

## シアコネクタのせん断伝達に関する解析的研究

三井住友建設株式会社	土木設計部	正会員	○辻本 和弘
三井住友建設株式会社	土木設計部	正会員	山田 武正
三井住友建設株式会社	土木設計部	正会員	渡邊 宗樹
三井住友建設株式会社	東京土木支店	正会員	津田和夏希

## 1. はじめに

複合構造における鋼材とコンクリートの一体化は、スタッドジベル等のずれ止めによるせん断伝達により図るのが一般的であった。一方、近年、鋼材に突起あるいは開口を設けることによってせん断伝達を図る構造が広く用いられるようになってきている。また、鋼コンクリートサンドイッチ構造では山形鋼あるいは平鋼をシアコネクタとしてせん断伝達を図る構造が示されているが<sup>1)</sup>、シアコネクタに作用するせん断力は構造物に生じる曲げモーメント分布に基づいて発生する鋼材軸力の変化分である。本論文では、同構造を鋼部材とコンクリート部材の接合部に適用する際の基礎データに関する数値解析について述べる。

## 2. 数値解析の検証用実験

数値解析の適用性を検証するための実験として、図-1に示す Chuar らの引抜き一面せん断試験<sup>2)</sup>を採用した。この試験では高さ 300mm、幅 150mm の梁状のコンクリート躯体の上面に複数枚の平鋼状のシアコネクタを取付けたベッドプレート(厚さ 6mm)が設置されている。試験では、ベッドプレートの左端を反力架台に固定し、躯体の上下 2 点で鉛直方向の変位および回転を拘束した状態でコンクリート躯体を左端から右方向に押すことにより、ベッドプレートの左端に引張力を作用させている。試験のパラメータは、シアコネクタの枚数、間隔、厚さ、高さおよびベッドプレートの定着長である。なお、コンクリート強度は試験によって異なるが 20~30N/mm<sup>2</sup> 程度である。

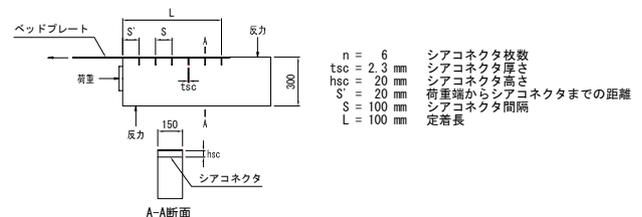


図-1 一面せん断試験の概念図

## 3. 実験と解析の比較

## (1)解析モデル

当該部の挙動を適切に評価するには、精度の高い非線形構成則が必要である。筆者らは、汎用 FEM 解析コード DIANA に前川らが開発した弾塑性破壊構成則<sup>3)</sup>を組み込み、コンクリートの非線形挙動を 3 次元空間で解析することを試みてきた。図-2 に解析モデルにおけるシアコネクタ近傍を模式的に示す。ベッドプレート及びシアコネクタとコンクリートの境界部にはインターフェース要素を設け、ずれ及び剥離現象を評価している。引張側については引張強度に達した後は破壊エネルギーに基づいて線形の軟化を考慮している。なお、ひび割れモデルは多方向ひび割れ(ひび割れ発生限界角=45度)とし、要素寸法は 20mm×20mm 程度としている。

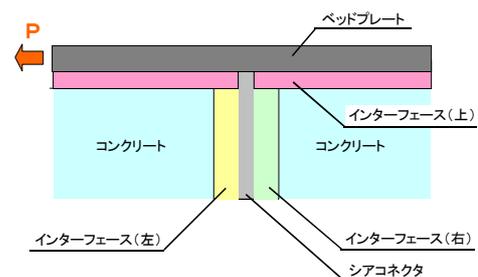


図-2 シアコネクタ接合部のモデル化

## (2)破壊形態

図-3 にシアコネクタが 6 枚のモデルの破壊形態を示す。実験では載荷端に近いシアコネクタ端部で最初にひび割れが発生し、その後、遠い側のシアコネクタに徐々にひび割れが進展していく進行性の破壊を示してい

キーワード せん断伝達, シアコネクタ, FEM 解析, ひび割れ

連絡先 〒164-0011 東京都中野区中央 1-38-1 三井住友建設(株) 土木設計部

TEL:03-5337-2136

る。また、ひび割れの角度は当初ベッドプレートに対し 45 度前後だが、その後水平方向に発達して最大荷重に達している。これら実験時におけるひび割れの進展状況は、開発モデルによる解析において良く再現されている。

(3)破壊耐力

シアコネクタが負担している全荷重（荷重端に最も近いシアコネクタを除く）と変位の関係を図-4 に示す。開発モデルによる解析結果は剛性・耐力が若干小さめとなっているが、変位 0.2mm 前後で最大荷重を示すなど全体的な傾向は一致している。解析ではベッドプレートとコンクリートのずれ・剥離に対する抵抗を極小としているが、この評価が実験時の状況と異なっているために剛性・耐力にずれが生じたと推測している。

シアコネクタ枚数とシアコネクタでの荷重負担能力の関係を図-5 に示す（枚数、荷重共に載荷端に近いシアコネクタは含まない）。全体的に若干実験値を下回っているものの開発モデルは実験結果を良く再現している。

4. 部材接合部の設計に関する基礎解析

(1) 荷重作用および境界条件の相違

上述の解析から、シアコネクタを多段配置した場合には引張荷重作用端に近いシアコネクタから破壊が逐次進展する進行性破壊を呈することを確認し、試験を適切に再現できることを確認した。しかしながら、部材接合部では引張力のほかに圧縮力が作用する場合がある。図-6 に 6mm と 30mm のベッドプレートについて、引抜き力および押込み力を作用させた場合の荷重-変位関係を示す。引抜き時と同一のモデルによりベッドプレートの右端から左向きに荷重を作用させると、引抜きに比べて破壊が広範囲にわたり、進行性破壊が緩和されるため、図に示すように引抜き耐力の 1.3~1.4 倍となる。

(2)ベッドプレート厚の影響

図-6 より、この範囲ではベッドプレートが厚いほど剛性が高くなるとともに、最大荷重到達後の荷重低下が著しく脆性的な破壊となることがわかる。ベッドプレートが厚いほど各シアコネクタからの伝達力が均等化し、最大荷重出現の同時性が強まるためと考えられる。

5. まとめ

- ① 平鋼をシアコネクタとした異種部材接合部のせん断耐荷性状は、弾塑性破壊構成則と多方向非直交ひび割れモデルにより、支圧破壊とひび割れの進展挙動を精度よく評価できる。
- ② 引抜き力が作用した場合には進行性の破壊が顕著となるが、押込み力ではこの傾向は緩和される。
- ③ ベッドプレート厚の相違により破壊の進行形態および破壊耐力は変化する。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートライブラリー73 鋼コンクリートサンドイッチ構造設計指針（案），1992
- 2) Chuar,C.L, Shima,H. and Virach,R.：Load-Displacement Relationship of Plate Shape Shear Connector in Steel-Concrete Composite Structures, Proc. of JSCE No.433/V-15, pp.223-229, 1991
- 3) Maekawa, K, Pimanmas, A. and Okamura,H.：Nonlinear Mechanics of Reinforced Concrete, 2003

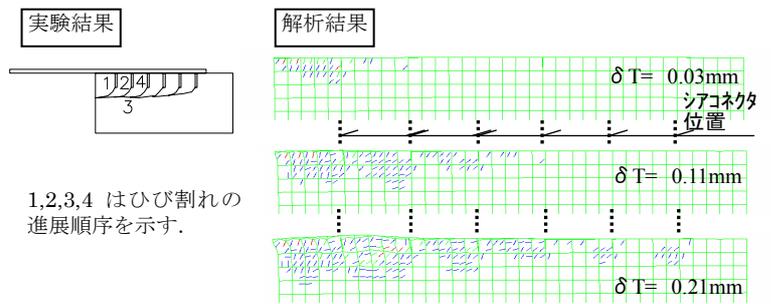


図-3 破壊形態の比較

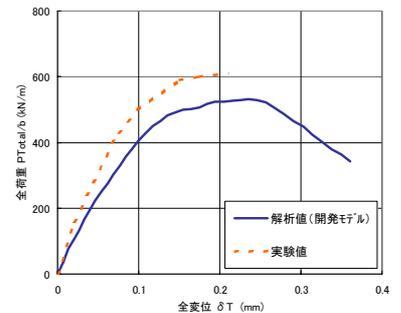


図-4 全荷重と変位の関係

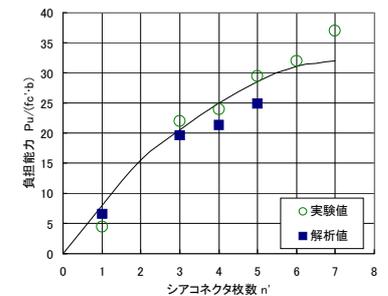


図-5 シアコネクタ枚数と荷重負担能力の関係

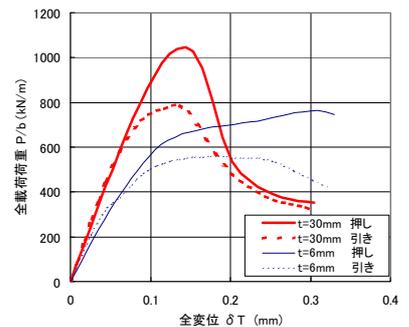


図-6 異なる条件下での荷重-変位関係の比較