Facilities)

寒冷地にあるフライアッシュコンクリートを材料として構築された水利施設においては、フライアッシュコンクリートの耐凍害性が普通コンクリートよりも劣るために、凍結融解の繰返し作用による凍害劣化が生じやすい。凍害劣化が生じた水利施設では、その結果として物質移動抵抗性が低下することになり中性化抵抗性も低下することから、鉄筋腐食が生じやすくなることが懸念されている。ただし、現状において凍害劣化の原因を特定する手段がなく、変状のパターンから、状況証拠的に凍害劣化と特定する場合はほとんどであり、凍害の劣化メカニズムを把握することは現在でも極めて重要な課題となっている。

そこで、本論文では、フライアッシュコンクリートの物質移動抵抗性を低下させる原因となる凍害劣化メカニズムを解明し、フライアッシュコンクリートの耐凍害性を向上させる方法について提案することを目的として、特にフライアッシュコンクリートの利用実績が多いダムコンクリートを対象に気泡特性の観点から検討を行った。また、本論文では、寒冷地における水利施設へのフライアッシュコンクリートの適用拡大に資することも目的としていることから、耐凍害性を確保するためのフライアッシュコンクリートの配合設計の条件について提案した。具体的には、次の4項目について取り組んだ。

- ① 耐凍害性に及ぼす凝結過程の空気量変化の影響
- ② コンクリートの気泡組織と耐凍害性の関係
- ③ コンクリートの耐凍害性に及ぼすブリーディングの影響
- ④ 耐凍害性に及ぼす各種AE剤の空気安定性

①, ③については、ダムコンクリートが一般に温度上昇を抑制する目的で、フライアッシュ混入の中庸熱セメントを用いており、フライアッシュ混入によって空気が混入しにくく安定しにくいこと、凝結遅延によるブリーディングが多くなることに着目して検討を行った。また、②, ④については、フライアッシュコンクリートの耐凍害性を向上させる方法について検討した。具体的には、②については、気泡間隔係数だけでなく、詳細な気泡組織について検討することにより劣化メカニズムを解明した。さらに、④については、劣化メカニズムを明確にした上で、フライアッシュコンクリートの耐凍害性を向上させるAE剤についての検討を行った。

本研究によって得られた知見を以下に概括する。

- (1) ダムコンクリートにおいて、中庸熱フライアッシュセメントを用いた場合で、粗骨材

フルサイズコンクリートの目標空気量を4.0%以上に設定することで、所定の凍結融解抵抗性を有するコンクリートが得られる。よって、ダムコンクリートにおいて中庸熟フライアッシュセメントを用いる場合には、目標空気量の設定値をある程度大きくする必要はある。

- (2) 凍結融解抵抗性は、コンクリートの空気量や気泡間隔係数に高い相関があるものの、使用材料やコンクリート配合によってその関係が異なり、一義的に評価することが困難であった。本論文では、硬化後のコンクリートの空気のうち、気泡径0.15mm未満の空気量に着目することにより、普通ポルトランドセメントおよび中庸熟フライアッシュセメントの2種類のセメントを用いたコンクリートについて、耐凍害性を確保する十分条件として気泡径0.15mm未満の空気量の閾値を示すことができた。
- (3) 遅延剤を比較的多く使用した場合は、凝結遅延によりブリーディング量は多く発生するものの、気泡間隔係数が大きくなることはなく、気泡径0.15mm未満の空気量も安定して存在することを明らかとした。
- (4) フライアッシュを混合したセメントを用いる場合、耐凍害性を確保する上で、AE剤に高アルキルカルボン酸系陰イオン界面活性剤と非イオン界面活性剤の複合体を用いることが有効であることを明らかとした。
- (5) 硬化コンクリートにおいて、細骨材の種類によって、すべての空気量に占める気泡径0.15mm未満の空気量が異なることを明らかとした。