

超高強度材料を用いた RC 梁部材の曲げ耐力確認実験および解析による再現性調査

九州大学 学生会員 ○森山 裕也 (株) エスイー 正会員 野澤 忠明
(株) 大塚社会基盤総合研究所 フェロー 大塚 久哲 九州大学大学院 正会員 崔 準祐

1. はじめに

近年、超高強度材料を使用して部材の設計を行う事例が増えつつあり、部材断面縮小により死荷重の低減、施工の省力化、建設コストの削減等が期待されている。しかし、現行の設計基準¹⁾は設計基準強度 60MPa 程度までを想定したものであり 100MPa をこえる超高強度領域については想定されておらず、耐力照査法の適用性については不明である。

本研究では、超高強度材料を使用した RC 梁部材の曲げ耐力や力学的特性を確認することを目的とし、超高強度コンクリートと超高強度鉄筋を使用した RC 梁部材に対して曲げ破壊実験を実施した。また、道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編¹⁾で示している材料構成則を用いて当該実験に対する再現解析を行い、現行の設計基準で示している材料構成則の適用性について検証を行った。

2. 実験概要

本実験の実験ケースおよび各ケースの材料諸元を表-1に示す。本実験では、コンクリートの圧縮強度を 120MPa～130MPa 程度の超高強度コンクリートと超高強度鉄筋 USD685 を使用し、梁高を変化させた 3 体の供試体を製作した。供試体は図-1に示すように、支間長 6250mm、梁幅 250mm、梁高 375～625mm の長

表-1 実験ケースとその材料諸元

試験体名	No.1	No.2	No.3
コンクリー	PVA-UFC		
種類	123	134	131
種類(鉄筋径)	USD685(D25)	USD685(D29)	USD685(D32)
主鉄筋	降伏応力(N/mm ²)	712	723
	ヤング係数(N/mm ²)	2.02 × 10 ⁵	1.99 × 10 ⁵
断面寸法	梁幅(mm)	250	250
	梁高(mm)	375	625
	支間長(mm)	6250	6250
	曲げスパン(mm)	750	1000
	せん断スパン(mm)	2750	2625

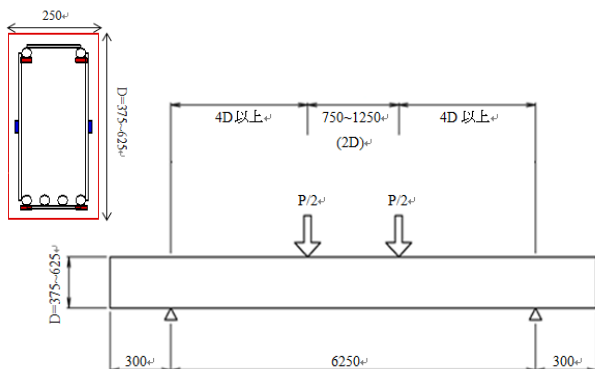


図-1 供試体の概要 (単位: mm)

方形断面を有し、梁高に対して曲げスパンを 2 倍、せん断スパンを 4 倍以上となるように曲げスパンを 750～1250mm とした。主鉄筋は各ケースとも有効鉄筋比を等しくするため、D25, 29, 32 を 6 本ずつ配置した。

載荷方法は、ひび割れ発生時、設計荷重時、鉄筋降伏時 (δy), $1.5 \delta y$, $2 \delta y$, 終局荷重時の変位を与えることとし、各ステップに到達した時点で荷重を 0 に戻し、次のステップまで強制変位を与えていく方法とした。

計測は、図-2 に示す 7 個の変位計により鉛直変位を、鉛直ジャッキに設置しているロードセルにより鉛直荷重を計測した。写真-1 に実験供試体のセットアップを示す。

3. 解析概要

解析は汎用ソフト FRAME3D(ver.3.02)を使用し、ファイバー要素を用いてモデル化を行った。図-3 に実験ケース No.1 の解析モデル図を示す。節点間隔については、梁の支間部では帯筋間隔に合わせて 125mm 間隔とし、梁端部から支点までは 150mm 間隔で分割した。支点条件は左側をローラー支点、右側をヒンジ支点とした。載荷点と梁の間はバネ要素で

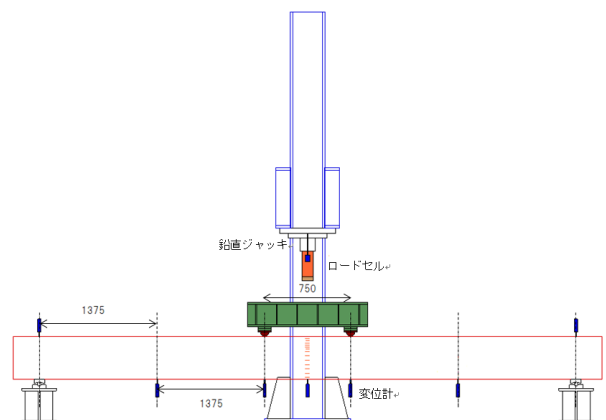


図-2 No.1 計測機器の位置 (単位: mm)



写真-1 実験供試体のセットアップ

繋いでおり、バネ定数は $1.0 \times 10^5 \text{ kN/m}$ とした。

各実験ケースの断面寸法や材料強度は表-1の値を用いており、材料構成則については、道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編¹⁾を参考とし、コンクリートに対しては二次曲線モデルを、鉄筋に対してはバイリニアモデルを採用している。载荷については2つの载荷点に300mmの強制変位を与える方法とした。

4. 実験結果および解析による再現性

実験では、全ケースにおいて最初に支間中央部の引張側においてひび割れが発生し、引張鉄筋が降伏した後、変位が大きく増加し、载荷点の圧縮側において圧縮破壊し、終局を迎える結果となった。写真-2にNo.1の終局状況を示す。

図-4はNo.1～3の実験および解析により得られた荷重-変位関係を示したものである。荷重は実験ではロードセルの値を、解析では载荷点と梁を結ぶバネ要素の反力値をそれぞれ採用しており、2つの载荷点の合計値で示している。変位は実験では図-2に示す中央部の変位計より測定した値を、解析では支間中央部の節点変位を取っている。まず、降伏荷重に着目して比較してみると、表-2に示すように解析値に対する実験値の比が1.02～1.09程度となっており、両者が近似していることがわかる。また、解析値より実験値が大きくなっており、本解析では安全側で評価できているといえる。終局荷重について、ここでは道路橋示方書Ⅲコンクリート橋編¹⁾を参考にコンクリートの設計基準強度が60MPaを超える場合のコンクリートの終局ひずみ0.0025に達したときの荷重を比較した。解析値に対する実験値の比は1.01～1.08程度であった。しかし、実験ではコンクリートの圧縮ひずみ0.0025に達した時点より遅れて破壊しており、現行の設計基準では、超高強度コンクリートの終局ひずみに対して安全側で評価していることが確認された。

5. まとめ

超高強度材料を使用したRC梁部材の曲げ耐力確認実験に対し、現行の設計基準に基づいて再現解析を行った。降伏耐力、終局耐力ともに実験値と解析値が近似しており、現行の設計基準により耐力評価が可能であることがわかった。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅲコンクリート橋編，2012。

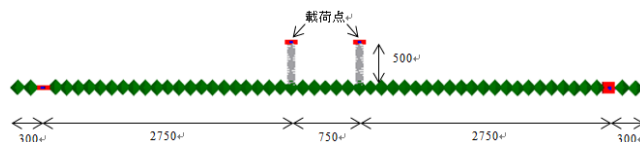


図-3 No.1 解析モデル (単位：mm)



写真-2 No.1 の終局状況

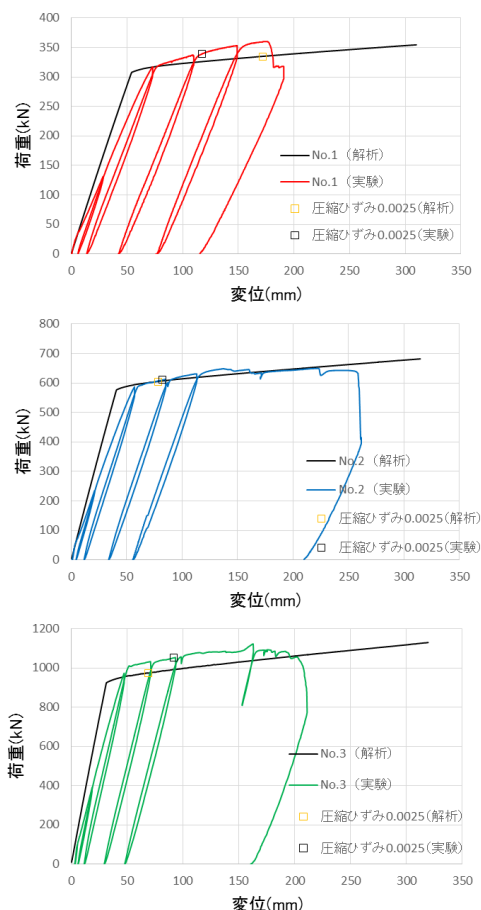


図-4 実験および解析により得られた荷重-変位関係

表-2 実験値と解析値の比較

	降伏荷重		
	実験	解析	ratio(実験/解析)
No.1	315.3	306.3	1.03
No.2	585.3	574.3	1.02
No.3	1010.0	926.0	1.09
圧縮ひずみ0.0025に達した時点の荷重			
No.1	339.3	335.0	1.01
No.2	610.7	605.0	1.01
No.3	1052.7	975.0	1.08