

(別紙 1)

建設技術研究開発費補助金総合研究報告書 (概要版)

研究課題名 : 荷重と環境作用を考慮した鋼橋の新しいライフサイクル
耐久性評価システムの開発

研究期間 (元号) : 平成 24 年ー平成 26 年

代表者名 : 伊藤義人 (名古屋大学・教授)

研究代表者名 : 伊藤義人 (名古屋大学・教授)

共同研究者名 : 北根安雄 (名古屋大学・准教授)、
廣畑幹人 (名古屋大学・助教)

補助金交付総額 (円) : 22,700,000

研究・技術開発の目的:

鋼橋は常に死活荷重を受けると共に各種環境作用によって劣化していくため、その長期耐久性を評価するには、荷重と環境作用の両方を考慮したシステムが不可欠である。しかし、これまでの評価手法では、荷重と環境作用は個別に取り扱われてきたため、両者の連成による影響については未解明である。本研究では、荷重作用下で環境劣化因子の効果を与える新しい環境促進実験手法を構築し、鋼橋の耐久性を左右する各種防食システムの長期劣化特性を解明する。また、東北地方太平洋沖地震でも報告された免震ゴム支承の原因不明のクラックについても、ひずみと各種環境劣化因子 (オゾン、温度) を促進負荷させる実験によりその発生原因を究明する。得られた結果から、荷重と環境作用を考慮した鋼橋の革新的なライフサイクル耐久性評価システムを提案する。これにより、鋼橋のライフサイクルアナリシスをより合理的に行えるようにし、維持管理戦略に活用することを目指す。

研究・技術開発の内容と成果:

内容(1)「荷重作用下での各種防食システムの長期劣化特性の解明」

防食鋼板に荷重を与えながら塩水噴霧複合サイクルを作用させ、荷重負荷下における防食の劣化特性を評価するための実験を実施した。100 日間の実験により、無荷重および荷重負荷下の防食の劣化状況を確認した。100MPa の一定荷重を負荷した状態では、防食塗装の劣化は無荷重状態の場合と比べ変わらないが、100MPa の繰り返し荷重を負荷した場合に防食塗装の劣化が無荷重状態の場合よりも早期に進行する現象を確認した。

繰り返し荷重下での実験では、塗装と供試鋼材の間で付着の低下が生じた可能性が考えられる。塗装と鋼材の間には付着力が作用しているため、引張応力に対して、鋼材とともに塗装も抵抗する。しかし、繰り返し荷重が載荷されることで塗装と鋼材の付着性能が低下し引張応力に抵抗できず、塗装の初期欠陥部で剥離が生じたと考えられる。さらに、塗膜と素地の間から、空気、水分、塩分などの環境劣化因子が侵入し、劣化が促進されたと推定される。

内容(2)「ひずみと環境劣化因子を考慮した免震ゴム支承の耐久性評価 実験装置の開発」

本研究課題で導入したオゾン劣化試験器低温恒温槽を用いて、実支承の形状を考慮した実験供試体の促進劣化実験を実施した。小型の材料試験片を用いてパラメトリックな検討を行い、ゴム材料にき裂を発生させる条件を特定した。また、支承供試体にせん断変形を与えたままオゾン劣化実験を行い、支承表面の引張ひずみ領域にき裂を発生させる条件を明確にした。さらに、発生したき裂を補修するとともにその長期性能評価を実施した。

オゾン濃度 100pphm、温度 23°Cの条件では、予ひずみ量が大きいほど早期に支承用天然ゴム材料にき裂および破断が発生することを確認した。同じ条件では支承供試体にはき裂が発生しなかったが、温度を 40°Cにした場合、せん断変形により支承供試体表面において最も大きな引張ひずみが発生していると推定される領域にき裂が発生した。高オゾン濃度で大きい引張ひずみを付与する促進実験においても、オゾン劣化が抑制される低温条件ではき裂が発生しない場合があることを一連の実験結果は示唆していた。すなわち、天然ゴム材料のオゾン劣化に関連する種々の因子の中で、引張ひずみと温度の組み合わせが与える影響の度合いが大きいと考えられる。

一連のオゾン劣化促進実験によりき裂が発生した支承供試体ならびにき裂を補修した供試体に対し、鉛直方向および水平方向載荷実験を行った。オゾン劣化促進実験によるき裂は表層ゴムに留まっており、内部の積層ゴムに到達していなかったため、き裂が支承供試体の力学性能に及ぼす影響は小さかった。また、載荷実験後においてもき裂の進展は確認されなかった。

内容(3)「荷重と環境作用を考慮した鋼橋のライフサイクル耐久性評価 システムの提案」

繰り返し荷重を負荷した状態で環境促進実験を行った防食塗装鋼板の実験結果に基づき、防食塗装の劣化予測曲線を提案した。これまでに構築してきた無荷重状態の防食塗装の劣化予測曲線との対比から、繰り返し荷重作用下では無荷重状態よりも防食塗装の劣化が約 1.5 倍早くなることを示した。実構造物では応力状態が部位ごとに種々異なるが、本提案により、荷重の作用を考慮して部位別に防食塗装の適切な劣化予測を行う方法を示した。