26年間長期暴露した鉄筋コンクリート梁の劣化性状と曲げ性能

鉄道総合技術研究所 正会員 ○大屋戸理明
筑波大学大学院 正会員 金久保利之
筑波大学大学院 正会員 八十島 章

１．はじめに

これまでに筆者らは，暴露試験による知見の蓄積を目的に，大量の塩分を導入し20カ月[1)]もしくは12年間[2)]の長期暴露を行って劣化させた鉄筋コンクリート部材を用いて，静的曲げ載荷試験と詳細な劣化性状の調査を実施してきた．本報告では，新たに実施した暴露26年時点での静的曲げ載荷試験結果を加え，鉄筋やコンクリートの劣化が曲げ性能に与える影響について検討する．

２．実験概要

試験体の形状寸法を図１に示す．本研究では，過去の研究[1)]と同時に製作され暴露された，同じ曲げ破壊型の梁部材１体を使用した．コンクリートの設計基準強度は24N/mm^2，W/Cは65%，細骨材率は50%である．暴露方法[1)]は，(1)暴露前に載荷により曲げひび割れを発生させ，(2)別の試験体と組み合わせ鋼棒で締め付けることで曲げひび割れが開いたままとなるように保持し，(3)この状態で東京都国分寺市内に暴露し，かつ(4)暴露開始当初の17ヶ月間，劣化を促進させる目的で定期的に塩水を散布した．試験体製作・暴露開始および塩水散布の開始は1987年，塩水散布の終了および第１期試験[1)]が1989年，第２期試験[2)]が2000年で，今回が第３期試験（2013年実施）となる．第２期試験後には1987年当初から引き続き６体が暴露されており，今回はこのうち１体を使用している（図２）．第２期試験の劣化調査結果によれば，コンクリート強度は約30～40N/mm^{2}程度であり，全塩化物イオン量は概ね4.0kg/m^{3}程度であった．

今回用いた試験体は，曲げひび割れを開いたまま保持するための締め付け用の鋼棒を2011年に除去し，その他の条件は同じとして引き続き暴露を継続したものである．今回の劣化調査では，最初に外観観察により試験体全体の劣化状況の確認を行ったほか，第２期試験と同様，塩化物イオン量の深さ方向の分布を測定しているが，後者の内容は本報告では割愛する．静的曲げ載荷試験は，図１に示す位置を載荷点・支承位置として行った．測定は，荷重，変位ならびに局所変位（画像処理による．別途報告予定）について行った．なお，既往の研究事例を参照し，試験体の劣化が顕著であっても荷重の急激な変動は生じないと予想して，載荷には変位制御などの配慮は行わずに，アムスラー式曲げ試験装置を用いて行うこととした．

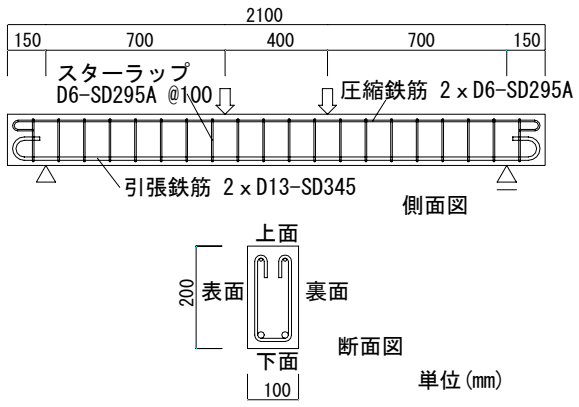

図１ 試験体の形状寸法

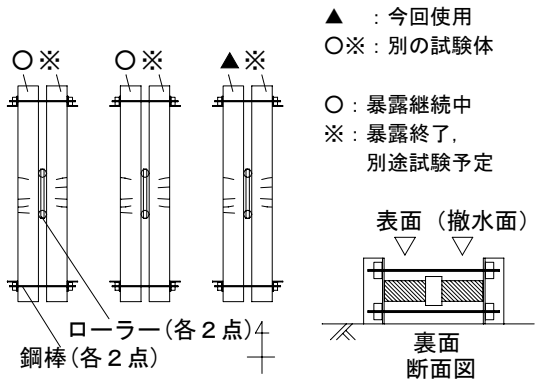

図２ 試験体暴露状況

キーワード 暴露試験，鉄筋腐食，耐力，変形性能，圧縮破壊
連絡先 〒185-8540 東京都国分寺市光町2-8-38 鉄道総研 コンクリート構造 TEL：042-573-7281

３．実験結果と考察

載荷前の劣化状況を図３に示す．ひび割れは第２期同様，スターラップよりも軸方向鉄筋に沿うものの方が顕著であり，特に上面（圧縮側，図３①）と表・裏面（引張側，図３②）の軸方向ひび割れが顕著であった．ひび割れ幅は目測で 5mm 程度と大きく，一部のかぶりは脱落寸前のため触れるだけでひび割れ幅が変動し，また剥落箇所の起線となっており計測できなかった．浮き・剥落については，第２期の試験体ではスターラップや引張鉄筋位置に若干生じた程度であったのに対し，本試験体では全体に亘り生じ，裏面で所によりスターラップ間のかぶりが脱落していた（図３③）．荷重－変位曲線を図４に示す．図中，第２期の３体の試験結果を併記してあり，このうち試験体 A は，試験体 B,C よりもコンクリートの弾性係数や強度がやや小さい試験体である．本試験体は，第２期の３体のどれよりも耐力が小さい．引張鉄筋は破断しなかったが，降伏後に変位 20mm の手前で最大荷重に達して以降，第２期の試験体 B,C よりも小さく試験体 A と同等の変位時点で荷重低下を開始しており，部材変形能力に乏しい結果となった．破壊状況を図５に示す．等曲げ区間のコンクリートが圧縮側のみならず側面の引張鉄筋位置に至るまで剥落し，かつ圧縮鉄筋も座屈し，集中的に損傷を生じている．小さい変位時点からの荷重低下は，等曲げ区間のコンクリートの圧壊が一因と推察された．

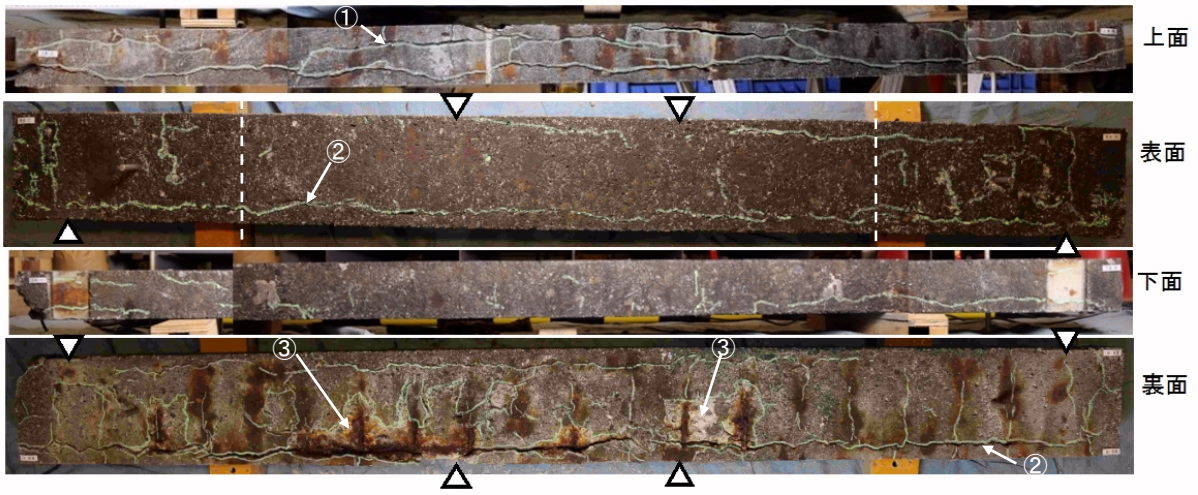

図３　載荷前の劣化状態（破線内側は図５の撮影範囲）

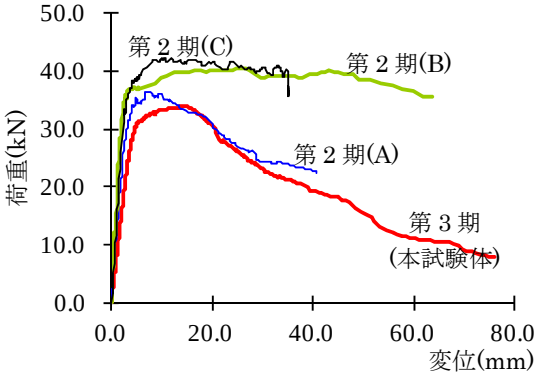

図４　荷重－変位関係

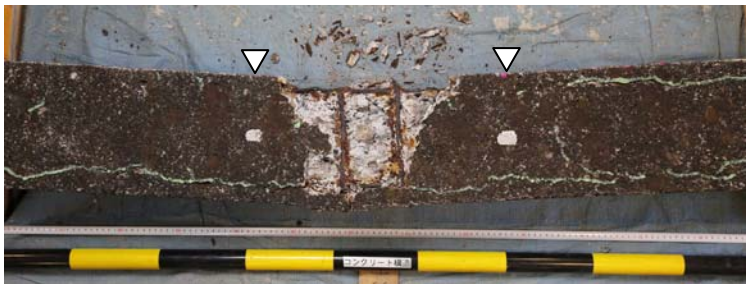

図５　破壊状況

４．まとめ

暴露 26 年となる鉄筋コンクリート梁の静的曲げ載荷試験を実施し，耐力に加え変形性能が著しく低下する結果が得られた．劣化が曲げ性能に与える影響に関し，座屈・圧壊を考慮する必要性が示唆された．今後，材料の劣化性状および局部変位に関するデータを分析し，劣化性状と力学性能の関係について検討を行う．

謝辞　本研究は，文部科学省科学研究費補助金基盤研究(C)「腐食ひび割れによる鉄筋コンクリート部材中の圧縮耐荷機構の崩壊に関する研究」（研究代表者 大屋戸理明，実施年度 2012～2014，課題番号 24560593）により実施された．

参考文献　1)山住克己，宮本征夫，佐藤勉：鉄筋を腐食させた RC はりの劣化状態と耐力について，コンクリート工学年次論文報告集，Vol.12，No.1，pp.557～562，1990.　2)大屋戸理明，西脇敬一，長谷川雅志，永岡高：長期暴露した鉄筋コンクリート梁の劣化性状と耐力，コンクリート工学年次論文集，Vol.23，No.3，pp.1315～1320，2001.