

土留め壁の芯材を本体利用した隅角部を有する合成壁の構造解析方法

清水建設（株） 土木事業本部 正会員 田中 八重
 土木事業本部 正会員 小川 晃
 技術研究所 正会員 吉武 謙二
 土木事業本部 正会員 前 孝一

1. はじめに

土留め壁のH形鋼芯材にスタッドと接合鉄筋を用いて鉄筋コンクリート（以下“RC”）と接合し、本設構造物として利用する合成地下外壁（以下“合成壁”）工法の開発を実施してきた。本検討では、隅角部を有する合成壁の構造特性を検討するために実施したL型試験体の曲げ単調載荷実験¹⁾に対して、スタッドおよび接合鉄筋の変形を考慮できる簡易的な合成壁モデル²⁾を用いた解析を行った。実験と解析結果との比較によりモデルの妥当性を確認した。

2. 構造解析の概要

試験体一覧を表-1に、試験体形状および配筋図を図-1に示す。H形鋼の根入れ効果（脚の有無）、接合鉄筋の有無の異なる3種類の試験体に対して、弾塑性解析2ケース（Case1,3）の解析を行った。

表-1 試験体一覧

Case	H形鋼脚有無	接合鉄筋As2	底板引張筋As1	スタッド径	スタッド本数	RC隅角部スタッド間隔
1	無し	2-D25	14-D25	16	16	1列@125
2	あり	2-D25	10-D25	16	13	1列@300
3	あり	なし	10-D25	16	15	1列@125

曲げ単調載荷試験は、RCとH形鋼をスタッドと接合鉄筋により接合したL型試験体の頂部に正曲げ（RC：圧縮，H形鋼：引張）となる向きに集中荷重を載荷したものである。¹⁾

図-2に合成壁の解析モデル概念図を示す。本モデルは、スタッドおよび接合鉄筋の変形を考慮でき、構成する各部材を個々に評価できるような2重梁モデルとした。下記に2重梁モデル作成方法の要点を示す。

RCおよびH形鋼をそれぞれの軸心位置に梁としてモデル化する。

スタッドと接合鉄筋位置に合わせて各梁から剛梁を設置する。剛梁の接合面側端部には各々節点を設ける。スタッドと接合鉄筋位置の2つの節点をせん断方向および軸方向にバネを有し、圧縮を伝達する接触要素で結合する。

RC(側壁)、底板およびH形鋼のヤング係数および強度の特性値は材料試験結果に基づき設定した。非線形物性については、底板は道路橋示方書 コンクリート橋編、RC(側壁)は道路橋示方書 耐震編に準拠したトリリニア型のM-関係で与えた。H形鋼はフランジ降伏点を折れ点とするバイリニア型のM-関係で与え、載荷

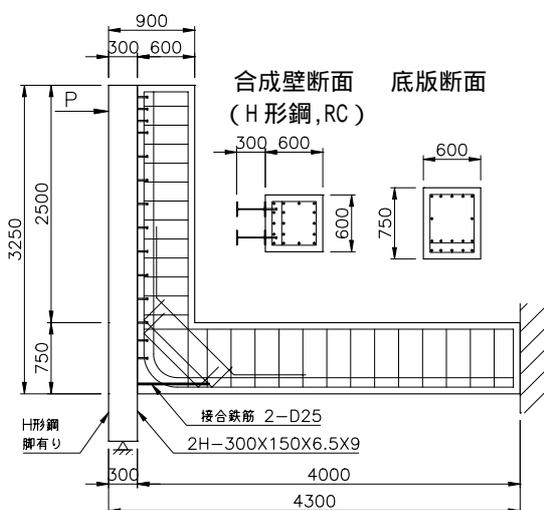


図-1 試験体形状および配筋図 (Case2)

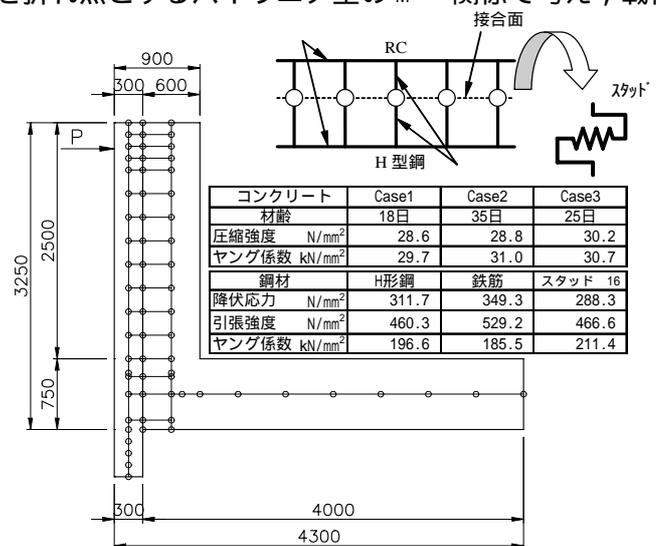


図-2 2重梁モデル

キーワード：H形鋼芯材，本体利用，スタッド，弾塑性解析，2重梁モデル

〒105-8007 東京都港区芝浦1-2-3 シーバンスS館 TEL 03-5441-0592 FAX 03-5441-0511

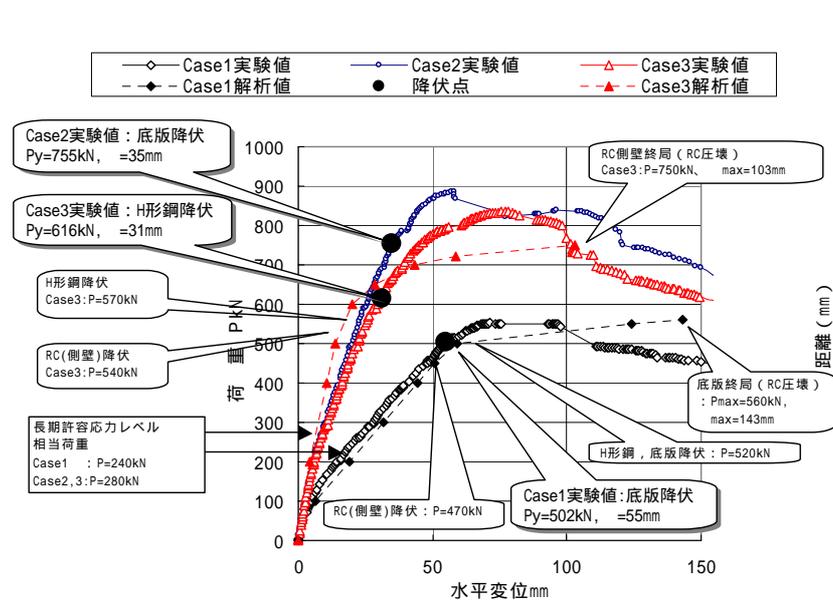


図-3 載荷荷重と載荷点位置の変位量 (P-y) 関係

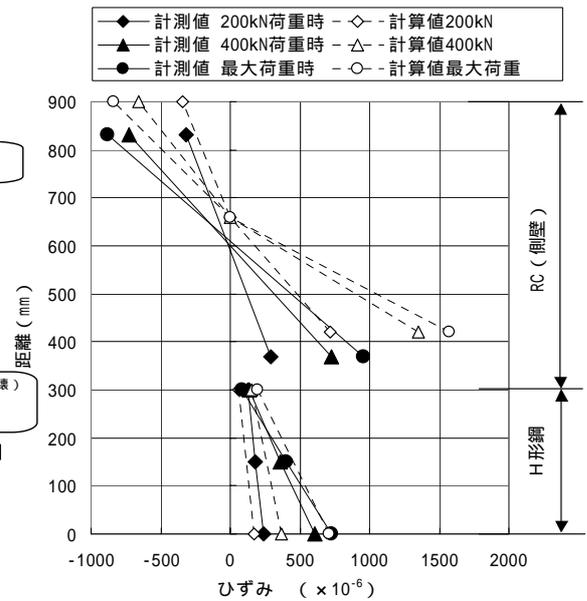


図-4 Case1における底版上端部の合成壁のひずみ分布

に伴う軸力変動を考慮した、スタッドおよび接合鉄筋のせん断バネ値は、直接せん断実験の結果よりトリリニア型とした。

3. 弾塑性解析結果

図-3に載荷重Pと載荷点位置での変位量 y との関係を示す。Case1(H形鋼脚が無い場合)の実験では502kN($y=55\text{mm}$)で底版が降伏し、最大荷重($P_{\text{max}}=552\text{kN}$, $y=71\text{mm}$)に到達後、底版の圧縮側かぶりが剥離し、140mmに達すると耐力が約80%に低下し、固定端側のコンクリートが圧壊した。一方、解析ではRC(側壁)が470kNで降伏後、H形鋼と底版が520kNで降伏し、560kNで最大荷重に達し、底版の圧縮ひずみが0.2%、水平変位が143mmとなった。

Case3(H形鋼延長0.5mで接合鉄筋が無い場合)の実験結果ではH形鋼が616kN($y=31\text{mm}$)で降伏後、755kNで底版が降伏し、最大荷重834Nに到達後、底版とRC(側壁)の接合部のかぶりが剥離し、120mmに達すると耐力が約80%に低下した。一方、解析ではRC(側壁)が540kNで降伏後、H形鋼が570kNで降伏し、750kNでRC(側壁)の圧縮ひずみが終局ひずみ0.35%、水平変位が103mmとなった。いずれの場合も解析値はRC(側壁)が早めに降伏するが、最大荷重まで実験値前後となった。

4. 底版上端部の合成壁のひずみ分布

Case1における底版上端部の合成壁のひずみ分布を図-4に示す。この図に、2重梁モデルによる弾塑性解析結果を用いてRC断面として算定したひずみを併記した。この図よりH形鋼とRC(側壁)の界面がずれながら、一体性を確保していたことがわかる。なお、実験値の界面のずれ量が解析値より小さいのは、H形鋼とRC(側壁)との界面の摩擦等によるものと推定される。

5. まとめ

合成壁の2重梁モデルによる隅角部の弾塑性解析結果(P-y)は、実験結果と比較してRC(側壁)の降伏時期が早く、モードがやや異なるが、最大荷重までの挙動を概ね再現した。

今回提案した2重梁モデルを合成壁の設計に適用することにより、合成壁を構成するRC、H形鋼、スタッド、接合鉄筋を個々に評価できることから、各部材の寸法、仕様、配置等を合理的に組み合わせる設計が可能となる。また、各構成部材の非線形物性を適切に設定することにより、大規模地震動時等の塑性領域を考慮する構造物への合成壁の適用が可能となる。

参考文献

- 1) 小川, 前, 吉武, 河野: “土留め壁のH型鋼芯材を用いた合成壁の構造解析方法”, 土木学会第58回年次学術講演会
- 2) 吉武, 小川, 大崎, 前: “土留め壁のH型鋼芯材を用いた合成壁と床版との隅角部に関する実験”, 土木学会第59回年次学術講演会