

審査の結果の要旨

氏名 横山 勇気

耐久的なコンクリート構造物を建設するためには、適切な設計と入念な施工を行うことが重要である。また、構造物の供用時には、合理的な維持管理を行って、適切なコスト負担で構造物を長持ちさせることが求められる。さらに、長年の実務と分析を通して得られた知見を新たに建設される構造物の設計・施工や既設構造物の維持管理にフィードバックさせることも、コンクリートに関する技術を進歩させる上で重要な取り組みである。しかし、現実には、教科書で教える考え方や規定の枠内での局所最適解の追求に留まった対応も多く、定説をより俯瞰的に捉え直したメカニズムの探求や、その結果として得られる新たな知見に基づいた真に合理的な実務の探索に向けた取り組みは限定的と言わざるを得ない。このような背景の下、本論文では、既往の現場調査結果の詳細分析や実環境下に暴露した供試体を用いた長期にわたる丹念な調査結果を基に、耐久設計・コンクリート施工・表層品質評価のそれぞれの局面において、コンクリート構造物の合理的な耐久性確保の妨げとなっている可能性の高い定説や暗黙の思い込みを機構の詳細分析に基づいて明らかにすることを目的としている。

まず、コンクリート構造物の劣化の代表的な指標である中性化に着目し、中性化深さが耐久性照査に用いられるに至るまでの既往の研究を整理している。また、実構造物の既往の調査結果を独自に再整理し、中性化深さ・かぶり厚さ・中性化残りの各指標がコンクリート片の剥落に及ぼす影響を詳細に分析している。その結果、雨水の影響の有無が剥落リスクに対する支配的な要因であるという既往の研究で指摘された結論に加えて、従来知見ではコンクリート片の剥落に対する支配的な指標と考えられていた中性化残りには必ずしも十分な有意性は認められず、実際にはかぶり厚さが剥落リスクに対する支配的な要因であることを明らかにしている。また、降雨時にコンクリート表面を水が流れるような明確な水掛かりが認められる箇所では中性化残りは剥落リスクを評価する上で適切な評価指標となり得るが、その効用は限定的であり、既設構造物のすべての部位を対象とすると、一般に中性化の進行が速い箇所の方が水掛かりの頻度が低く、水掛かりの多寡と中性化の進行の両者が鋼材腐食に及ぼす影響は相殺し合うために、構造物中の各部位における水分

供給頻度の多寡が不明確である一般的な維持管理の現場では、中性化残りはかぶりコンクリートの剥落リスクを評価する上での指標としての有意性を消失しているという考えを提示している。さらに、中性化深さは、技術者が本来知るべき鉄筋の腐食リスクとは正反対の対象部位の乾燥度合いを示している可能性が高く、維持管理順序の優先順位を考える上での技術者の判断に対する攪乱因子となってしまう可能性が高いことを指摘している。

続いて、施工のプロセスの中で近年再注目されている養生に着目し、養生による表層品質の向上効果の持続性について検証している。屋外に暴露された実構造物を模擬した供試体を用い、数年間にわたり継続的に実施してきた表層透気試験(Torrent 法)結果の傾向を分析するとともに、表面吸水試験(SWAT)と水銀圧入式ポロシメータによる空隙構造分析を実施することで、透気性・吸水性・空隙構造の3つの観点から、養生効果の持続性を分析し、鉄筋腐食リスクの高い降雨の影響を受ける箇所では、施工後数カ月までは養生の効果が認められるものの、材齢8年程度が経過した時点では養生による明確な差異が認められなくなっていることを確認している。

さらに、施工後の品質評価の観点から近年研究開発が精力的に進められているコンクリート構造物の表層品質評価手法に関して、非破壊試験のひとつである表層透気試験(Torrent 法)により得られる表層透気係数 kT と、コンクリート構造物の耐久性の評価指標である物質移動抵抗性(塩分浸透深さ)および空隙構造特性との相関を検証している。その結果、現状で竣工検査に資する表層透気試験の実施期間とされている材齢1~3か月に得られた kT と、塩分浸透深さ及び空隙構造特性の間には相関は認められず、竣工時点で得られる kT では耐久性に関わる表層品質を適切に評価できない可能性が高いことを指摘している。

最後に本研究によって得られた知見を踏まえて、鉄筋コンクリート構造物の耐久性を合理的に確保する上で重要な耐久設計・養生・品質評価の要点を取りまとめている。

以上のように、従前の知見や思い込みを踏襲し教科書や規準類が想定する枠内での様々な改善の試みに対して、現象や因果関係を俯瞰的に捉え直した詳細な分析や考察による新たな視点の創出と真に合理的な実務の展開に資する本研究の意義は高く、新規性と実用性を有する研究成果と評価できる。

よって本論文は博士(工学)の学位請求論文として合格と認められる。