# 鉄筋コンクリート隅角部における 新しいユニット構造の耐荷機構の解析的評価

北海道大学大学院工学院 学生員 ○吉光 聖洋(Masahiro Yoshimitsu)

大成建設 (株) 技術センター生産技術開発部 正会員 渡部 孝彦 (Takahiko Watanabe)

大成建設 (株) 技術センター生産技術開発部 正会員 武田 均 (Hitoshi Takeda)

早稲田大学理工学術院 正会員 佐藤 靖彦(Yasuhiko Sato)

#### 1. はじめに

RC ボックスカルバートの隅角部では鉄筋が高密度に配筋されるため、熟練の配筋工により作業が行われる.この作業の省力化を目的に開発されたのが、隅角部に鉄筋ユニットブロックを有する RC ボックスカルバートである  $^{1)}$ .このユニット型は現在、道路構造物で適用が進められている配筋で作られた RC ボックスカルバートに比べて、履歴吸収エネルギーの増加と、隅角部におけるひび割れ発生の抑制など、力学的な性能が高いことが確認されている  $^{1)}$ .

本研究では、鉄筋ユニットブロックのモデルを作成し、三次元非線形有限要素解析により、 鉄筋ユニットブロックを用いた隅角部構造の耐 荷機構を把握した.

# 2. 鉄筋ユニットブロックの三次元有限要素解析

鉄筋ユニットブロックの耐荷機構を把握するために、有限要素法による非線形解析を行った.使用した解析ソフトは Diana 10.1 である. 鉄筋ユニットブロック単体での挙動を確認するために、有限要素モデルとして、実物を忠実に再現した Actual Model (以下、AM) と、複雑な鋼板部分を一つのソリッド要素で表すことで簡易化し、軸剛性を AM と合わせるためにその体積変化に合わせてヤング係数を均した Simplified Model (以下、SM) を作った. また、コンクリート内部での鉄筋ユニットブロックの挙動を把握するために AM in Concrete (以下、AMC) とSM in Concrete (以下、SMC) をつくった.

鋼板及びコンクリートにはソリッド要素を使用し、AMC と SMC では、コンクリート要素に

鉄筋ユニットブロックが完全に内包されている. 載荷条件について、AM、SM では、鉄筋ユニットブロックの下面を X、Y、Z の三方向に拘束し、 鉄筋ユニットブロックに正負の曲げモーメント とせん断力が作用するように上面に等分布荷重 を作用させた. なお、等分布荷重は集中荷重に 置き換えたとき、圧縮力と引張力の大きさが等 しいように値を設定した. AMC、SMC ではコン クリートの下面を X、Y, Z の三方向に拘束し、 使用時に現地組立主鉄筋が上面と右面に繋がる ことから、それを再現するように、鉄筋断面を 想定し円形の等分布荷重を作用させた.

#### 3. 解析結果と考察

AM, SM 共に、荷重の増加と共に鉄筋の降伏 域が広がり、鉄筋ユニットブロックは耐荷機構 を失った. 図-2, 図-3 から, 鉄筋部分に比べ鋼 板部分に発生している応力が小さいこと, すべ ての鉄筋に均一に力が分配されず, 中央に位置 する鉄筋ほど、発生している応力が大きくなっ ていることがわかった. 特に, AM では SM に比 べて応力の不均一さが顕著であった. これは AM では鋼板部分が曲がるのに対して, SM では鋼板 部分が曲がらないためだと考えられる. AMC, SMC ではすべての鉄筋にほぼ均一に応力が発生 していた. これは鋼板や鉄筋がコンクリートに 拘束され, 鉄筋ユニットブロック全体で変形が 小さくなっているためだと考えられる. また, 図-3 から、鉄筋にかかる圧縮応力が引張応力に 比べて極めて小さい. これはコンクリートが圧 縮応力を負担しているためだと考えられる. ま た, 図-4 は 400MPa を載荷した時のひび割れの 発生状況を示す. AMC では小さなひび割れが広

キーワード 鉄筋ユニットブロック,有限要素解析,応力分布,変位 連絡先 〒060-8628 札幌市北区北 13 条西 8 丁目 北海道大学大学院 TEL011-706-6219

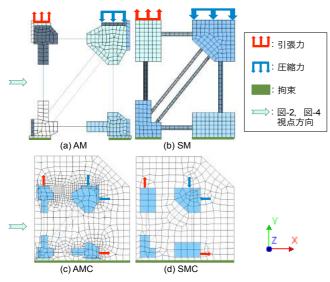


図-1 有限要素モデルと境界条件

く発生するのに対して、SMC では大きなひび割れが局所的に発生した.これは簡易化の際にヤング係数を均した影響だと考えられる.

### 4. まとめ

鉄筋ユニットブロックの耐荷機構の把握を目的として解析を行ったところ、鉄筋ユニットブロック単体の解析から(1)から(3)が、コンクリート中の鉄筋ユニットブロックの解析から(4)および(5)の知見が得られた.

- (1) 鉄筋に作用している応力に比べて鋼板に作用 する応力は極めて小さい.
- (2) 荷重の増加に伴い鉄筋の降伏域が増大し、やがて鉄筋ユニットブロックは耐荷機構を失う.
- (3) 鋼板の変形が鉄筋の応力分布に及ぼす影響は 大きく、鋼板の変形が小さいほど鉄筋の応力 が均一になる.
- (4) 実物を忠実に再現したモデルでは、コンクリートと接する鋼板の面積が大きいため、コンクリートの負担する応力が大きくなる.
- (5) 鋼板部分の剛性が小さいと、コンクリートに 小さなひび割れが広範囲に多く発生し、鋼板 部分の剛性が大きいと、大きなひび割れが局 所的に発生する.

## 参考文献

1) 渡部孝彦,猪口泰彦,高倉克彦,村田裕志: 鉄筋ユニットブロックを配したRCボックスカル バート隅角部の耐 荷機構に関する一考察,大成 建設技術センター報,第 39号,2017

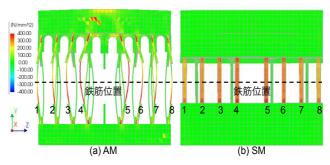


図-2 鋼材に作用する応力分布 (AM, SM)

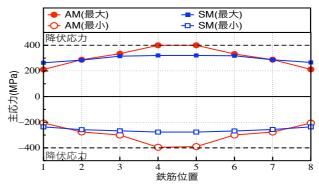


図-3 鉄筋の応力分布 (AM, SM)

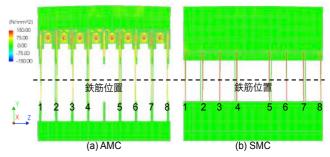


図-4 鋼材に作用する応力分布 (AMC, SMC)

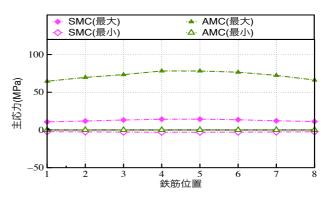


図-5 鉄筋の応力分布 (AMC, SMC)

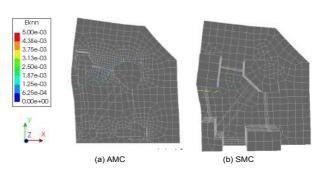


図-6 ひび割れの発生状況(400MPa 載荷時)