

モルタル充填式鉄筋継手を用いたカルバートの継手性能（その2：解析評価）

ジオスター株式会社 会員 ○藤原 慎八 下中村 圭太 久保田 伸一

1. はじめに

近年、大断面のボックスカルバートといった大型の土木構造物においても、プレキャスト工法が採用されるケースが増加している。この場合、工場での製造や現場への運搬時に部材寸法や重量の制約があるため、プレキャスト部材を、継手を設けたいくつかのブロックとして現場に搬入し組立てることになり、継手の需要が増加するとともにその重要性が高まっている。

そこで、継手部が設計手法の確立された RC 構造として評価できる継手となることを目指し、プレキャスト工法でしばしば使用されているモルタル充填式鉄筋継手（以下、スリーブ継手）を用いたカルバートの側壁継手部を対象とした研究を行っており、正負交番載荷実験を実施した。

2. 研究の目的

正負交番載荷実験より、スリーブ継手を用いた部材継手は接合部無しの部材と同等の耐力・曲げ性能を有することを確認した。しかしながら、実験より得られた $M-\phi$ 曲線は、接合部の有無に関わらず柱部材である建築部材などでの正負交番実験結果¹⁾のように紡錘型とならず、正曲げは逆 S 字型・負曲げは紡錘型と特異な傾向を示した。この要因はカルバートの特徴である非対称な断面配筋が影響していると考えられるが、本稿ではその要因を分析することを目的に、数値解析における検証を行った。

3. 解析概要

3.1 解析条件

解析条件を表 1 に示す。CASE1 が接合部無し、CASE2 がスリーブ継手で接合されたものとした。

3.2 解析方法

本解析は材料の非線形特性を考慮したファイバーモデルにて解析を行った。解析には有限要素解析ソフト MIDAS/Civil（MIDAS IT 社）を使用した。

解析モデルは図 1 に示す通り、正負交番載荷実験を再現した梁モデルとした。実験での載荷状況を基に左右の指支点は水平フリー、センターを鉛直フリーとした支点条件とし、載荷点に強制変位として実験での変

位を与えた。断面モデルを図 2 に示す。断面は 20 分割として、CASE1 は主鉄筋のみで構成する一般部断面の 1 断面、CASE2 は主鉄筋のみで構成する一般部断面、スリーブ継手のみで構成するスリーブ断面 A、D22 側を主鉄筋とし D29 側をスリーブ継手で構成するスリーブ断面 B の 3 断面とした。なおスリーブ継手は中空断面であるが、解析モデル上は等価な充実断面とした。

4. 解析結果

4.1 曲げモーメント-曲率の履歴曲線

CASE2 の解析結果と実験結果の $M-\phi$ 曲線を図 3 に示す。解析結果・実験結果ともに同様の傾向を示しており、特に実験で得られた正曲げ時に履歴曲線が逆 S 字型になる本実験の特徴も解析で明確に再現することができた。なお、実験と同様に接合部無しの CASE1 においても解析結果と実験結果で同様の $M-\phi$ 関係が得られた。

表 1 解析条件

項目	CASE-1	CASE-2
概略図		
断面	H400 × B680	H400 × B680
設計基準強度	40N/mm ²	40N/mm ²
主筋	D22@160mm, D29@160mm	D22@160mm, D29@160mm
スリーブ継手	—	D22用, D29用

※鉄筋：SD345

※スリーブ継手：FCD700

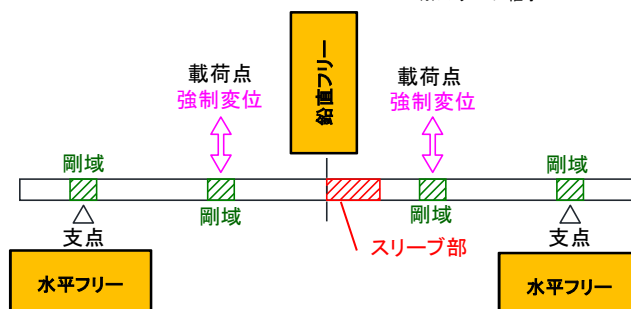


図 1 解析モデル

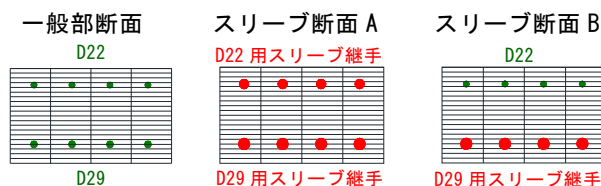


図 2 断面モデル

キーワード：カルバート モルタル充填式鉄筋継手 正負交番載荷 数値解析 ファイバーモデル

連絡先：〒112-0002 東京都文京区小石川 1-28-1 ジオスター株式会社 技術部 TEL 03-5844-1351

また、荷重が進むに従って履歴曲線の実験値と解析値の耐力や曲率に若干の差が生じた。正曲げ側で最大7%、負曲げ側で最大20%程度実験に比べて解析での曲げモーメントに差が生じたものの、いずれにおいても解析の方が小さい値を示しており安全側の評価であると言える。

以上より、若干の相違点はあるもののファイバーモデル解析によりスリーブ継手を用いたカルバートを対象にした部材の再現解析は可能であり、解析結果より正負交番実験の結果は妥当であったと考えられる。

4.2 正曲げ時履歴曲線逆S字型の発生メカニズム

正曲げ時の履歴曲線が逆S字型となる要因について検討を行った。なお、履歴曲線は理想的な配筋による部材で十分なエネルギー吸収能力がある場合は紡錘型となり、一方で、主鉄筋の座屈等によりエネルギー吸収能力が劣る場合はある点で剛性が上がる特徴を持つ逆S字型²⁾となる。

圧縮側および引張側主鉄筋であるD22とD29の応力ひずみ関係の履歴曲線結果を図4、図5に個別に示す。図中に丸点で示した点は、正曲げ時に剛性が急激に上がる点である。これより、履歴曲線において正曲げ時に剛性が急激に上がる点は、引張側配筋のD29では引張状態であり、圧縮側配筋となるD22では圧縮から引張に移行する変化点であった。これは、非対称な断面配筋により、図6に示すようにD22側とD29側に生じるひび割れ幅の相違が要因となっていると考えられる。つまり正曲げ時は繰返荷重によって発生した圧縮側(D22側)のひび割れが荷重途中に閉じて中立軸が上がり、剛性が上昇する現象が起きたと考えられる。

5. まとめ

スリーブ継手を用いた大型カルバートを対象にした実物大部材による正負交番荷重実験より得られた結果の妥当性の確認を目的に数値解析を実施した。この結果、スリーブ接続の有無に関わらず、カルバート側壁部のような断面配筋が非対称な部材は独自の履歴曲線を描くことが分かり、正負交番荷重実験の妥当性が確認できた。また、ファイバーモデルによる解析で継手部を精度良く安全側に評価できることがわかった。

6. 謝辞

本研究の実施に際して、東京工業大学の二羽淳一郎教授には多くの御指導を受けました。ここに記して御礼申し上げます。

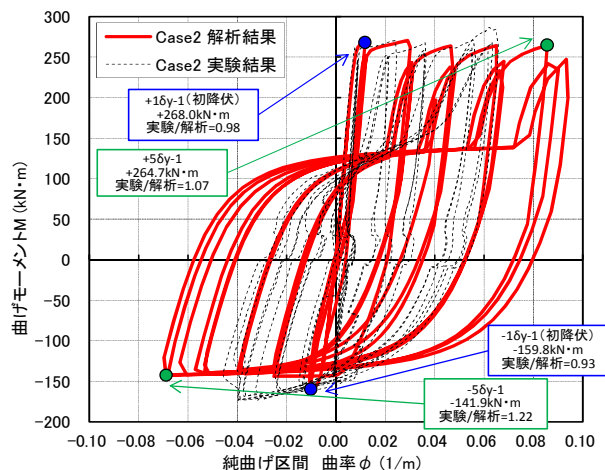


図3 M-φ曲線 解析結果 (CASE2)

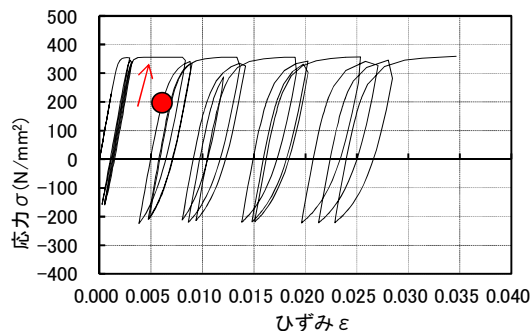


図4 D29 応力-ひずみ曲線 解析結果 (CASE2)

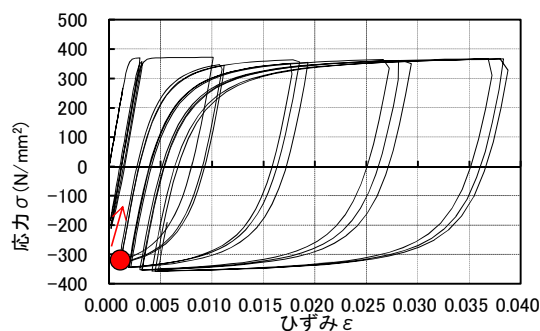


図5 D22 応力-ひずみ曲線 解析結果 (CASE2)

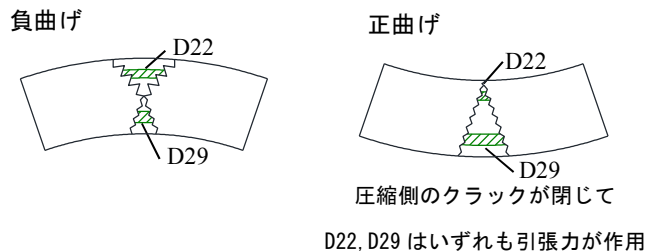


図6 正曲げ時履歴曲線逆S字の発生メカニズム

参考文献

- 例えば、 筏井文隆・小林克巳・阿瀬正明・虻川真大; モルタル充填式継手を用いたPCa柱主筋の付着性状に関する実験研究、コンクリート工学年次論文集 Vol21, No3, 1999
- 吉川弘道; 鉄筋コンクリート構造物の耐震設計と地震リスク解析