

実大ハット形鋼矢板の面内せん断抵抗特性評価試験

新日鐵住金(株) 正会員 ○鈴木崇 中山裕章 原田典佳

1.はじめに

現在、ハット形鋼矢板の新たな利用方法として、地下構造物築造時の山留め壁としてハット形鋼矢板を仮設利用したのちに、地下構造物の柱梁と接続し本体壁としても利用する仮設本設兼用に着目している。従来の仮設山留め壁としてのみ鋼矢板を利用し別途本体壁を構築する方法に比べ、ハット形鋼矢板の仮設本設兼用は建設コスト縮減・工期短縮の点で優れていると考えられる。地下壁として本設利用した場合、地震時に壁体形成時の壁方向に作用する面内せん断荷重を考慮する必要がある。本論文では、面内せん断荷重に対するハット形鋼矢板の基礎的な抵抗特性の把握に向けた実大面内せん断試験結果について述べる。

2.実大面内せん断試験

2.1)試験目的

鋼矢板と同様な波形形状をした波形鋼板の耐震壁構造に関しては、波形の幾何形状を考慮したせん断弾性係数の評価式が提示されている¹⁾。波形の幾何形状を考慮したせん断弾性係数は鋼材のせん断弾性係数に長さ効率と呼ばれる低減係数を乗じて評価されることを特徴としている(図1)。鋼矢板壁と波形鋼板壁の相違点として、波形鋼板壁は板厚が一定であり波形鋼板同士は連続化されているのに対して、鋼矢板壁はウェブ・フランジが不板厚である、継手を有している、隣接する鋼矢板は継手嵌合されており連続化されていない、という点であり、波形鋼板壁の長さ効率の考え方をそのまま適用することが出来ないと考えられる。鋼矢板壁が軸方向端部が固定条件のもとで水平荷重を受ける際に、せん断変形の影響を考慮した場合の発生断面力は図2となり、降伏荷重 P_y は式1、せん断剛性(水平荷重 P /水平変位 δ)は式2と表わされる²⁾。これらの式より降伏荷重・せん断剛性の算定には鋼矢板壁のせん断弾性係数 G と有効せん断面積 A_H が必要となる。ここでは、鋼矢板壁のせん断弾性係数 G は鋼材のせん断弾性係数 G_0 で一定とし、鋼矢板の有効せん断面積を降伏荷重・せん断剛性の試験結果から検討することとした。

2.2)試験方法

試験ケース一覧を表1に示す。ハット形鋼矢板の面内せん断荷重に対する基礎的な抵抗特性の把握に向け、鋼矢板一枚単体(CASE1)と隣接する継手を嵌合させた2枚の鋼矢板壁(CASE2)の場合の全2体を試験ケースとした。試験体はハット形鋼矢板10Hを使用し、壁高は地下壁の一般的な壁高を考慮して3.0mとした。実大面内せん断試験の載荷状況を図3に示す。試験体の一边を固定梁に、対辺をパンタグラフ側載荷梁に接続し、油圧ジャッキにより水平荷重を載荷して試験体端部での水平荷重 P および水平変位 δ を評価した。

表1 試験ケース一覧

ケース	鋼矢板種類	壁幅(m)	壁高(m)	壁枚数	備考
CASE1	ハット形鋼矢板10H	0.9	3.0	1枚	一枚単体
CASE2	(SY295)	1.8		2枚	継手嵌合

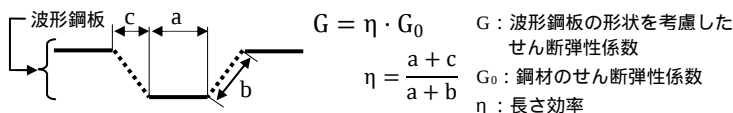


図1 波形鋼板の形状を考慮したせん断弾性係数

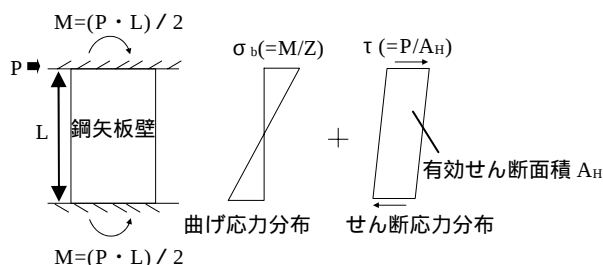


図2 鋼矢板壁の発生断面力

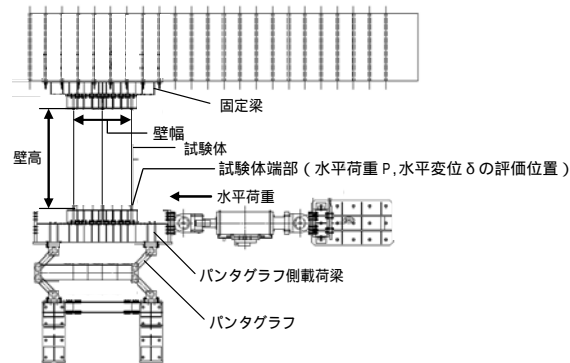


図3 載荷状況

キーワード 鋼矢板, 地下壁, 面内せん断試験

連絡先 〒293-8511 千葉県富津市新富 20 番 1 TEL.0439-80-2206 FAX.0439-80-2745

$$P_y = \frac{\sigma_y}{\sqrt{\left(\frac{L}{2 \cdot Z}\right)^2 + 3 \cdot \left(\frac{1}{A_H}\right)^2}} \quad \dots \text{式(1)}$$

$$\frac{P}{\delta} = \frac{1}{\sqrt{\left(\frac{L^3}{12 \cdot E \cdot I} + \frac{L}{G \cdot A_H}\right)}} \quad \dots \text{式(2)}$$

P_y : 降伏荷重(kN) A_H : 有効せん断面積 (mm²) I : 断面二次モーメント(mm⁴)
 σ_y : 降伏応力(kN/mm²) P : 水平荷重(kN) G : せん断弾性係数(kN/mm²)
 L : 壁高(mm) δ : 水平変位(mm)
 Z : 断面係数(cm³) E : ヤング係数 (kN/mm²)

2.3) 試験結果および考察

水平荷重 - 水平変位関係を図 4 に示す。CASE1 は試験体端部の継手位置で降伏し、降伏荷重実験値は 529kN , せん断剛性(P/δ)実験値は 57.6kN/mm である。CASE2 は、CASE1 同様降伏部位は試験体端部の継手位置であり、降伏荷重実験値は 1,101kN , せん断剛性(P/δ)実験値は 138.5kN/mm である。CASE2 は CASE1 と比較して降伏荷重が約 2.1 倍、せん断剛性が約 2.4 倍であり、嵌合した 2 枚の鋼矢板壁の降伏荷重・せん断剛性は鋼矢板単体一枚壁の 2 倍以上と評価出来る。次に、鋼矢板単体一枚壁の有効せん断面積 A_H を降伏荷重およびせん断剛性の実験値より分析した。表 2 , 図 7 に検討した A_H と降伏荷重・せん断剛性の計算値および実験値の一覧を示す。図 5 , 図 6 はそれぞれ A_H と降伏荷重 , せん断剛性の計算値の実験値に対する比率の関係を示している。全断面積を有効とした A_H は、せん断剛性の計算値が実験値を約 5%上回っている(図 6)。また、水平部材のフランジまたはウェブ水平投影面積 (水平方向成分) を考慮しないケース (A_H , A_H) は、いずれもせん断剛性の計算値が実験値に対し約 9%下回っている。一方、水平部材であるフランジ、アームとウェブ水平投影面積および継手面積を有効とした A_H は、せん断剛性および降伏荷重ともに、計算値の実験値に対する差異は 2%以内に収まっており、検討した 4 つのケースのなかで最も妥当な有効せん断面積の評価となっている。

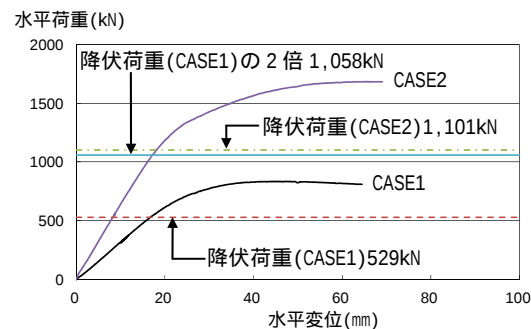


図 4 水平荷重 - 水平変位関係

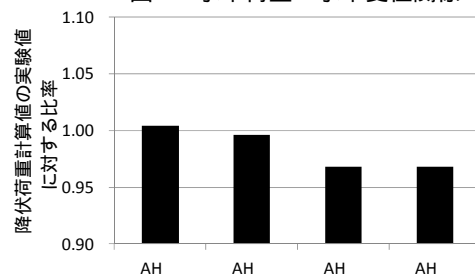


図 5 降伏荷重計算値の実験値に対する比率

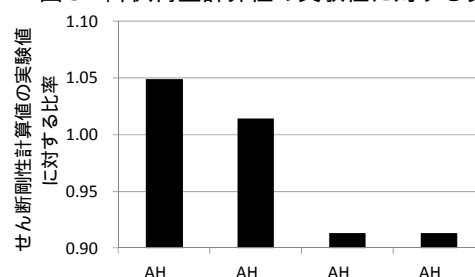


図 6 せん断剛性計算値の実験値に対する比率

表 2 降伏荷重・せん断剛性の計算値および実験値

	AHの面積	AHの値	P_y の計算値 (kN)	P/δ の計算値 (kN/mm)	P_y の実験値 (kN)	P/δ の実験値 (kN/mm)
A_H	全断面積	11000	531	60.4	529	57.6
A_H	フランジ+ウェブ水平投影面積+アーム+継手	9497	527	58.4		
A_H	フランジ+アーム+継手	6356	512	52.6		
A_H	ウェブ水平投影面積+アーム+継手	6359	512	52.6		

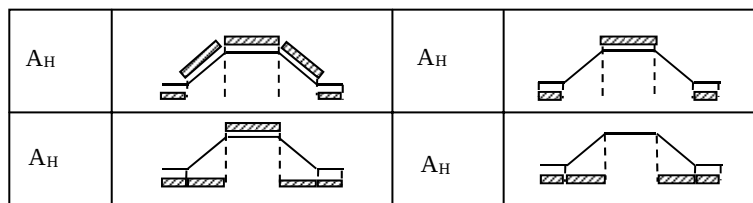
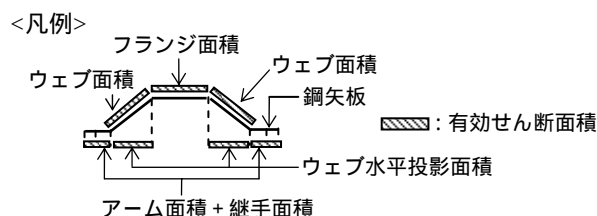


図 7 有効せん断面積の検討ケース



3. まとめ

鋼矢板の面内せん断荷重に対する抵抗特性を実大面内せん断試験に基づき評価した。降伏荷重およびせん断剛性の評価式に関わる有効せん断面積としては、フランジ面積 , アーム面積 , ウェブ水平投影面積および継手面積の和と評価出来ること、継手嵌合された複数の鋼矢板壁の降伏荷重およびせん断剛性は、一枚単体壁の壁枚数倍として評価出来ることを確認した。

【参考文献】1)竹中式波形鋼板耐震壁工法,財団法人日本建築総合試験所,2007年1月,指針-19~指針-23.

2)鉄骨鉄筋コンクリート構造の耐震設計第1版,町田重美 編,オーム社,昭和58年9月,p.p.29-30.