

論文の内容の要旨

論文題目 収縮低減剤および膨張材による若材齢高性能コンクリートの
自己収縮低減に関する研究

氏名 朴 宣 圭(パク ソンギョ)

高性能コンクリートを使用することは、RC部材の強度の向上と共に、透気性・透水性などを抑制し、耐久性上も有効になることが予想される。しかしながら、これらのコンクリートは水セメント比が小さく、単位セメント量が多いため、若材齢においてセメントと水の反応が活発になり、自己収縮は大きくなることが報告されている。この自己収縮現象が拘束条件下にある実構造物・部材に作用すると、自己収縮によって生じる変形が拘束されることによって、内部応力が発生し、表面ひび割れだけでなく貫通ひび割れを起こす可能性がある。

このような自己収縮にひび割れの低減方法の中で最も有効な方法として、膨張材と収縮低減剤の使用が報告されている。しかしながら、これらを混和した若材齢高性能コンクリートの自己収縮低減量に関して定量的な研究はあまりなされていない。本研究では、収縮低減剤および膨張材による若材齢高性能コンクリートの自己収縮低減を予測できる研究を行う。具体的な方法として、収縮低減剤および膨張材がどのようなメカニズムに基づいて自己収縮の低減ができるかについて、それぞれの自己収縮低減のメカニズムを提案する。また、拘束条件下における若材齢高性能コンクリートの収縮低減挙動を予測するための研究を行った。本論文は7章で構成されており、各章の内容は下記のとおりである。

第1章

本研究の背景および目的について述べた。

第2章

収縮低減剤および膨張材による若材齢高性能コンクリートの自己収縮低減に関する研究を行う前に、なぜ高性能コンクリートが自己収縮するのか、自己収縮はどのようなメカニズムで発生するかについて既往の研究を調査した。また、2.3章では Koenders ら C-CBM のモデルによる自己収縮の予測モデルについて検討した。本研究においてはこれらのモデルを参考にして、収縮低減剤による自己収縮低減モデルでは、セメント硬化体の空隙生成と毛細管内部の水分挙動モデルの情報が得られた。また、膨張材による自己収縮低減モデルにおいても、膨張材の水和反応モデルを行う際に必要な情報を求めることができおり、特

に、セメント硬化体の物理・化学的な特性値はそれらのモデルを用いた。

第3章

収縮低減剤を混和したセメント硬化体の自己収縮は、水溶液の表面張力の低下による負圧の低減と、生じる自己収縮を求めるには細孔表面積を考慮する必要があるということと、適当量の収縮低減剤を混和してもセメント硬化体の組織、強度、弾性係数などは普通のセメントペートのそれに比べ殆ど同じであるという仮定を基にモデル化を行った。その結果、限られた実験であるが、収縮低減剤を混和することがセメント硬化体の水和反応や空隙構造などにあまり影響がないことが明らかになり、そのモデルにより自己収縮の低減が予測できることが判明された。しかし、多くの検討がさらに必要であり、今後の課題とした。

第4章

膨張材による若材齢高性能コンクリートの自己収縮低減に関する低減モデル化を行った。本研究において膨張材の水和反応モデルは、CSAを改良して材料設計された膨張特性に優れたエトリンガイト-石灰複合系を対象としている。その膨張材の水和反応については発熱量試験より本研究の水和モデルが、膨張材の水和反応に適用できることが確認された。また、膨張材をセメント硬化体の中に空間配置した膨張モデルを構築した。また、膨張材のみの場合は、水和反応がそれほど早くならないが、膨張材がセメントと一緒に反応する場合は、水和反応が早くなる。つまり、予測値の値は、膨張材のみを考慮した場合の予測値であり、セメント硬化体との反応は考慮してないためだと判断できる。今回の実験データ少ないものなども含めて、これについては今後の課題とした。

第5章

若材齢高性能コンクリートのクリープをVRTMの疑似完全拘束試験により求めた。このVRTMにより求めるクリープとは、コンクリートにおける時間依存変形のことを意味し、一般のクリープ試験で求める一定応力下での供試体変形量という意味ではないことに注意する必要がある。また、ここで、得られる実験的なクリープ係数は、拘束条件下のコンクリート応力挙動を予測するのに用いられた。

第6章

普通コンクリートと収縮低減剤および膨張材を混和した若材齢高性能コンクリートの拘束挙動について型枠拘束試験を行った。その結果、収縮低減剤および膨張材を混和したコンクリートにおいて、予測値は実験値を良好に追従していることが明らかになった。しかしながら、実際の構造物において、収縮低減剤および膨張材による拘束された高性能コンクリートの引っ張り応力の低減量を定量的に評価するには、実験データが少ないことを含めて、クリープ係数と本研究で提案された収縮モデルの新たな補完が必要となり、今後の課題とした。

第7章

本論文の結論と今後の課題について述べた。