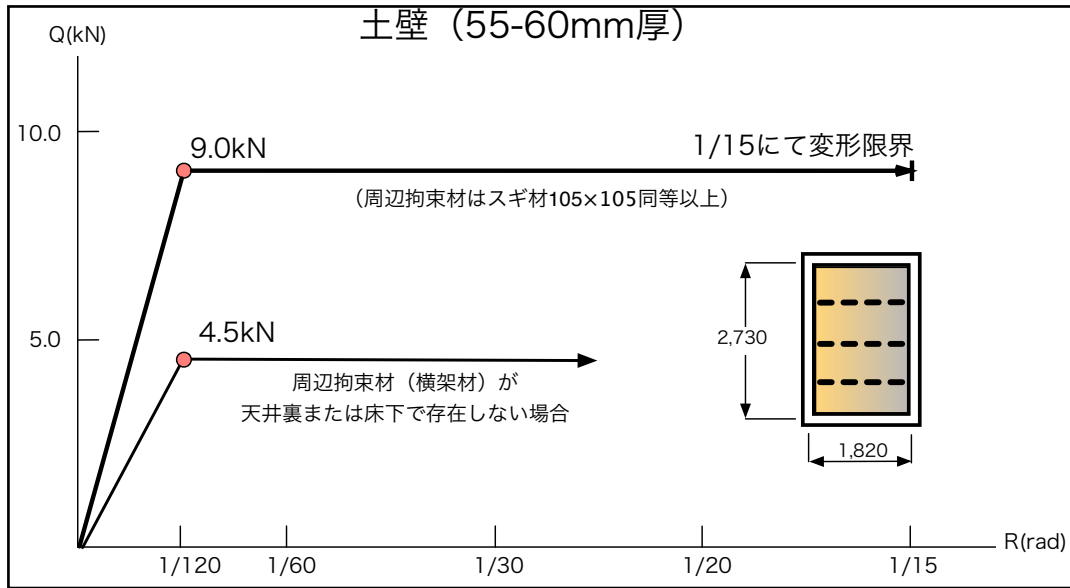
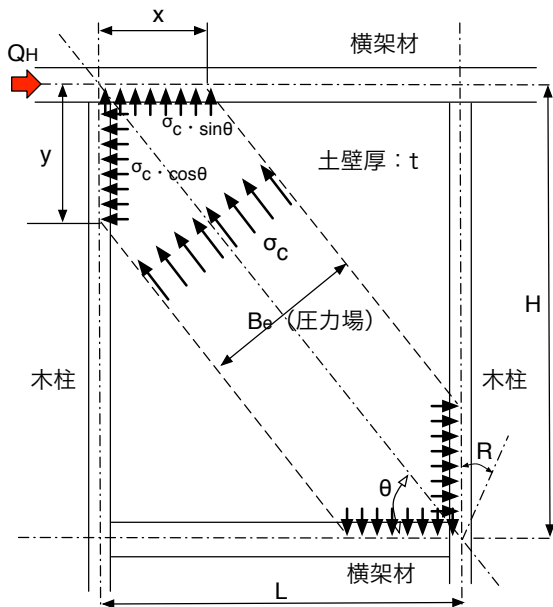


# 土壁の強度特性と周辺拘束効果について

(1) 土壁架構の復元力特性と周辺拘束効果を検証するための力学モデル



土壁架構の設計用復元力特性



## 土壁降伏耐力時までの力学モデル

一般的な柱・梁（横架材）で囲まれた左図のような土壁架構を対角線方向の圧力場（幅 $B_e$ 、厚さ $t$ ）に置換する。圧力場は土壁架構の層間変形角に応じた応力度・ひずみ関係に従って抵抗する。その水平方向成分が土壁架構のせん断耐力である。圧力場の反力は柱部材および横架材の接する部分（長さ $x$ および $y$ ）にかかり、柱部材および横架材の曲げせん断抵抗と釣り合う。圧力場が土壁素材の最大圧縮ひずみ度（ $\epsilon_c$ ）に達するときに土壁架構の降伏点である。主要な変数は下記の基本式で表される。

$$Q_H = t \cdot L \cdot f_s = B_e \cdot t \cdot f_c \cdot \cos\theta$$

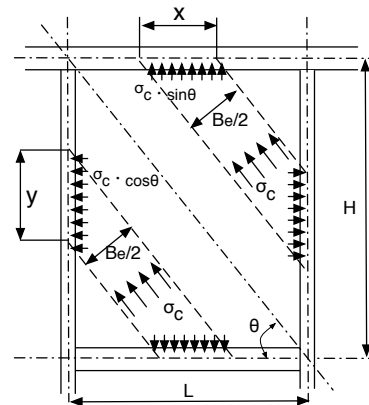
$$R = \epsilon_c / (\sin\theta \cdot \cos\theta)$$

$$x = (B_e/2) / \sin\theta$$

$$y = (B_e/2) / \cos\theta$$

## 土壁降伏耐力時以降

土壁架構が降伏点に達すると圧力場はそれ以上耐力が増大せず、したがって柱・横架材の拘束域反力も増大せず、圧力場の位置が右図のように順次対角線から半分づつ分かれて外側へ移動していくと考える。すでに圧力場は最大ひずみ度に達しているのでも土壁架構の耐力はこれ以上増大はしない。柱・横架材にとってもっとも厳しい状況はそれぞれの中央へ圧力場中心が移動してきた時点である。土壁を拘束する柱部材と横架材の曲げモーメントがその曲げ耐力以下であれば、土壁架構は降伏耐力を維持できるが、拘束が弱い、もしくは空洞があれば土壁架構の耐力は当初想定した耐力の1/2しかないことがこの力学モデルで説明できる。



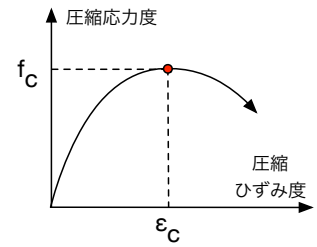
(注) 土壁の圧縮応力場については、下記の鉄筋コンクリート耐震壁に関する論文に基づいてモデルを設定した。

Yamada/Kawamura/Katagihara : " Reinforced Concrete Shear Walls without Openings" (ACI SP42)1974

## (2) 土壁架構（単位フレーム）の数値検証事例

仮定値：

土壁架構のスパン  $L=1820\text{mm}$ （柱芯間）  
 土壁架構の高さ  $H=2730\text{mm}$ （構造階高または横架材中心間）  
 土壁の厚さ  $t=60\text{mm}$   
 土壁材料の圧縮応力度-ひずみ度関係（右図）  
 $f_c=1\text{N/mm}^2$ （土壁内の貫や竹子舞を含んだ強度）  
 $\epsilon_c=1/200$   
 土壁材料のせん断強度  $f_s=0.1\text{N/mm}^2$ （同上）



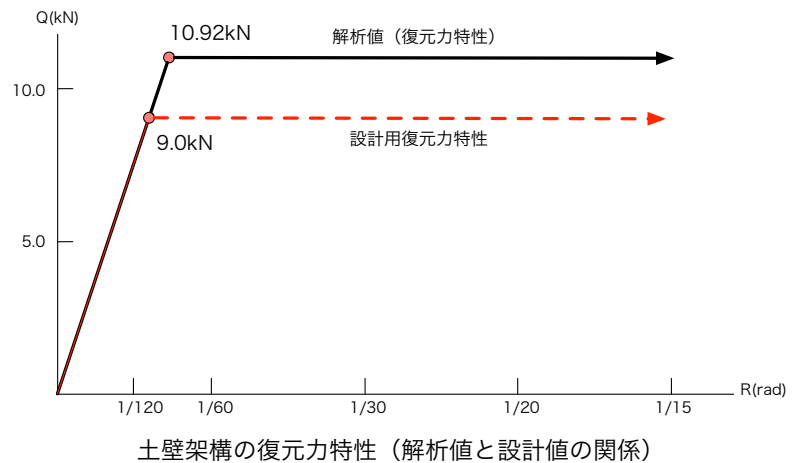
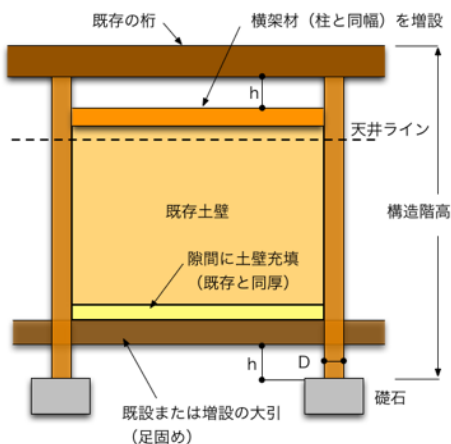
上記の仮定値より

土壁架構の水平せん断耐力  $Q_H = t \cdot L \cdot f_s = 60 \times 1820 \times 0.1 = 10920\text{N}$   
 対角線角度  $\theta = \tan^{-1}(2730/1820) = 56^\circ \rightarrow \sin \theta = 0.83, \cos \theta = 0.56$   
 対角線方向の圧縮耐力  $P = t \cdot Be \cdot f_c = 17860\text{N}$ （Pの水平成分が $Q_H$ に相当する）  
 圧力場の幅  $Be = P/60 \approx 300\text{mm}$   
 周辺架構の抵抗域  $x = 180\text{mm}, y = 270\text{mm}$   
 土壁降伏時（圧力場最大耐力時） $R_y = \epsilon_c / \sin \theta \cdot \cos \theta = 1/93 \rightarrow$ 約1/90が降伏時の層間変形角

周辺架構の拘束が有効であるかの検証（部材中央への集中荷重として曲げ耐力チェック）

柱部材（105×105として）  $Z = 193000\text{mm}^3$   
 曲げモーメント  $M = 3720000\text{Nmm}$   
 曲げ応力度  $\sigma_b = 19.3\text{N/mm}^2$   
 → 無等級スギの曲げ強度は $f_b=22.2\text{N/mm}^2$ なのでOK  
 横架材（柱と同部材として）  $Z = 193000\text{mm}^3$   
 曲げモーメント  $M = 3367000\text{Nmm}$   
 曲げ応力度  $\sigma_b = 17.5\text{N/mm}^2$   
 → 無等級スギの曲げ強度は $f_b=22.2\text{N/mm}^2$ なのでOK

よって、単位フレームの土壁架構の復元力特性は右図（実線）のようになる。設計用の復元力特性は約20パーセントの安全率を乗じて破線のように設定している。柱・横架材は105角（スギ）と仮定したが、同等以上の曲げ耐力があれば問題ない。



（注）左図のように天井裏または床下で土壁が塗り込められていないとき、圧力場の拘束は柱だけとなり耐力は1/2しか評価できない。両方に隙間があれば耐力は0である。したがって上下とも土壁で塗り込めるか柱同等部材で拘束を付加することが耐力の回復法であるといえる。ただし残された隙間（高さ $h$ ）で柱の曲げ変形が生じないように、 $h/D < 2$ （ $D$ は柱の見付け幅）であること。