

論文内容の要旨 Abstract of Dissertation

氏名 Name 袁輪 圭祐

乾燥収縮は、コンクリート中の水分が外部へ逸散することによって生じる体積変化である。乾燥収縮がコンクリート構造物にもたらす影響としては、部材の外的拘束および内的拘束によるひび割れの発生が代表的であるが、構造物の変形や有効プレストレスの減少など多岐にわたる。これらは直ちに構造物の安全性を脅かすものではないが、構造物の諸性能と深く関わっており、その多くが性能を低下させる方向に作用する。そのため、コンクリートがどの程度収縮するのか、収束するまでにどの程度の時間を要するのかを精緻に把握し、構造物の設計において考慮することが求められる。

コンクリートの収縮は、配合のほか、骨材、セメントの種類、養生条件、構造物周辺の環境条件や部材寸法やその形状など、様々な要因によってその程度が異なることが知られている。これらの影響を考慮できるように、2017年制定のコンクリート標準示方書〔設計編〕では、コンクリート部材の収縮ひずみの経時変化を求める方法として、乾燥収縮予測式が採用されている。外部環境作用の影響は構造物の置かれる環境の平均相対湿度で考慮することになっている。屋外環境下の予測については、日射や降雨の影響を受けた場合と等価な収縮の算定結果をもたらす見かけの相対湿度を用いるのがよいと記載されたが、見かけの相対湿度の具体的な値の定め方については検討の余地を残している。本研究は、屋外の環境作用がコンクリートの収縮挙動に及ぼす影響を明らかにし、乾燥収縮予測式で考慮するための手法を提案することに主眼を置いたものである。気候特性に起因する環境作用の違いや寸法および形状が収縮挙動に及ぼす影響について、実験と数値解析の双方の観点から検討し、収縮予測において簡便に表現する方法を提案・検証した。

はじめに、屋外環境下のコンクリートの収縮挙動について、気候特性に起因する環境作用の違いが及ぼす影響を、全国4地点でコンクリート角柱試験体を屋外暴露することでその傾向を把握した。その結果、屋外環境下のコンクリートは収縮挙動に地域差が生じること、収縮が進行する時期は気候特性の違いが影響することを実験によって確認した。

次に、温度湿度の時間変動、日射、降雨を考慮できるコンクリート中の水分移動および収縮に関する数値解析法を用いて、実験結果の再現解析を行った。その結果、各暴露地点の気象データを用いることで各地の水分量の変化および収縮ひずみの変化を良好に再現できることを示した。

屋外の環境作用が収縮挙動に与える影響について把握し、それらを数値解析によって再現できることを確認したが、寸法の小さな試験体での検討であり、実構造物レベルの寸法でも同様であるのか確認する必要がある。そこで、寸法の違いが収縮挙動に及ぼす影響について実験的に検討するとともに、形状の違いが収縮挙動に及ぼす影響についても数値解析を用いて検討した。その結果、寸法による収縮挙動の違いは時間変動量の差として表れ、収縮ひずみの平均値には影響しないことを実験および数値解析の検討から明らかにし

た。また、形状の違いによっては収縮ひずみの平均値にも影響する可能性があることを数値解析によって示した。

屋外の環境作用の影響を乾燥収縮予測式において考慮できるようにするうえで、どの気象作用が収縮挙動に強く影響しているのかを把握する必要がある。そこで、実験結果の再現によって精度が確認された解析手法を用いて、屋外のコンクリート部材の収縮挙動に及ぼす日射および降雨それぞれ単独の影響について、数値解析の結果から検討した。その結果、湿度の時間変動を実測に基づいて与えることで、屋外のコンクリートの収縮挙動が概ね再現できること、高湿度環境下のコンクリートの収縮を一定値の湿度を与えて予測するためには、平均湿度よりも高い湿度を与える必要があることが明らかにした。また、湿度変動の影響を考慮するための手法を提案し、その適用性の可能性について検討した。提案した手法を見かけの相対湿度の算出に適用し、乾燥収縮予測式を用いて実験結果の再現が可能であるか検討した。その結果、湿度変動の影響のほかに降雨の影響を考慮すると精度が向上することを明らかにし、湿度変動を考慮する係数と降雨の影響を考慮する係数を乾燥収縮予測式に導入することで、気候特性の異なる各地の平均収縮ひずみを簡易的に予測することが可能であることを示した。以上の検討から、2017年制定コンクリート標準示方書において導入された見かけの相対湿度に関して、物理的意味を明らかにし、有効性を検証し、具体的な値の定め方について示した。