

載荷材齢と載荷履歴を変数とした若材齢 RC はりの載荷実験

中部大学 学生会員 ○山口 崇文
中部大学 正会員 伊藤 睦

1. 目的

著者らは、初期応力解析と耐荷力解析を練成させて解くことが可能な解析ツールの開発を進めている。本研究では、この解析ツールに必要な時間依存性構成モデルの高精度化に資することを目的に、載荷材齢と載荷履歴を変数とした曲げ破壊する鉄筋コンクリートはり部材の載荷実験を通じて、各材齢の曲げ挙動特性および引張鉄筋と各材齢のコンクリートとの付着挙動特性に関する知見を得ることを目的とした。

2. 実験概要

載荷材齢と載荷履歴を変数とした鉄筋コンクリートはりの載荷実験を行った。後示する試験体番号 1a, 2a, 3a では、それぞれ材齢 02 日, 04 日および 28 日で圧縮縁コンクリートが圧壊するまで荷重載荷し, 1b, 2b では、それぞれ材齢 02 日および 04 日に、引張鉄筋が降伏するまで荷重を初回載荷した後に荷重を除去し、治具から外して材齢 28 日まで養生した後に再載荷実験を行った。

試験体には、6 本取りできる鋼製型枠を使用して、同一コンクリートで作製した 5 体の鉄筋コンクリートはりを使用した。コンクリートの作製には、材齢 28 日での圧縮強度が 30N/mm^2 になるように、表-1 に示す配合を使用した。なお、セメントには普通ポルトランドセメントを使用し、粗骨材の最大骨材寸法は 15mm であり、試験体をコンクリート打込み後材齢 1 日で脱型し、試験実施時以外は圧縮試験用テストピースと共に、室温 20°C 、湿度 80% の恒温恒湿にて養生した。

試験体の諸元を図-1 に示す。曲げ破壊するようにスターラップを配置し、等曲げ区間 200mm には圧縮鉄筋を配置していない。引張鉄筋には 3D13 (降伏強度 423N/mm^2 , ヤング係数 200kN/mm^2) を配置しているが、図-2 に示す各材齢の圧縮試験結果によれば、材齢 02 日時には、やや過鉄筋気味の配筋量となる。なお、図-2 中に示している p_e は、各材齢の圧縮強度を用いた釣合い鉄筋量であり、各材齢のコンクリートのヤング係数は、材齢 02 日, 04 日, 28 日に対して、それぞれ 21.0 kN/mm^2 , 24.3 kN/mm^2 , 29.1 kN/mm^2 であった。

計測項目は、スパン中央の下端のたわみ量および支点上面の沈下量、荷重、スパン中央部の引張鉄筋ひずみおよび計測区間 50mm のパイ型変位計を使用してスパン中央の上下端から 30mm の位置の部材軸方向変形量である。なお、荷重-変位関係の変位は、計測されたスパン中央の下端のたわみ量から両支点上面で計測された沈下量を差し引いた値である。

表-1 コンクリートの配合

W/C	単位量 (kg/m^3)			
	W	C	S	G
55	170	309	820	895

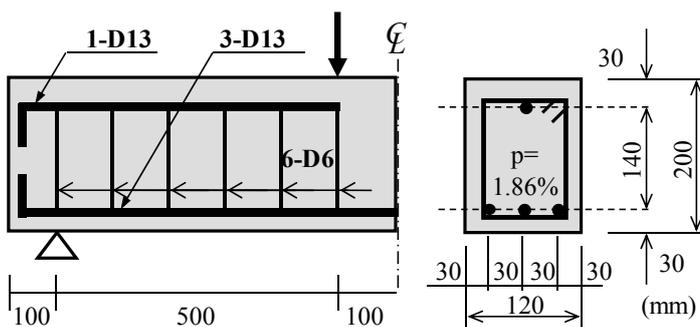


図-1 試験体諸元

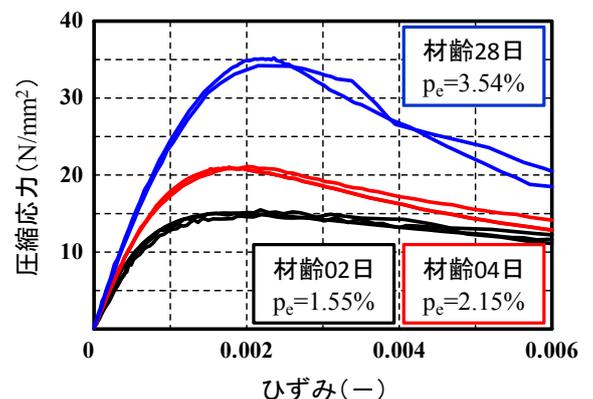


図-2 各材齢の圧縮応力-ひずみ関係

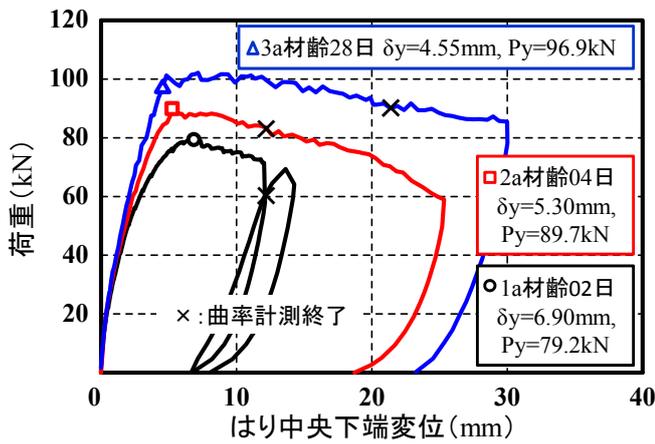


図-3 各材齢の荷重-変位関係の比較

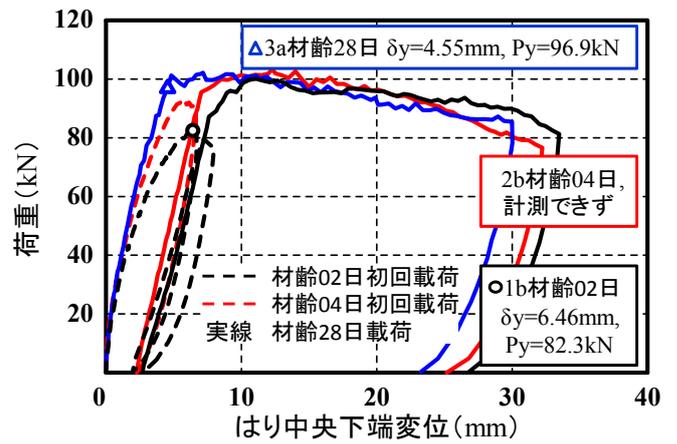


図-4 載荷材齢と履歴を変化させた荷重-変位関係

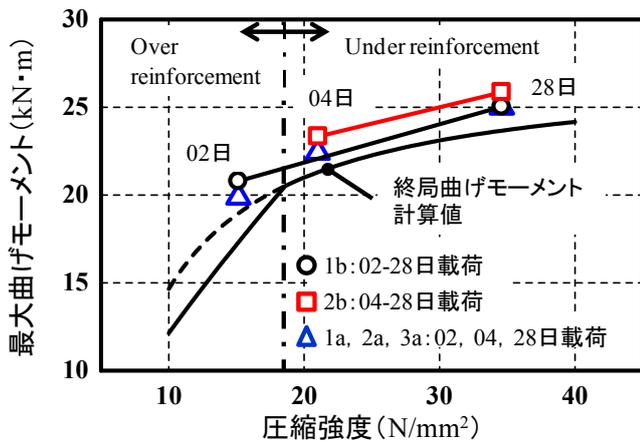


図-5 各材齢の圧縮強度と最大曲げモーメントの関係

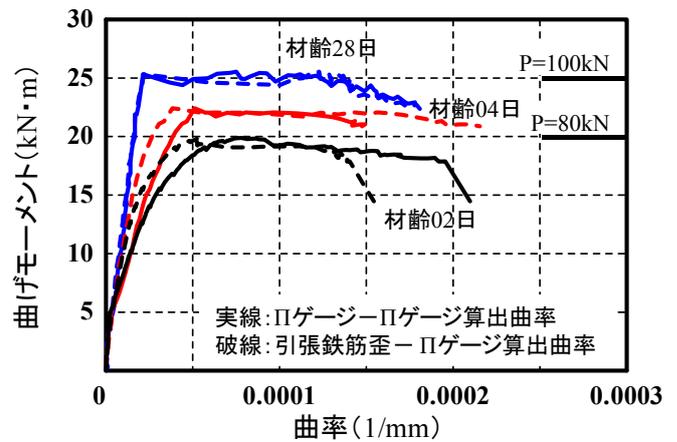


図-6 各材齢の曲げモーメント-曲率関係

3. 実験結果とまとめ

図-3 に各材齢の荷重-変位関係を示す。なお、図には引張鉄筋降伏時の荷重・変位点を示している。図より、時間の経過によりコンクリート強度が高くなることで、曲げ耐力が増加する傾向が確認できる。また、材齢 02 日載荷の 1a においても、計算上過鉄筋断面ではあるが、引張鉄筋の降伏が確認された。図-4 に、載荷材齢と履歴を変化させた場合の荷重-変位関係を示す。図では、所定の材齢 02 日、04 日で初回載荷時の荷重-変位関係を破線で示し、28 日時を实線で示している。初回載荷時には、引張鉄筋を降伏させ、等曲げ区間の圧縮縁付近には部材軸方向のひび割れが確認されたが、材齢 28 日での再載荷時には、初期剛性に変化は見られるものの、耐力的にはほぼ同程度である結果が得られた。図-5 に、各材齢の圧縮強度と図-3 および図-4 から得られる最大曲げモーメントとの関係を示す。なお、図には平面保持、完全付着を仮定し、等価応力ブロック ($k_1 = 0.85$) を用いた終局曲げモーメントと圧縮強度との関係を示している。この結果、各材齢の最大曲げモーメントと終局曲げモーメントの計算値はほぼ良い一致を示すことが確認された。材齢 02 日の最大曲げモーメントが過鉄筋時の計算値を多少大きく上回るが、これは、図-2 に示すように、材齢 02 日での圧縮軟化勾配が緩やかであるためと考えられる。図-6 にスパン中央断面の曲げモーメント-曲率関係を示す。図では、曲率を引張圧縮ともパイ型変位計で計測された変形量で評価した場合と、引張のひずみを鉄筋ひずみを用いて評価した場合を、それぞれ実線と破線で示している。この結果、材齢 28 日では両者がほぼ一致するのに対し、材齢 02 日と 04 日では、曲げひび割れ発生後にひび割れ開口を伴うコンクリートひ変形の方が大きくなる結果が得られた。このため、鉄筋ひずみ量やひび割れ幅の評価には、若材齢時コンクリートと鉄筋間の付着挙動特性を考慮する必要があると考えられる。

謝辞：本研究に科学研究費補助金（25820197）の助成を得た。ここに記して謝意を表す。