

## 外部拘束力が有孔鋼板の 付着特性に及ぼす影響について

新日本製鐵 正員○西海 健二、伊佐 隆善

### 1 はじめに

合成構造部材としての耐力及び剛性を確保するためには、鋼材とコンクリートが一体で挙動する必要があるため、突起鋼板・シアコネクター等の付着特性に関する研究が進められている。開口を有する鋼板（有孔鋼板）は開口部がコンクリートの充填性のみならず、シアコネクター機能を有するため、低加工度の合成構造用鋼材としての利用が考えられる。この有孔鋼板とコンクリートの付着破壊性状は、開口部での割裂破壊が支配的であり、周囲コンクリートの形状が付着強度を左右することが知られており<sup>(1)</sup>、周囲コンクリートの影響は割裂破壊を抑制する拘束力であると考えられる。そこで、拘束力が有孔鋼板の付着特性に及ぼす影響を把握するために、外部拘束力下の有孔鋼板の付着試験を実施した。

### 2 試験方法

図1に載荷状況図を示す。試験体側部に配置した油圧ジャッキにより開口部に所定の拘束力を作用させた状態で、鉛直荷重を載荷する押抜試験を実施し、その時の鉛直荷重、拘束力及びすべり量、側方膨れ量の計測を行なった。

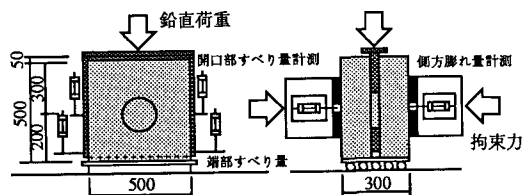


図1 試験状況図

試験体は表1に示す10体であり、開口形状  $\phi$  200mm板厚  $t=12$ mmの試験体(SB-1)を標準型とし、開口形状  $\phi$  100mmの(SB-2)及び板厚  $t=22$ mmの(SB-3)の有孔鋼板の形状による比較を行なった。更に各試験シリーズにおいて、作用させる拘束力をパラメータとした。尚、試験体の鋼材表面にはテフロン板を貼付け表面付着を除去した。

### 3 試験結果及び考察

#### (1) 鉛直荷重～すべり量関係

SB-1シリーズの鉛直荷重と端部すべり量関係図を図2に示す。拘束力の増大とともに最大耐力が増大し、最大耐力発揮以降も脆性的な破壊に至らず、耐力が徐々に低下し残留耐力を保持する傾向にある。また最大耐力に至るまでの剛性は全てほぼ25tf/mmであった。一方SB-2シリーズでは最大付着耐力及び剛性(11tf/mm)はSB-1と比較して小さい値であった。しかし図3に示すように縦軸を鉛直荷重/開口面積( $P_v/A_o$ )で整理すると、SB-1シリーズとはほぼ同じ剛性が得られた。このことより開口面積の影響が耐力のみならず変形性能にまで影響を及ぼしていると言える。SB-3シリーズでは図4

表1 試験体諸元

| シリーズ | 試験体名    | 開口形状<br>D (mm) | 板厚<br>t (mm) | 拘束力<br>Pc (tf) |
|------|---------|----------------|--------------|----------------|
| SB-1 | SB-1-0  | $\phi$ 200     | 12           | 0.0            |
|      | SB-1-5  |                |              | 4.5            |
|      | SB-1-10 |                |              | 9.0            |
|      | SB-1-20 |                |              | 18.0           |
|      | SB-1-30 |                |              | 27.0           |
|      | SB-1-40 |                |              | 36.0           |
| SB-2 | SB-2-10 | $\phi$ 100     | 12           | 9.0            |
|      | SB-2-20 |                |              | 18.0           |
| SB-3 | SB-3-10 | $\phi$ 200     | 22           | 9.0            |
|      | SB-3-20 |                |              | 18.0           |

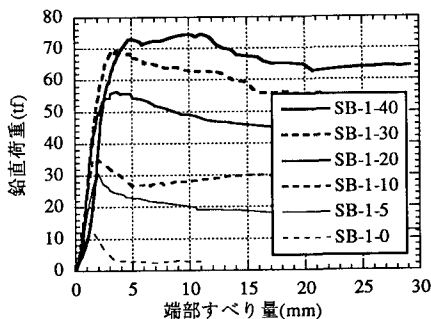


図2 鉛直荷重～すべり量関係(SB-1)

に示すようにSB-1と比較して板厚が大きいために若干最大耐力が大きくなっているが、その度合いは小さい。また、最大耐力発揮以降、一定の残留耐力に低下するが、この残留耐力は板厚の違いによらず一定であった。

## (2)最大付着強度

実験により得られた最大耐力 $P_{vu}$ 、最大時拘束力 $P_{cu}$ を表2に示す。図5は最大耐力及び最大時拘束力を開口面積で除し、コンクリート圧縮強度で正規化した結果である。すなわち横軸は拘束応力度比、縦軸は付着強度比（一面せん断応力度比）であり、せん断応力度で整理することにより開口面積の影響が一般化できると言える。試験結果の回帰直線を求めると式-1となる。

$$\frac{P_v}{A_o \times F_c} = 1.85 \frac{P_c}{A_o \times F_c} + 0.20 \quad (\text{式-1})$$

ここで、 $P_v / A_o = \tau_b$ （付着強度）、 $P_c / A_o = \sigma_c$ （拘束応力度）とすると、

$$\tau_b = 1.85 \sigma_c + 0.20 F_c \quad (\text{式-2})$$

となる。式-2の右辺第1項は拘束応力度による付着強度の向上効果であり、第2項は開口内部コンクリートの引張抵抗と考えられる。また、緒方ら<sup>(1)</sup>が提案している被りコンクリートが大きい場合の付着設計式において拘束力を被りコンクリートの引張強度（ $P_c = A_c \times F_t = A_c \times 0.1 F_c$ ）と仮定した結果は、本試験結果の傾向とよく一致しており安全側の値であると言える。

## 4 まとめ

拘束力を作用させた状態での有孔鋼板付着試験を実施した結果、拘束力の増大に伴い最大耐力が増大し、付着強度（最大耐力／開口面積）は開口形状（開口面積及び板厚）に関わらず、付着強度拘束応力度と線形関係となることが判明した。すなわち、開口部自体の付着強度は開口内部コンクリートの引張強度に支配されるため小さい値であるが、有孔鋼板に外部拘束力が作用するように配置する、もしくは開口部に補強を施すことにより付着強度の飛躍的な向上が期待できる。

## 参考文献

- (1)緒方ら；鋼製エレメントとコンクリートとの付着特性に関する研究、コンクリート工学年次論文報告集,1994

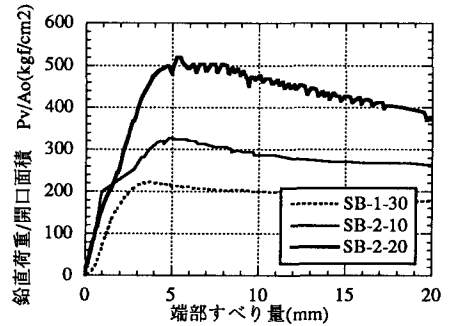


図3 せん断応力度－すべり量関係(SB-2)

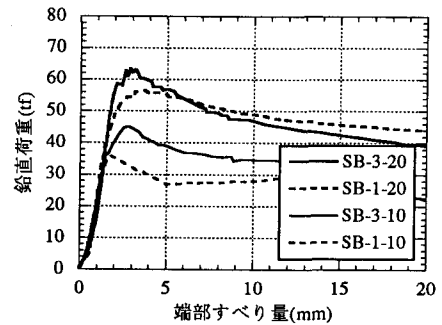


図4 鉛直荷重－すべり量関係(SB-3)

表2 最大耐力

| 試験体名    | 開口面積<br>$A_o$ (cm <sup>2</sup> ) | コンクリート圧縮強度<br>$F_c$ (kg/cm <sup>2</sup> ) | 最大耐力<br>$P_{vu}$ (t) | 最大時拘束力<br>$P_{cu}$ (t) |
|---------|----------------------------------|-------------------------------------------|----------------------|------------------------|
| SB-1-0  | 314.2                            | 330                                       | 18.0                 | 0.0                    |
| SB-1-5  |                                  | 330                                       | 30.6                 | 5.1                    |
| SB-1-10 |                                  | 317                                       | 36.0                 | 10.4                   |
| SB-1-20 |                                  | 317                                       | 56.4                 | 18.8                   |
| SB-1-30 |                                  | 330                                       | 70.2                 | 27.4                   |
| SB-1-40 | 78.5                             | 317                                       | 72.9                 | 37.0                   |
| SB-2-10 |                                  | 326                                       | 25.8                 | 10.4                   |
| SB-2-20 |                                  | 326                                       | 40.8                 | 18.8                   |
| SB-3-10 |                                  | 330                                       | 45.0                 | 10.4                   |
| SB-3-20 |                                  | 326                                       | 63.3                 | 18.2                   |

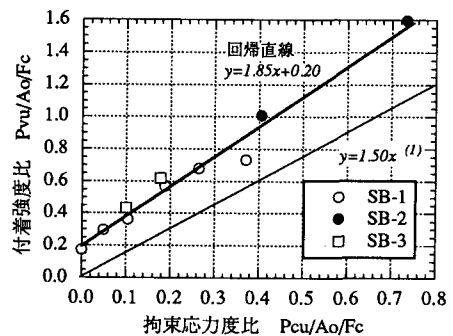


図5 付着強度比