

論文和文概要

(2000字程度)

| | | | | | |
|------|----|---|---|----|------|
| 報告番号 | 乙第 | 3 | 号 | 氏名 | 山中憲行 |
|------|----|---|---|----|------|

現在、日本には約 10 万橋の橋梁構造物が存在する。橋梁構造物の鉄筋加工部で脆性破断が発生する可能性がある損傷は「アルカリ骨材反応」と「疲労」である。アルカリ骨材反応が生じたコンクリートでは、曲げ加工部で脆性破断が発生している。また、疲労荷重を受けるコンクリート中の圧接加工部は脆性破断が発生する。曲げ加工部や圧接加工部の脆性破断は構造物の外観から確認できないので、維持管理の観点から曲げ加工部や圧接加工部の脆性破断を防止する必要がある。

そこで、本研究では、アルカリ骨材反応が生じたコンクリート中の曲げ加工部の脆性破断及び疲労荷重を受けるコンクリート中の圧接加工部の脆性破断の原因を探ることを目的としている。

本研究は次の 6 章で構成されている。

第 1 章と第 2 章では、研究の背景を俯瞰し、既往の研究を調査するとともに課題を抽出し、本研究の目的をまとめた。

実構造物の曲げ加工部の脆性破断では、アルカリ骨材反応がコンクリートに生じていたことでコンクリートに膨張力が発生したこと、割れ経路は粒内割れが主体的であり粒内-粒界混合型が一部にみられたこと、一部の構造物で炭酸カルシウムが検出されたことが特徴である。これらの特徴から破断原因を推定すると、①コンクリートの膨張力のみ力学的要因、②コンクリートの膨張力と水素脆化による複合した要因、③コンクリートの膨張力と炭酸塩応力腐食割れによる複合した要因という 3 種類の破断メカニズムが考えられる。しかし、既往の研究では 3 種類の破断メカニズムを網羅した研究がないため、3 種類の破断メカニズムに対して統一的な見解が示されていない状況である。一方、疲労荷重を受ける圧接加工部においては、実構造物で疲労破断が確認された事例がない。しかし、2002 年まで道路橋示方書では疲労荷重に対して鉄筋の許容応力度が設定されていなかったことから 2002 年以前の鉄筋の設計用応力では疲労への配慮が十分でない上に、構造物の長寿命化を考慮すると、将来的には圧接加工部で疲労破断が発生する可能性がある。

そこで、本研究では、アルカリ骨材反応が生じたコンクリート中の曲げ加工部の破断原因と、疲労荷重を受ける圧接加工部の疲労寿命特性について実験的な検討を行う。

第 3 章では、「曲げ加工部とコンクリートの膨張力」と題して、コンクリートの膨張力試験を行い、コンクリートの膨張力で曲げ加工部が破断するための条件を示した。膨張力試験では、せん断補強筋の曲げ半径を $2d$ (d : 鉄筋径) に設定して、曲げ加工時に曲げ加工部の内側で亀裂が発生していないことを確認し、せん断補強筋のフック形状の違い、均等内圧と偏心内圧、コアコンクリートの切欠きの有無、軸力の有無を考慮して試験を行った。その結果、コンクリートの膨張力で曲げ加工部が破断するためには、曲げ加工時に曲げ加工部の内側で亀裂が発生していることが条件であることを示唆した。また、せん断補強筋の曲げ半径が $2d$ 以上で施工して、曲げ加工時に曲げ加工部の内側で亀裂が発生していなければ、コンクリートの膨張力のみで曲げ加工部が破断する可能性は低いことを示唆した。

第 4 章では、「曲げ加工部と炭酸塩応力腐食割れ」と題して、炭酸塩応力腐食割れ試験を行い、コンクリートの膨張力と炭酸塩応力腐食割れの複合した要因で曲げ加工部が破断するための条件を示した。炭酸塩応力腐食割れ試験では、U ベンド試験体を作製して、炭酸塩濃度を 1.5mol/L ~ 2.0mol/L まで変えて試験を行った。コンクリートの膨張力と炭酸塩応力腐食割れの複合した要因で曲げ加工部が破断するためには、曲げ加工部周辺のコンクリートで炭酸塩濃度が 1.5mol/L 以上であることが条件であることを示唆した。また、炭酸塩濃度が 1.5mol/L 以上で発生する炭酸塩応力腐食割れでは、割れ経路が粒内-粒界混合型の割れであり、実構造物の曲げ加工部の割れ経路と一致した。更に、U ベンド試験体を用いて水素脆化試験を行うと、割れ経路が粒界割れであり、実構造物の曲げ加工部の割れ経路と一致しない。コンクリートと水素脆化の複合した要因で曲げ加工部が破断する可能性は低いことを示唆した。

第 5 章では、「圧接加工部と疲労荷重」と題して、気中とコンクリート中の圧接加工部の疲労試験を行い、コンクリート中の圧接加工部の疲労寿命特性について生存確率を用いて解明した。疲労

試験では、気中とコンクリート中の試験の加力形式を合わせ、コンクリートの圧縮強さを 5N/mm^2 ~ 33N/mm^2 まで変化させた試験体を作製して疲労試験を行った。その結果、生存確率 50%のときの疲労寿命は、コンクリート中の圧接加工部の方が気中の圧接加工部より 1.8 倍~4.0 倍大きくなることがわかった。また、コンクリート中の圧接加工部が大きくなる理由を調査するために、コンクリート以外の材料で被覆した疲労試験や支圧試験、気中とコンクリート中の疲労試験時の動ひずみ測定を実施し、コンクリートと鉄筋間の付着力がコンクリート中の圧接加工部の疲労寿命に影響を及ぼすことを示した。

第 6 章では「まとめ」と題して、本研究を統括し残された課題をまとめた。今後の課題として、初期亀裂を考慮したコンクリートの膨張力試験の実施、粒内割れと炭酸塩応力腐食割れの関係の解明、腐食環境下のコンクリート中の圧接加工部の疲労寿命の解明を行う必要があることを提案した。