

鋼製地中連続壁とRC内壁との一体壁の水平方向曲げ耐荷挙動について

新日本製鐵(株)鋼構造研究開発センター

” 建材開発技術部

正会員 ○ 今福 健一郎
正会員 広沢規行
正会員 豊島 径
正会員 田崎和之
正会員 石田宗弘

1. はじめに

大深度化の傾向にある地下鉄駅舎やシールドトンネル発進・到達立坑等、大深度土留め構造を経済的に建設する目的で、鋼製地中連続壁(略称:鋼製連壁)とRC内壁との一体化(図-1参照)を指向している。一体壁の立坑等への適用を考えた場合、水平方向断面の隅角部には水平方向面外曲げが発生するため、水平方向曲げに対する力学性状を解明しその設計法を確立することが重要な課題となる。一体壁の水平方向断面は、鋼製連壁のフランジに嵌合継手が設けられたダイヤフラムタイプのサンドイッチ構造となっているため、継手の強度・剛性を考慮した設計法の確立が必要となる。本報告はこの鋼製連壁とRC内壁との一体壁の水平方向断面の曲げ耐荷性能について実験的に検討を行ったものである。

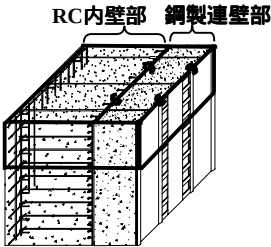


図-1 鋼製連壁の一体壁(水平方向断面)

2. 試験概要

図-2に試験体ならびに載荷概要を示す。負曲げおよび正曲げの2ケースについて実大継手(2ヶ所:図-3参照)を有する梁型試験体を用いて4点曲げ試験を実施した。使用材料、継手仕様は表-1に示す。なお試験体寸法は実大の4/7の縮小を想定し、せん断スパン比 a/h は2.5とし、鋼製連壁とRC内壁との壁厚の比は1:2とした。また鋼製連壁部材の内面は、泥膜付着を考慮しグリースを塗布して、中詰コンクリートとの付着を切った。鋼製連壁部材の外表面とRC内壁との境界面は無処理とし、頭付きスタッド等のずれ止めを配置した。

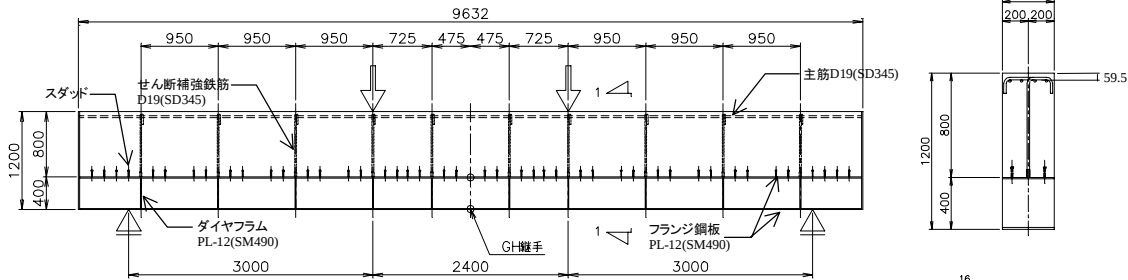


図-2 ケース1 負曲げ試験体図(載荷概要)

表-1 使用材料、継手仕様

鋼材材料試験結果			継手仕様
使用材料	鋼材種類	降伏点 (N/mm ²)	
フランジ・ダイヤフラム(PL12)	SM490	371	設計引張降伏 強度： Tyd(N/箇所)
GH継手		452	
RC内壁部主筋(D19)	SD345	383	
RC内壁部せん断補強鉄筋(D19)		375	
コンクリート材料試験結果			84280
試験ケース名	圧縮強度(N/mm ²)		
ケース1 負曲げ	36.2		
ケース2 正曲げ	34.7		

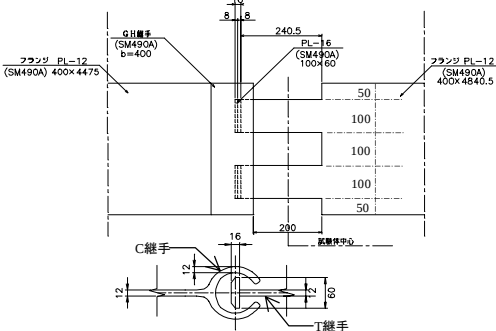


図-3 GH継手詳細図

3. 実験結果および考察

3.1 耐荷挙動

表-2に試験結果の一覧を、図-4,5に荷重と試験体中央部のたわみとの関係を示す。終局曲げ耐力試験値は、負曲げ・正曲げ共に、終局曲げ耐力計算値(平面保持を仮定し、継手要素の引張り強度を用い、継手は引張り力のみを伝達できるものとして鉄筋コンクリート梁として算定)を上回った。

図-4より負曲げの試験では、RC内壁部の曲げひび割れが鹿角状に枝分かれし、荷重453KNで荷重が10KN減少して最大荷重469KNを迎えた。その後、中央変位が49mmに達したところで下段継手が抜け出しそうになり載荷を終了した。図-5より正曲げの試験では、荷重516KNで純曲げ区間上下継手を結ぶひび割れが発生し荷重が20KN急減した。また最大荷重549KNに達したところで下段継手が抜け始め、荷重が50KN急減したが、再び荷重が漸増し中央変位が200mmに達したところで載荷を終了した。

表-2 試験結果一覧

試験ケース名	終局曲げ時鉛直荷重計算値(KN)			試験最大荷重: $P_{max}(KN)$	$P_{max} / \text{cal}P_{md}$	$P_{max} / \text{cal}P_{my}(T')$	$P_{max} / \text{cal}P_{mu}(T')$
	終局曲げ その1: $\text{cal}P_{md}$	終局曲げ その2: $\text{cal}P_{my}(T')$	終局曲げ その3: $\text{cal}P_{mu}(T')$				
1 負曲げ	223 ^{注1)}	252 ^{注2)}	373 ^{注3)}	469	2.10	1.86	1.26
2 正曲げ	367	378	400	549	1.50	1.45	1.37

注1) 負曲げの終局曲げその1: $\text{cal}P_{md}$ は、設計継手降伏強度: $T_y = T_u / 1.5 = 84,280N/箇所$ を用いた計算値
注2) 負曲げの終局曲げその2: $\text{cal}P_{my}(T')$ は、予め行った継手要素の引張り試験の継手残存引張り強度(図-6参照): $T' = 143,000N/箇所 / 1.5$ を用いた計算値
注3) 負曲げの終局曲げその3: $\text{cal}P_{mu}(T')$ は、予め行った継手要素の引張り試験の継手残存引張り強度(図-6参照): $T' = 143,000N/箇所$ を用いた計算値

キーワード: 鋼製地中連続壁、一体壁、サンドイッチ構造、水平方向断面、曲げ耐荷性能
連絡先: 〒293-8511 千葉県富津市新富20-1 Tel 0439-80-2205 FAX 0439-80-2745

3.2 継手挙動

図-6,7に本試験のGH継手部および継手要素引張り試験で得られた引張り力-継手伸び関係を示す。負曲げ・正曲げ共に、C継手が周囲のコンクリートに拘束されているため、継手要素引張り試験結果よりも継手強度および剛性が向上したことが分かる。

3.3 継ぎずみ分布

図-8,9に設計曲げ降伏荷重レベルおよびその1/2の荷重レベルでの純曲げ区間における断面内歪み分布を示す。負曲げ・正曲げ共に弾性域において実験値と計算値はほぼ一致し、概ね平面保持が成立していると思われる。

3.4 曲げ剛性

図-10,11に純曲げ区間における曲げモーメント-曲率関係を示す。負曲げ・正曲げ共に曲げ剛性の実験値は、継手要素引張り剛性を用いた計算値よりも約2倍高かった。これは、主に継手周辺のコンクリートの拘束効果によるものと推測される。

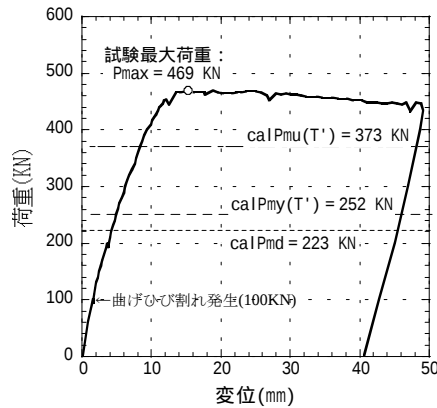


図-4 ケース1負曲げ
荷重—変位関係

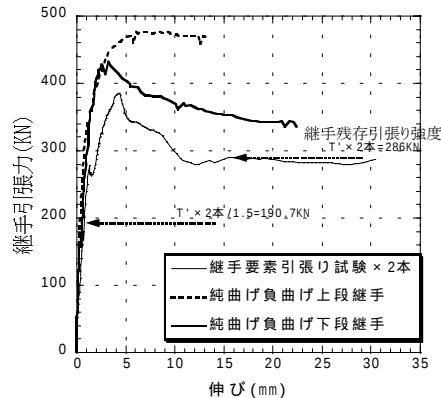


図-6 ケース1負曲げ
継手引張り力-継手伸び関係

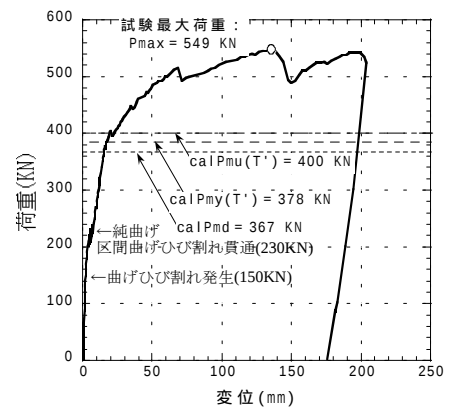


図-5 ケース2正曲げ
荷重—変位関係

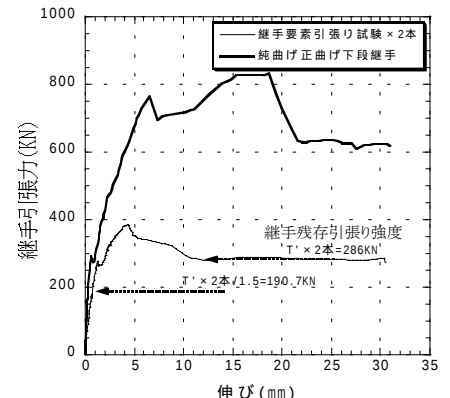


図-7 ケース2正曲げ
継手引張り力-継手伸び関係

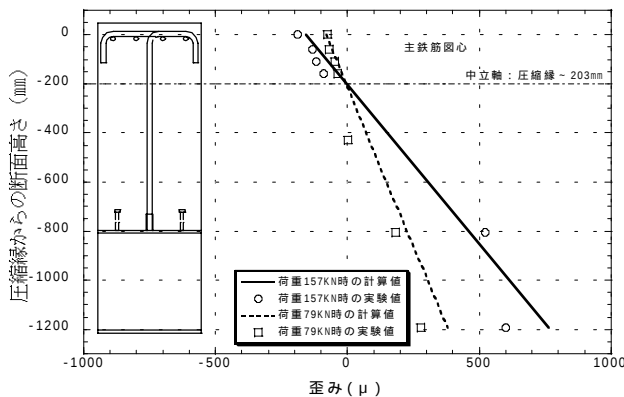


図-8 ケース1 負曲げ 純曲げ区間断面内歪み分布

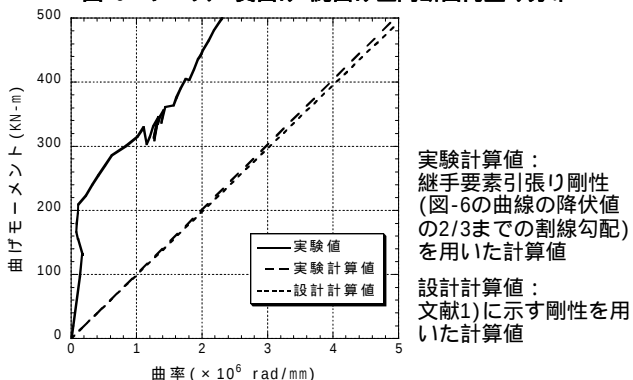


図-10 ケース1 負曲げ 曲げモーメント-曲率関係

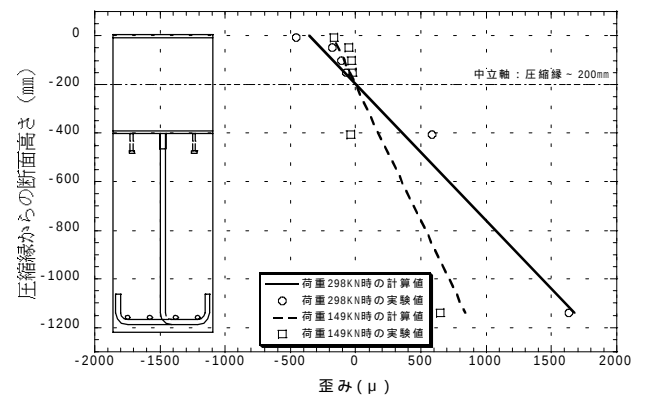


図-9 ケース2 正曲げ 純曲げ区間断面内歪み分布

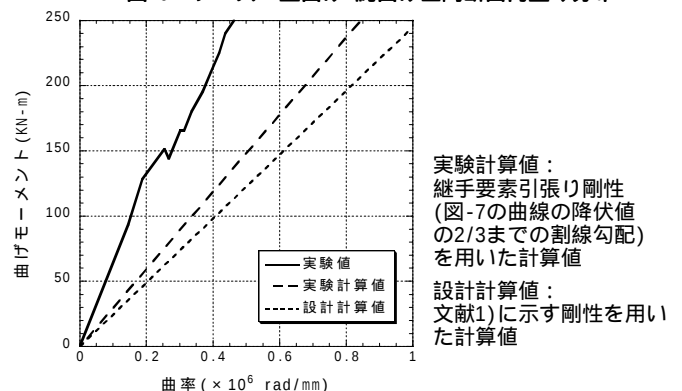


図-11 ケース2 正曲げ 曲げモーメント-曲率関係

4. まとめ

以上の結果から、以下の事項が明らかになった

- 1) 鋼製連壁とRC内壁との一体壁の水平方向断面の終局曲げ耐力は、継手要素の引張り強度を用い、継手は引張り力のみを伝達できるものとした鉄筋コンクリート梁として安全側に算定できる。
- 2) 一体壁の水平方向断面の曲げ剛性は、継手要素引張り剛性を用いて平面保持を仮定し、コンクリートの引張りを無視して計算した曲げ剛性よりも約2倍高くなる。

謝辞：本研究を行うにあたり御指導頂いた北海道大学上田多門助教授に感謝の意を表します。

[参考文献]

- 1) 鋼製地中連続壁協会：鋼製地中連続壁設計施工指針(案)，平成9年9月，P19