

## 鋼製壁体の本設壁適用に向けた構造的評価

J F E スチール（株） 正会員 ○恩田邦彦 道野正嗣 栗津進吾

## 1. はじめに

市街地における道路や鉄道などの地下構造構築においては、既存構造物が近接して存在する場所での施工や、既存設備の機能を維持させた状態での施工が求められることが多く、施工スペースや施工時間に制約を受けることとなる。当社では狭隘地施工や地下壁体薄壁化を可能とする直線形鋼矢板と H 形鋼を組合せた高剛性の鋼製壁体（図-1）<sup>1)</sup>を開発し、主に仮設壁として適用しているが、この鋼製壁体を本設壁構造に適用し、本仮設兼用とすることで、さらに施工時間短縮化をはかることができる。そこで、鋼製壁体を本設壁構造に適用する際の構造的評価を確認するため、各種構造タイプの鋼製壁体に対して、構造実験による検討を実施した。本論文では、鋼製壁体の構造的評価とその終局耐力評価法について述べる。



図-1 鋼製壁体

## 2. 構造タイプ

鋼製壁体を形成する鋼製部材の断面形状を図-2 に示す。本鋼製壁は様々な形状の H 形鋼（フランジ幅  $B$  が 200～350mm）を直線形鋼矢板（有効幅 500mm）と組合せて構成できることから、壁体の要求性能（耐力・剛性など）に応じて、合理的な断面形状を設定できる。また、構造タイプとしては、鋼製部材単独で形成する鋼製壁と、鋼製部材を地中に打設し地盤を掘削した後、後打ちコンクリート部と組合せて合成壁を形成する 2 種類がある。このような特長により、本鋼製壁を用いた場合、既存のソイルセメント壁や鋼管矢板壁に比べて 300～500mm 程度の薄壁化が可能となる。

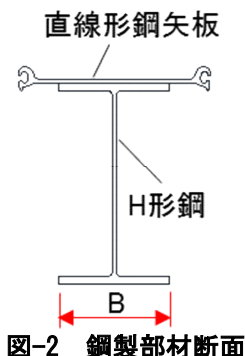


図-2 鋼製部材断面

表-1 実験条件ならびに最大耐力比  $M_u/M_p$ 

| ケース | H形鋼           | タイプ | 載荷方向 | a(m) | b(m) | $M_u/M_p$ | 備考        |
|-----|---------------|-----|------|------|------|-----------|-----------|
| ①   | 600×300×14×22 | 鋼製  | 正曲げ  | 2.1  | 1.8  | 1.22      |           |
| ②   | 600×300×14×22 | 鋼製  | 負曲げ  | 2.1  | 1.8  | 1.06      |           |
| ③   | 600×300×14×22 | 合成  | 正曲げ  | 2.1  | 1.8  | 1.36      | RC被り150mm |
| ④   | 600×300×14×22 | 合成  | 負曲げ  | 2.1  | 1.8  | 1.35      | RC被り150mm |
| ⑤   | 400×200×8×13  | 鋼製  | 正曲げ  | 1.4  | 1.2  | 1.32      |           |
| ⑥   | 400×200×8×13  | 鋼製  | 負曲げ  | 1.4  | 1.2  | 0.99      |           |
| ⑦   | 344×348×10×16 | 鋼製  | 負曲げ  | 1.5  | 1.3  | 1.01      |           |
| ⑧   | 344×348×10×16 | 合成  | 負曲げ  | 1.5  | 1.3  | 1.41      | RC被り110mm |
| ⑨   | 550×250×9×16  | 鋼製  | 負曲げ  | 1.95 | 1.65 | 0.93      |           |

## 3. 本体壁体部の構造的評価

本体壁体部の構造的評価を確認し構造的評価法を構築するために、図-3 に示す 4 点曲げ実験（単調載荷）を実施した。試験体は表-1 に示す計 9 体であり、鋼製壁タイプ（①，②，⑤，⑥，⑦，⑨）では載荷方向（直線形鋼矢板が圧縮側になる場合を正曲げ，引張り側になる場合を負曲げとする），H 形鋼のサイズおよび直線形鋼矢板と組合せた場合の重心ずれによる耐力・変形性能への影響を検討した。また，③，④および⑧は合成壁タイプであり，コンクリートの拘束効果による鋼製壁の座屈抑制を検証した。表-1 に実験で

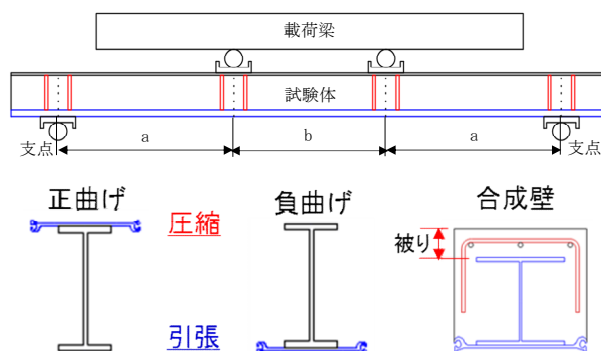


図-3 試験体形状

キーワード 地下壁，鋼製壁，直線形鋼矢板，H 形鋼，曲げ

〒210-0855 神奈川県川崎市川崎区南渡田町 1-1 J F E スチール（株） TEL044-322-6592, FAX043-322-6519

の最大耐力  $M_u$  と鋼製部材断面の全塑性モーメント  $M_p$  (材料強度試験値を用いて計算) との比を示す。合成壁タイプの場合は  $M_u/M_p$  が 1.35 以上であり, 試験体耐力  $M_u$  と鋼製壁断面の全塑性モーメント  $M_p$  を大きく上回っている。一方, 鋼製壁の場合は, 正曲げ時においては  $M_u/M_p$  は 1.2 以上であるが, 負曲げ時 (ケース②, ⑥, ⑦, ⑨) では  $M_u/M_p$  は 1.0 程度もしくはそれ以下であり, 正曲げ時に比べて最大耐力が低下する傾向にある。正曲げ時と負曲げ時の違いの一例として, 同一断面形状であるケース⑤, ⑥の荷重-中央たわみの関係を図-4 に示す。正曲げであるケース⑤では全塑性荷重レベルに到達後も荷重の低下は無く, 良好な変形性能を有しているが, 負曲げであるケース⑥では降伏荷重到達後に全塑性荷重レベルに到達する前に H 鋼のフランジに座屈が生じて荷重が低下している。次に鋼製壁タイプと合成壁タイプでの違いの一例として, 鋼製部材形状が同一であるケース⑦ (鋼製壁, 負曲げ) とケース⑧ (合成壁, 負曲げ) の荷重-中央たわみの関係を図-5 に比較して示す。合成壁タイプであるケース⑧は, コンクリートによる拘束効果により, H 鋼のフランジの座屈発生が抑制されており, 最大荷重は鋼製部材の全塑性荷重を大きく上回るとともに, 変形性能も良好であった。上記の結果から, 鋼製壁タイプの正曲げ時ならびに合成壁タイプの場合は, 鋼製壁断面の全塑性モーメントを終局耐力として評価してよいと判断できる。一方, 鋼製壁タイプの負曲げ時においては, 最大耐力が全塑性モーメントに到達しないケースもあり, その終局耐力の評価にあたっては, H 形鋼のサイズの影響などを考慮する必要がある。H 形鋼の幅厚比などを考慮した終局耐力評価式<sup>2)</sup>を適用して, 実験結果と比較した結果を図-6 に示す。いずれも実験値は評価式値を下回っていることから, 新たに直線形鋼矢板と組合せた場合の重心ずれの影響を考慮した修正評価式 (1) を提案した。提案式と実験結果とを比較した結果を図-7 に示す。提案式値は実験値とよく一致している。

$$\frac{M_u}{M_p} = 1.39 - 0.08 \frac{d}{t_w} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} - 0.134 \frac{B}{t_f} \sqrt{\frac{\sigma_y}{E}} - 0.15 \frac{g_l}{g_H} \quad \cdots \text{式 (1)}$$

ここに,  $M_u$ : 終局耐力,  $M_p$ : 鋼製部材の全塑性モーメント,  $d$ : H 形鋼の高さ,  $t_w$ : H 形鋼のウェブ厚さ,  $B$ : H 形鋼のフランジ幅,  $t_f$ : H 形鋼のフランジ厚さ,  $\sigma_y$ : 鋼材の降伏強度,  $E$ : 鋼材のヤング率,  $g_l$ : 鋼製部材 (H 形鋼+直線形鋼矢板) の重心位置,  $g_H$ : H 形鋼のみの重心位置

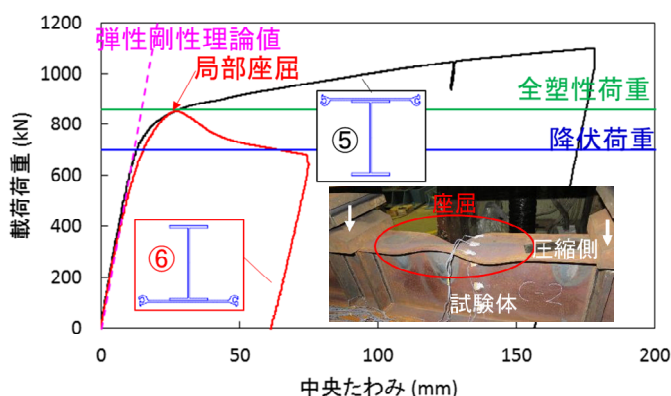


図-4 鋼製壁タイプ 正曲げと負曲げ時の比較

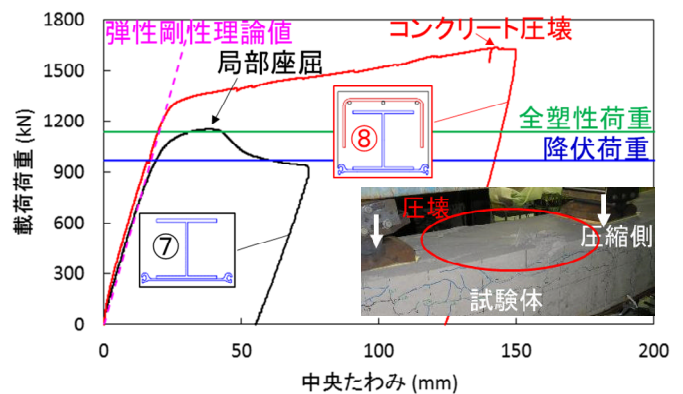


図-5 鋼製壁タイプと合成壁タイプの比較 (負曲げ)

#### 4. まとめ

実験による鋼製壁の構造性能評価を実施し, その終局耐力評価式を示した。

#### 参考文献

- 1) JFE スチール(株): J ドメール®JFE の高剛性壁体
- 2) 加藤勉, 中尾雅躬: 局部座屈に支配される H 形断面部材の耐力と変形能力, 日本建築学会構造系論文集, No.458, pp.127~136, 1994.4

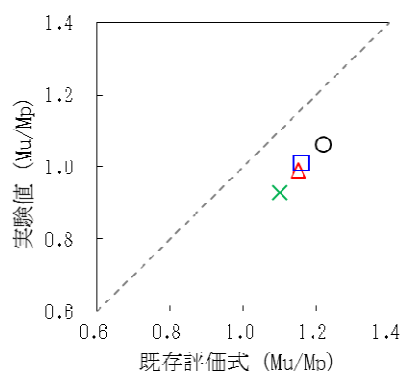


図-6 既存評価式<sup>2)</sup>との比較

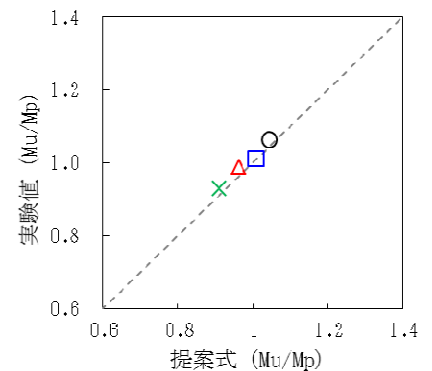


図-7 提案式との比較