

新素材を複合させた柱列式連続壁 (SEW) 工法の開発

- 継手選定曲げ試験 -

銭高組 正会員 竹中 計行 深田 和志
積水化学工業 谷口 良一 山内 秀夫

1. はじめに

新素材を複合させた柱列式連続壁 (SEW) 工法は、硬質発泡ウレタンをガラス長繊維で強化した FFU 壁を柱列式連続壁に組み込んだもので、シールド機で直接 FFU 壁を切削し発進・到達することができ、工期短縮やコスト低減、環境問題に対応することができる。SEW 工法の技術開発において解決すべき重要課題の一つは、H 鋼と FFU 部材を結合し一体断面を形成するための高品質かつ施工性の良い接合継手の開発である。これまで FFU 部材は、鉄道の枕木やアンカーの受圧板のように単部材として利用された例はあるが、H 鋼と結合し構造部材として利用されたことはない。本報告は、H 鋼と FFU 壁の最適な継手方法を選定することを目的として曲げ試験を行ったのでその結果についてまとめたものである。

2. 接合継手の種類と FFU 壁

接合継手の開発条件は、曲げモーメントとせん断力、軸力を確実に伝達することができ、しかも低コストで施工性が良いことである。本研究で検討した接合継手の種類は、

H 鋼に鉄製のコッターを取付け、これに FFU 壁を引掛けるように設置し、FFU 壁と H 鋼のウエブを接着剤で定着する方式、(コッター式接合) 接着鉄板を FFU 壁内に挿入し接着剤で定着し、これを H 鋼に取付けたコッターに引掛け、FFU 壁と H 鋼のウエブを接着剤で定着する方式 (接着式接合) である。

接着剤はエポキシ樹脂を使用し、接着鉄板および H 鋼の表面は、接着力を確保するため黒皮を除去した。また、接合部の破壊を防止するため次の対策を行った。1) 締付け用の鉄板とボルトで接合部に支圧力を与え接着効果を高める。2) FFU 部材の曲げ剛性は、H 鋼 (H-400×200×8×13) の曲げ剛性に対して約 1/6 と小さいため、両者の境目に応力集中が発生する可能性がある。これを緩和させるため H 鋼のウエブをカットしフランジだけの緩衝域を設ける。

3. 曲げ試験

試験体形状は図 1 に示すように、断面 400×200 の FFU 壁と H-400×200×8×13 の複合部材である。試験体一覧を表 1 に示す。コッター式接合は接合長さ 320mm と 420mm の 2 体で、接着式接合は接着鉄板の枚数が 2 枚と 4 枚の 2 体とした。載荷試験は 1962kN のアムスラーを使用し、加力は曲げスパン 3000mm の 2 点集中荷重を受ける単純ばり形式の一方方向単調載荷とした。

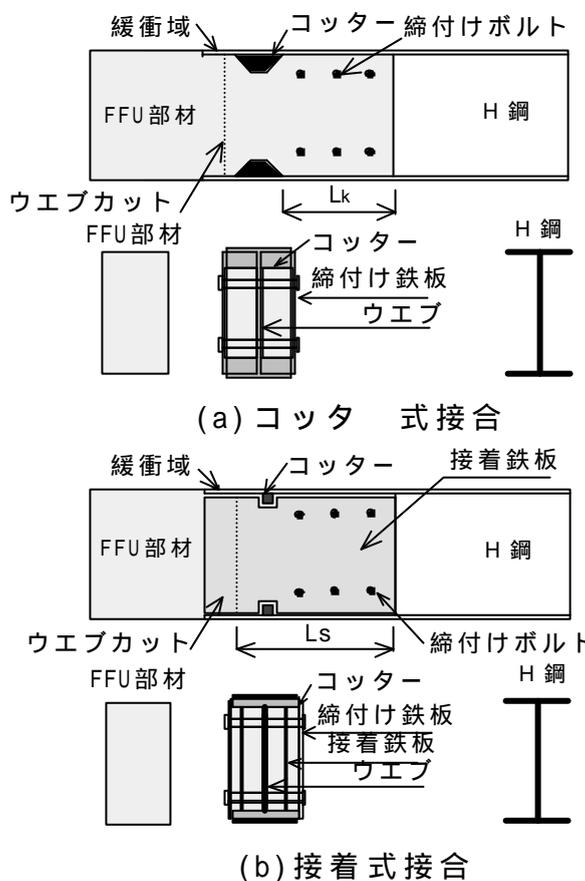


図 1 接合方法

表 1 曲げ試験のケース

試験体名	接合方式	試験内容	
BK-32	コッター式	接合長さ (Lk mm)	320
BK-42			420
BT-2	接着式	接着鉄板挿入枚数 (Ls=320mm)	2
BT-4			4

FFU 壁 H 鋼 継手 発進到達 シールド

〒163-0011 東京都新宿区西新宿 3-7-1 新宿パルク 11F TEL 03-5323-3861 FAX 03-5323-3861

4. 試験結果

各試験体の最終クラック状況を図2に示す。コッター式接合のBK-32、BK-42は、曲げモーメントが108kN・m～132kN・mに達したとき、接合部下側のコッター先端よりH鋼方向に向かってFFU壁が急激なせん断破壊を起し破壊した。接着式接合のBT-2、BT-4は、曲げモーメントが275kN・m～299kN・mに達したとき、接合部下側のFFU壁に水平クラックが生じ始め、その後FFU壁端部から荷重点に向かって中立軸付近に水平クラックが生じ破壊した。

曲げモーメント(M)と中央変位()の関係について接合方式の違いによる比較を図3に示す。BK-32、BK-42より接合長さの違いによる力学的な特性に差は見られなかった。同様にBT-2、BT-4より接着鉄板の枚数の違いによる力学的な特性に差は見られなかった。

BT-2の変位分布を図4に示す。FFU壁とH鋼の変位分布を比べると、荷重重の増加とともにFFU壁の変位が大きくなっているが、これはFFU壁の曲げ剛性がH鋼の剛性に比べて小さいためである。BK-32、BK-42は、最終的に接合部で最大10mmのずれが生じたが、BT-2、BT-4は破壊するまで接合部のずれ量もなく一体となって変位した。また、各試験体とも破壊するまでFFU壁は弾性的な変形挙動を示した。

複合部材の曲げ耐力について実測値と計算値の比較を表2に示す。ここでの実測値は最大荷重が作用したときの曲げモーメントである。計算値は曲げ応力度に断面係数を掛けて求めた。BK-32、BK-42の実測値は218kN・m～226kN・mであり、この値は計算値と比べるとFFU壁の53%～55%、H鋼の48%～49%に相当する。一方、BT-2、BT-4の実測値は383kN・mであり、この値はFFU壁の93%、H鋼の83%に相当する。接合方式の違いで比較すると接着式接合は、コッター式接合より約1.7倍の曲げ耐力を有する結果が得られた。

5. まとめ

接着式接合の曲げ耐力は、コッター式接合の約1.7倍であり、FFU壁とほぼ同等の耐力を有することがわかった。今回の試験から、H鋼とFFU壁の継手は接着鉄板方式が優れていることがわかった。

参考文献

- 1) 深田、丸山他：シールド直接発進到達工法の開発およびFFU部材とH鋼部材の接合方法の研究

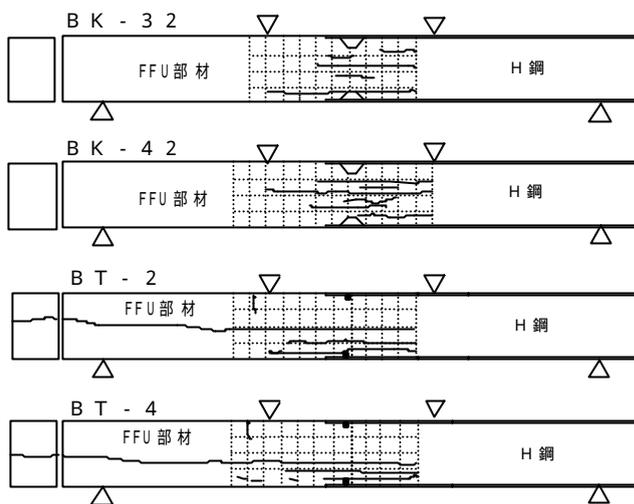


図2 最終クラック状況

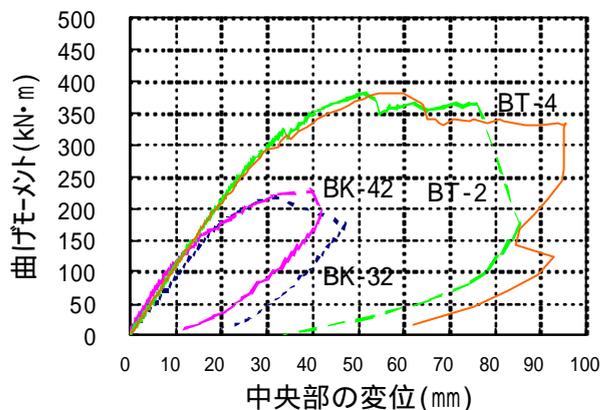


図3 曲げモーメントと中央変位の関係

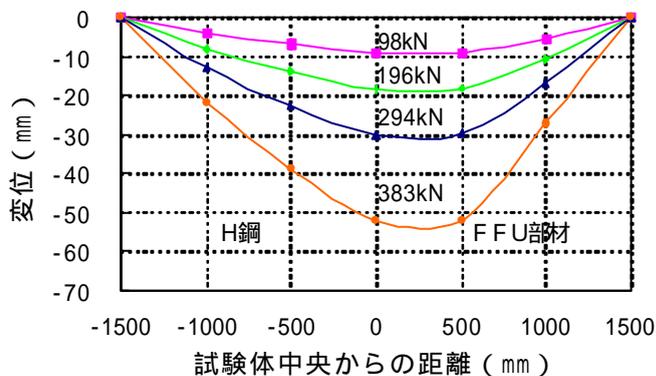


図4 曲げ試験体BT-2の変位分布

表2 最大曲げ耐力の実測値と計算値の比較

試験体名	実測値 (最大値)		計算値 (最大値)		備考
	荷重 (kN)	曲げモーメント (kN・m)	H鋼 (kN・m)	FFU壁 (kN・m)	
BK-32	437	218	459	412	接合部のせん断破壊
BK-42	452	226			
BT-2	766	383	459	412	FFU部材のせん断破壊
BT-4	765	383			