

上面増厚の厚さと付着界面の特性に着目した RC はり部材の挙動解析

Behavioral Analysis Considering Overlay Thickness and Bond Property of RC Beams

北海道大学大学院工学研究科北方圏環境政策工学専攻 ○学生員 柳沼喜大 (Yaginuma Yoshihiro)

北海道大学大学院工学研究院北方圏環境政策工学部門 正会員 佐藤靖彦 (Sato Yasuhiko)

1. はじめに

上面増厚工法は、損傷が生じた既設 RC 床版の代表的な補修工法である。これまでは、輪荷重走行試験による実証論的な検討に重きが置かれてきたが、過不足のない維持管理のためには、補修後の部材の耐力や破壊形式を正しく把握しておく必要がある。補修後の部材挙動には、補修厚や既設部-増厚部界面の特性が大きな影響を及ぼすと考えられるが、特に後者の影響を実験から把握することは難しい。

そこで本研究では、3次元非線形有限要素解析を用いて補修厚さおよび界面の特性が補修後の RC はり部材の挙動に及ぼす影響を検討する。

2. 解析概要

解析には北海道大学で開発された3次元非線形有限要素解析プログラム (CAMUI)¹⁾を用いる。要素はすべてアイソパラメトリック要素であり、鉄筋は分散鉄筋モデルを用いて RC 要素として表現した。

解析対象は、補修厚さと界面接着の有無を変数とした全6ケースである。その内の1体は補修を施さないが、残りの5体には上面増厚補修を行ったと考えたものである。供試体諸元を図-1に、要素分割図を図-2に示す。

解析モデル No.1 は無補修、解析モデル No.2 は増厚を考慮するが接着界面が存在しないモデル、解析モデル No.3 から No.6 は増厚と接着界面の両方を考慮したモデルである。解析モデル No.2 から No.4 の増厚厚さは 50mm、No.5 と No.6 の増厚厚さは 80mm で、解析モデル No.3 と No.5 は接着がされていないと考えたモデル、解析モデル No.4 と No.6 は接着が十分されていると考えたモデルである。また、補修を受ける既設部コンクリートの高さは解析モデル No.2 を除き全て 18cm とした。なお、すべての解析モデルにおいて、破壊性状がせん断破壊になるよう設計されている。また、解析モデルでは圧縮鉄筋を考慮していない。

解析におけるコンクリートの圧縮強度は、既設部と増厚部のどちらも 30 N/mm^2 、ヤング係数は 25000 N/mm^2 と設定した。また、鉄筋のヤング係数は 200000 N/mm^2 で、降伏強度は 300 N/mm^2 とした。

本解析では界面接着の有無を接合要素によって再現した。接着界面の存在しないモデル No.2 では増厚部と母材コンクリートが剛結されている。接着界面の存在するモデル No.3 から No.6 において、増厚部と母材コンクリート間に接合要素が設けられている。接着の有無は接合要素のせん断剛性の値を変更することで再現している。解析に用いたせん断剛性を図-3に示す。接着があると考えたモデルではずれ剛性の値を 10000 kgf/cm^3 、接着が無いと考えたモデルでは 10 kgf/cm^3 としている。

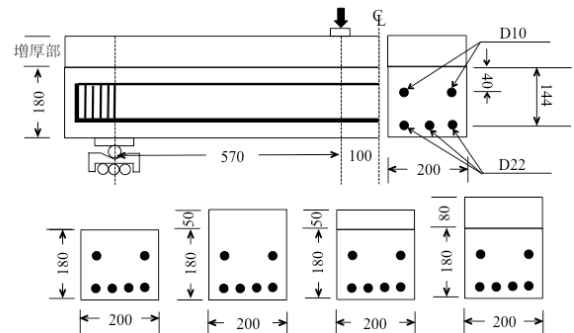


図-1 供試体諸元

(左から供試体 No.1、No.2、No.3 と No.4、No.5 と No.6)

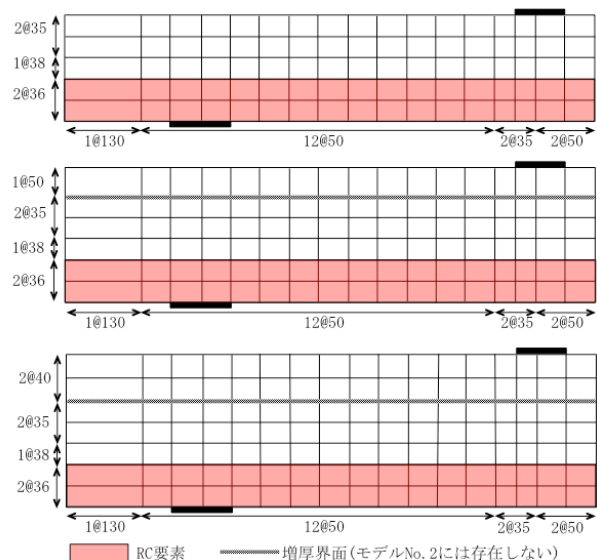


図-2 要素分割図

(上からモデル No.1、No.2 から No.4、No.5 と No.6)

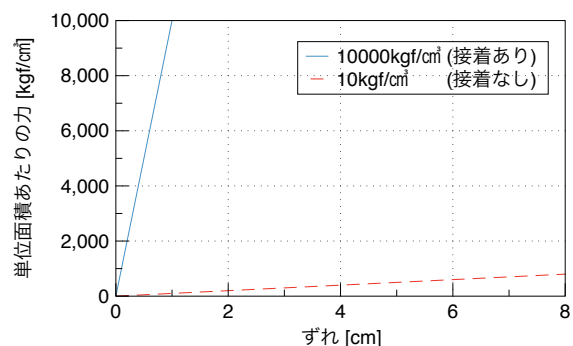


図-3 接合要素のせん断応力とずれ関係

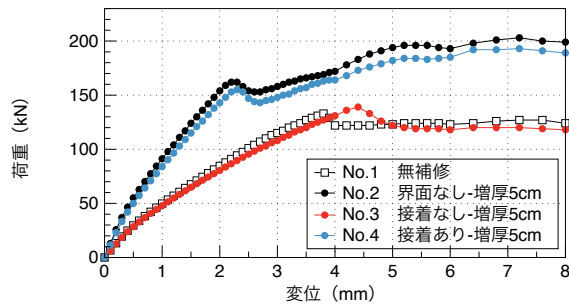


図-4 増厚 5cm を行ったモデルの荷重-変位曲線

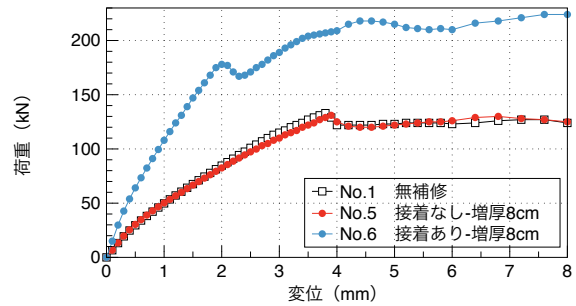


図-5 増厚 8cm を行ったモデルの荷重-変位曲線

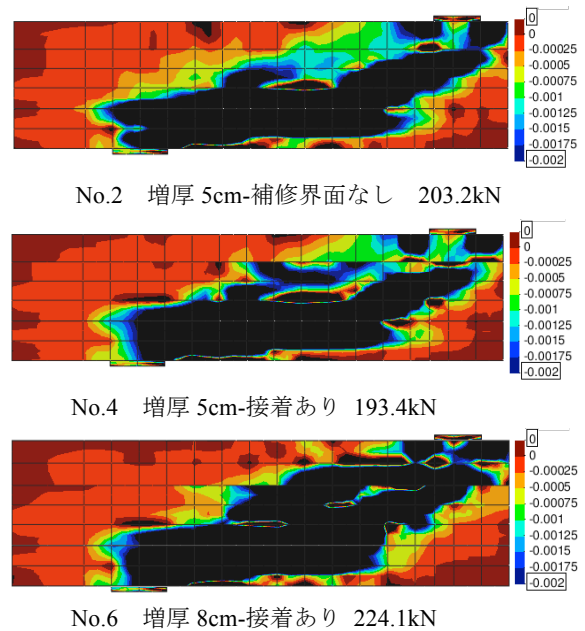
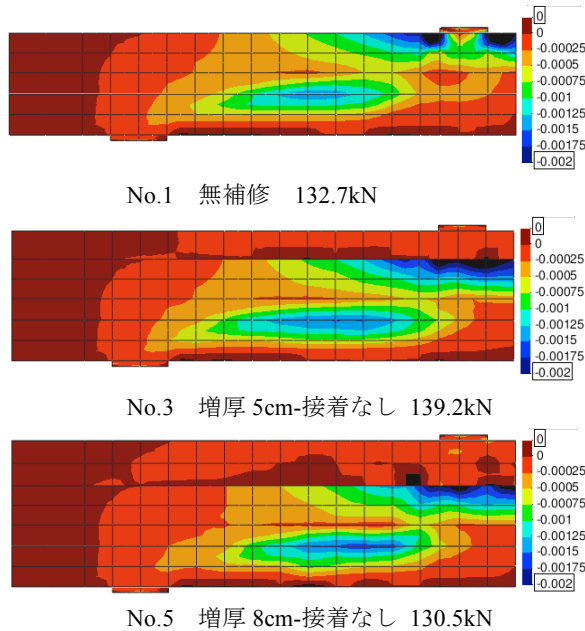


図-6 最大荷重時の最小主ひずみコンター図

解析では、はり中央の2点に強制変位を与えた。

3. 解析結果と考察

3.1 荷重-変位関係

増厚 5cm を行った 3 体のモデルの荷重と変位の関係を図-4 に、増厚 8cm で接着を行った 2 体のモデルの荷重と変位の関係を図-5 に示す。それぞれの図には比較として、無補修モデルの関係も併せて示した。解析モデル No.2 から No.4 (増厚 5cm) では No.1 (無補修) と比べ最大荷重が増加したが、解析モデル No.3 (接着なし、せん断剛性 10kgf/cm^2) では最大荷重の増加が確認できなかった。これは界面で剥離が発生したためだと考えられる。解析モデル No.4 (接着あり、ずれ剛性 10000kgf/cm^2) の荷重変位関係は No.2 (補修界面なし) とほぼ一致しており、せん断剛性が 10000kgf/cm^2 のとき剛結と同様に扱うことができる。また、解析モデル No.6 (接着あり-増厚 8cm) ではさらに最大荷重が増加しているが、解析モデル No.5 (接着なし-増厚 8cm) では No.3 (接着なし-増厚 5cm) と同様に最大荷重の増加が確認できなかった。補修界面のせん断剛性の大きさにより、耐力と変形が大きく異なることが解析的に示された。

3.2 最小主ひずみコンター図

各モデルでの最大荷重時の最小主ひずみコンター図を図-6 に示す。接着の有無によって最大荷重時におけるひずみ分布が異なることが明らかである。接着なしの解析モデル No.3 と No.5 では、圧縮ひずみが補修界面に集中し、No.1 と同様のひずみ性状が確認された。また、圧縮ひずみは RC 要素とコンクリート要素の境界付近にも集中している。一方、接着ありの解析モデル No.4 と No.6 では支点から載荷点に向かって斜めに圧縮ひずみが分布しており、圧縮ストラットが卓越する様子がみられる。また、接着あり (No.4) と補修界面なし (No.2) では、ほぼ同一のひずみ分布が確認された。

4. まとめ

増厚を行うことで耐力の向上が見られ、増厚厚さが増えるほど、その効果は大きくなることを解析的に再現した。今後は実験を行い解析結果と比較する。また、その結果から接合要素の構成則についての検討を行う。

参考文献

- 1) 高橋良輔：3 次元非線形有限要素法によるコンクリート系部材の挙動解析に関する研究、北海道大学博士論文、2003