

平成 25 年度工学系共通経費による顕彰と研究助成 成果報告書

所 属	理工学研究科 土木工学専攻
研究者 (ふりがな)	岩波 光保 (いわなみ みつやす)
タイトル	気象条件を考慮したコンクリート構造物の変形挙動予測と長寿命化
助 成 名	工系創成的研究賞
採択金額	2, 0 0 0, 0 0 0 円
<p>研究の背景</p> <p>社会インフラの建設材料として使われるコンクリートは乾燥により数百μ縮み、持続荷重によるクリープ変形は弾性変形の数倍に上るといふ、他の工業材料に比べて極めて異質な特性を有する。これはコンクリートが多孔質材料であり、細孔中に含まれる水が移動・逸散することに由来する。現在のコンクリート構造物の構造設計は、我が国の年平均気温 20 度、相対湿度 60%という条件下における平均的な乾燥収縮量やクリープ量を仮定して行われている。しかし、建設された構造物は多種多様な自然環境下で供用され、日射や降雨、風などの様々な作用を受けることから、50~100 年という構造物の供用期間にわたって健全性を担保できない可能性がある。</p>	
<p>結果と考察</p> <p>上記の背景を踏まえ、本研究ではコンクリート構造物の変形挙動に与える気象作用の影響のうち、特に影響が不明瞭な日射、降雨(雪)、風による定量的な影響を明らかにすることを目標として研究を行った。それぞれの項目の結果と考察を以下に列挙する。</p> <p>[降雨の影響]</p> <p>コンクリートが雨や雪に晒された場合にどの程度の湿潤膨張が生じるのかについて検討を行った。その結果、吸水量とそれに伴う膨張量は、降雨(雪)量、コンクリート供試体の寸法、コンクリートの水セメント比に依存することが分かった。解析的検討から液状水がコンクリート内へ侵入していく質量移動速度は、水蒸気での移動速度の 500 倍程度になることがわかった。雨が上がった後、侵入した雨水が逸散するまでには、数日間の時間が必要であることも実験から明らかになった。この乾燥過程を解析的に再現するには、侵入時の水分動態が重要なファクターとなっていることも分かった。すなわち、水蒸気態での水の供給ではなく、液状態の水として、コンクリート内部深くまで大量の水が供給されることを正確に考慮する必要があることが分かった。</p> <p>[日射の影響]</p> <p>日射による熱膨張と、温度変化に由来した相対湿度変化による乾燥収縮との相互作用の結果、コンクリートがどのような体積変化を起こすのか検討を行った。具体的には、コンクリートの空隙組織を塞がないようにマジックペンで黒塗りした供試体と、通常の供試体を日射の下に晒し、その収縮量の推移を計測した。その結果、黒塗りして、赤外線吸収を促進させた場合、温度変化が顕著になり、熱膨張が大きくなる半面、温度上昇による内部空隙中の相対湿度が低下したことで外部からの吸湿が生じ、乾燥収縮が緩和されるという現象が確認された。</p> <p>[風の影響]</p> <p>これまでのコンクリートの材料特性に関する研究の多くは、実験室内の無風状態下における測定結果を基に議論がなされてきた。しかし、コンクリート表面付近において大気が乱れると、無風状態で形成されていたコンクリート表層部の空気層が破壊され、乾燥や熱の逸散が加速される</p>	

ことから、実構造物においては設計で想定していたよりも厳しい乾燥に晒されている可能性がある。本検討では、風の影響を分析するためにコンクリート表面と環境中の蒸気量に差のある領域（コンクリート境界面）をモデル化することにより、風や空気の乱れによって乾燥収縮が加速する現象の把握を行った。このモデルによって、風や空気の乱れによって、境界面の厚さが減少し、水の逸散が加速するということが分かった。暴露初期における収縮や質量変化を計測したところ、わずかな空気の乱れであっても水分逸散や乾燥収縮に影響を与える可能性が示唆されたことから、空気の乱れの大きさに差を持たせた環境を作り、それぞれの環境下における供試体の水の逸散挙動、乾燥収縮挙動を調査した。得られた質量変化をもとにして境膜厚さや蒸発効率を求めることにより、本研究で提案したコンクリート境界面における水分移動のモデル化の妥当性が証明され、空気の乱れによるコンクリートの乾燥が促進されるメカニズムを解明することができた。また、水セメント比 50.0%～66.7%の間に、空気の乱れによる乾燥促進の影響を顕著に変化する閾値が存在する可能性も明らかになった。

結論と今後の課題

本研究から、各種気象作用がコンクリートの長期時間依存変形に与える影響を定量的に評価するための有益な手がかりが得られた。特にコンクリートは黒く塗ると吸湿するという点や、比較的高めの水セメント比以下であっても風の影響が表れにくいことなど、当初の予想を覆す発見もあり、気象作用の分析を通じてコンクリート工学に関する新たな知見が蓄積された。これらの知見を活用することで、今後のコンクリート構造物の設計手法の高度化が期待される。

今後の課題として以下の点が挙げられる。

- (1) 降雨による影響分析について、本研究では厚さ 4cm の小型試験体を用いた。しかし、実構造物は数十 cm の部材厚を有するため、吸湿による膨潤から部材内に熱力学状態量が不平衡な状態が出現してしまい、力の釣合いの結果として内部に微細ひび割れが発生する可能性がある。実構造物における降雨影響の再現解析を試みる場合、本成果を直接用いると、計算が不安定化することも分かっており、降雨の影響を解析手法に安定的に反映するための方法を検討する必要がある。
- (2) 本研究では、自己温度補償型のモールドゲージを埋め込むことでひずみの計測を行った。ただ、自己温度補償が供試体の熱膨張係数と一致していないと思われるデータがあることから、供試体の熱力学状態が不均一な場合でのゲージ応答特性を精緻に分析する必要がある。

使用内訳書

費目	内訳	金額
備品 1	静的計測ソフト TDS-7130	378,000
備品 2	CLH 型圧縮フラット型荷重計、CLC 型圧縮センターホール荷重計	578,130
消耗品	実験治具、ケーブル、書籍他	742,612
旅費		36,320
その他	温湿度供給装置他メンテナンス	264,938
合計		2,000,000

記入上の注意：

備品は、品名ごとに記入。

差額が生じた場合は、消耗品で調整。

消耗品を購入しなかった場合は、経費の差額と補填した予算科目名を合計額の内訳欄に記入。