

木造住宅のシートパイルによる耐震補強

1. 背景・目的

高知県では、南海地震が30年以内に約40%の確率で起こると予測されている。そして、この南海地震によって、建物が倒壊し、道路閉塞してしまうと、地震発生後、津波からの避難ができない状態となってしまう。

そこで、木造建物倒壊防止、避難路の確保を目的に、木造建物の外部に鋼材を埋め込んだ倒壊防止策に着目した。そして今回はシートパイルを対象に実験を行い、木造建物の耐震補強に有効であるか検討した。

2. 試験体断面詳細

試験体断面詳細は図1に示した。断面係数 223cm^3 断面二次モーメント 2220cm^4 である。今回、シートパイルは全長6mのものを使用した。

3. 加力計測方法

加力方法の詳細は図2に示した。加力はGL-0から1mの位置を加力点とし、加力はチェンブロックで行った。検力はロードセル(100kN)を使用。シートパイルの埋め込み長は4m。変位計の計測方法は図3に示した。シートパイルと固定点である鋼管矢板をつなぎ合わせ加力を行った。固定点の鋼管矢板の寸法は直径800mm、厚さ12mmで、埋め込み長9.5mである。水平変位の測定点はGL0から20cm、1mの2箇所を測定した。測定には±10cmの変位計をしようした。

4. 実験経過及び結果

4-1 載荷履歴

0kN → 20kN → 0kN → 40kN → 5kN → 50kN → 5kN → 60kN → 5kN → 70kN → 5kN → 80kN → 5kN → 90kN → 5kN → 91kN。

4-2 実験結果

荷重-変位関係の実験結果を図4に示す。80kNを過ぎたあたりで、地盤の降伏現象が始まったかと思われたが、後からシートパイルを掘り出してみると、シートパイルの座屈破壊であったことがわかった。シートパイルの降伏点の様子の写真と、座屈破壊の写真を写真1、写真2に示した。最大荷重は91kNとなり、そのまま降伏し続けた為、変位計の測定限界まで変位させ実験は終了した。最大変位は地上高1m=174mm、地上高20cm=88mm、残留変形は地上高1m=81mm、地上高20cm=39mmとなった。

5. 不造建物耐震補強への適用

5-1 シートパイルの水平耐力の検証

シートパイルが地上高1mの場合の耐力を検証した。シートパイルの降伏点位置は地表面から-35cmのところであった。このことを考慮すると加力点と降伏点の距離 l は1.35mとなる。

$M = \sigma \cdot Z$ (式1) $\sigma_y = 36\text{ kN/cm}^2$ ($Z = 223\text{cm}^3$)
式1より最大のモーメントは $85\text{kN} \cdot \text{m}$ となる。

1070537 社会システム工学科 中田研究室 細川智輝
モーメント $M = \text{荷重 } P \times \text{地上高 } l$ (式2)

式2より荷重は 59.3kN となる。

実験でのシートパイルの最大耐力は 85kN であった。降伏点の位置を考慮して、式2にこの値をあてはめると、モーメント $M = 114.8\text{kN} \cdot \text{m}$ となる。このことから実験値はモーメント・荷重ともに設計値の1.4倍ほどになり、設計値はかなり余裕があることが分かる。

5-2 基礎反力の検証

実験を行った高知市高須の N 値を1と想定して計算した。

地盤の変形係数 $E_0 = 7N = 7\text{kN/m}^2$

杭頭の水平地盤反力係数 kh

$kh = 80 \times 7 \times 40^{-0.75} = 35.2\text{kN/m}^3$

杭の地盤の水平バネとして(シートパイル幅0.4m)

$K = B \times kh = 0.4 \times 35.2 = 14.1\text{kN/m}$

地盤の抵抗モーメント M (埋め込み長さ4m)

$M = 14.1\text{kN/m} \times 4\text{m} \times 1/2 \times 4\text{m} \times 2/3 = 75\text{kN} \cdot \text{m}$

シートパイルの実験による最大耐力が $114.8\text{kN} \cdot \text{m}$ であり、地盤の抵抗モーメントの方が小さい値となったが、実験では、地盤は降伏していないので、 N 値は想定していた1よりも大きいことがわかる。

5-3 木造建物耐震補強への適用

まず、建物に接合する場合の地上高3mのシートパイルについて検討する。 $\sigma_y = 36\text{kN/cm}^2$ に1.3かけた値の 46.8kN/cm^2 を実勢値とし、断面の限界モーメントを計算し、 104.4kN であった。降伏点を踏まえて式2から3mの場合の限界荷重を求めた。限界荷重 $P = 31.2\text{kN}$

次に、木造建物の重量を 5.1kN/m^2 として建物の重量を算出した。今回は建物の建築面積を 50m^2 とした。

重量 $w = 5.1\text{kN/m}^2 \times 50\text{m}^2 = 255\text{kN}$

建物に作用する地震力 $= 0.4W$

既往建物部分の地震負担力 $= 0.2w$

シートパイルが受け持つ地震負担力 $= 0.2W = 51\text{kN}$

地震荷重 51kN 、シートパイル限界耐力 31.2kN であるので、シートパイルのみで地震荷重に耐えうる耐震補強を行うのであれば、今回実験で使用したシートパイルが2本必要であることがわかった。費用は1本あたり約8万円(工賃込み)であるので2本で約16万円となる。

6. 結び

シートパイルを圧入し、水平加力実験を行い、地盤の悪いところでも、既存木造建物の耐震補強にシートパイルが使用できることが判明した。

シートパイルの設計に当たり、鋼材の降伏点位置の設定に、地盤の硬さが影響するため、鋼材の断面の安全率を

見積もる必要がある。

シートパイルのデザインを工夫する必要がある

謝辞 本実験を行うに当たって技研製作所の方々には寛大なご協力を得ました。そして中田研究室の3年生、卒業生にも協力得ました。ここに謝意を表します。

参考文献

- ・2001年版 建築物の構造関係技術基準解説書
- ・建築物荷重指針・同解説
- ・鋼構造設計指針
- ・建築基礎構造設計指針

<http://www.mrfj.co.jp/>

<http://www.giken.com/jp/st/>

<http://homepage3.nifty.com/HAO2525/taisinmoku.html>

http://www32.ocn.ne.jp/~toh/w_taisin1.htm

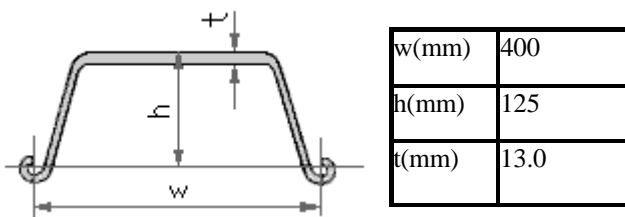
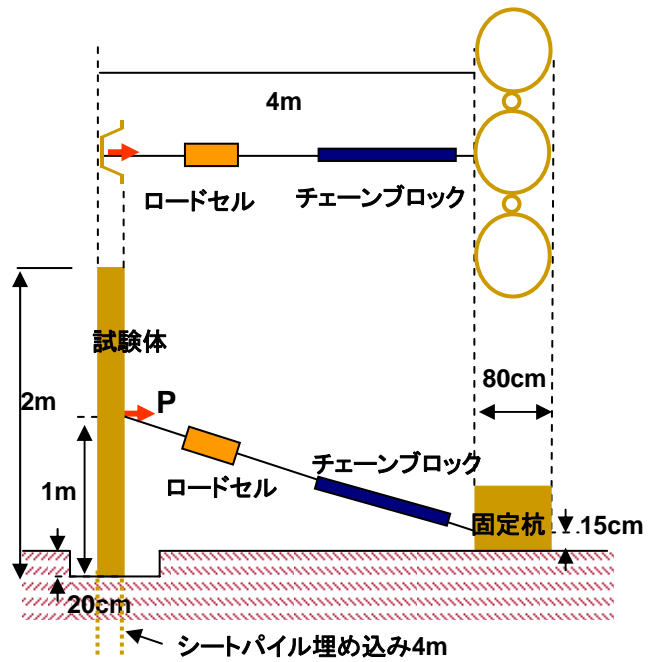


図1 シートパイル断面寸法鋼矢板Ⅲ型

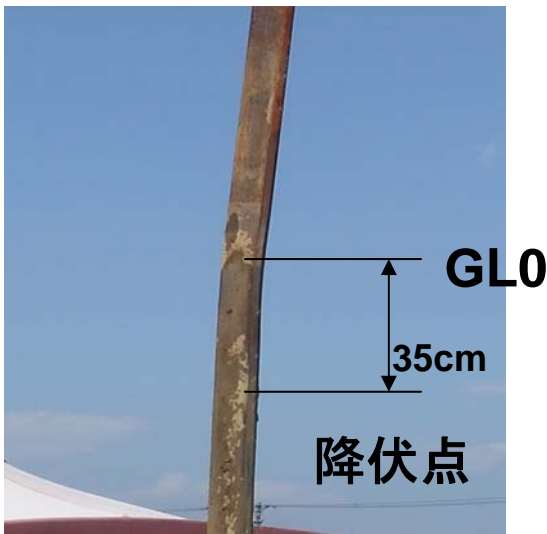


写真1 シートパイル変形



写真2 シートパイル座屈破壊の様子

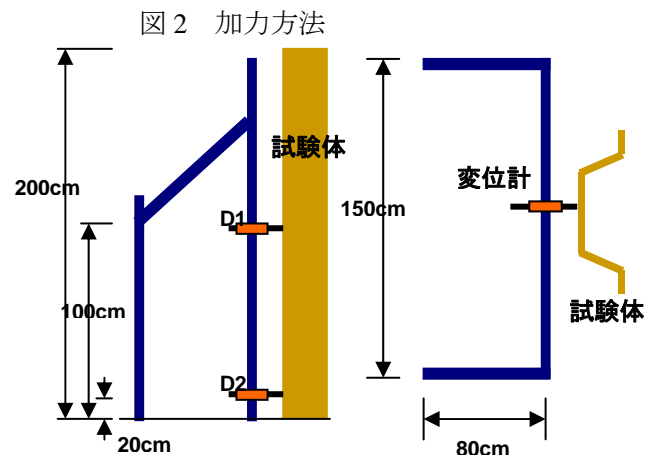


図2 加力方法

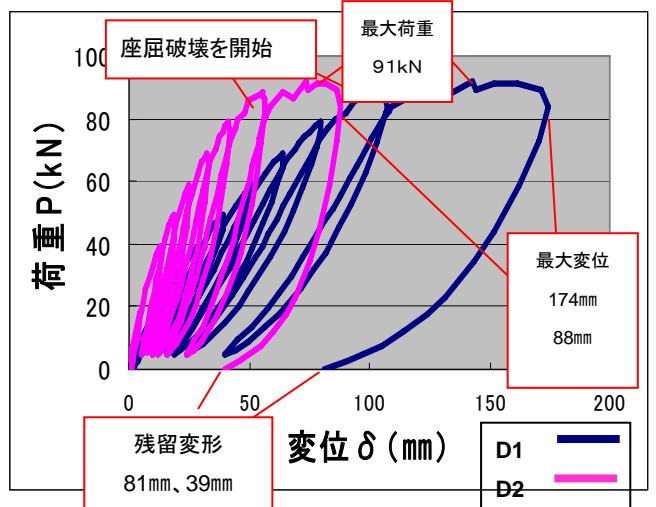


図3 変位測定方法

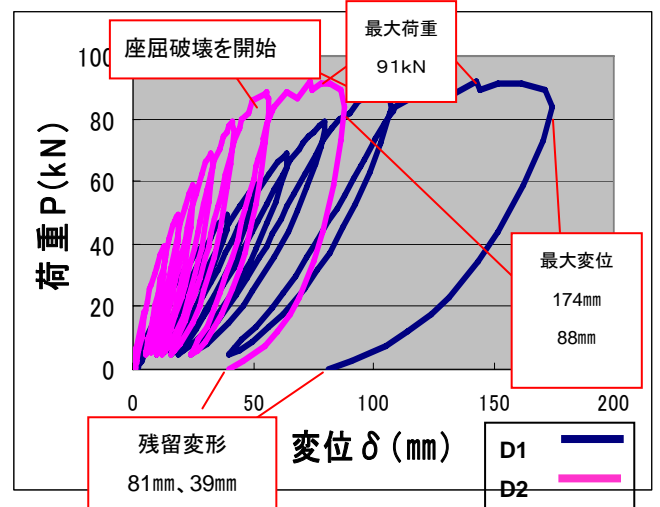


図4 実験結果グラフ