

CS-73 モルタルを充填したパイプ状嵌合継手構造の力学的挙動

新日本製鐵 正会員 今福健一郎
 同上 正会員 田崎 和之
 同上 正会員 広沢 規行
 同上 正会員 石田 宗弘

1. はじめに

鋼製地中連続壁（略称：鋼製連壁）工法に用いる部材の1つに、フランジ端部に特殊圧延加工したパイプ状の嵌合継手を有し、連結継手材を用いて部材同士を嵌合連結するタイプがある（GHタイプ：図-1 参照）。鋼製連壁を矩形立坑などのシャフト型の地下構造物に本体壁として適用する場合、水平方向の面外耐荷力が必要となる。鋼製連壁はこの面外力に対して上記鋼製部材に中詰めコンクリートを打設すればサンドイッチ合成構造として抵抗できる。

ここで、このような部材の水平方向の面外曲げに対する設計を行うには、このパイプ状の嵌合継手の引張性状を明らかにすることが重要な課題となる。本報告ではこの嵌合継手の引張試験を実施し、その耐荷メカニズムについて定性的に評価しさらに継手の高耐久化の手法についても検討を行った。

2. 実験概要

図-2に示すように内部にモルタルを充填したパイプ状のメスとT型のオスを嵌合させた試験体を用いて引張試験を行い、荷重・オスとメスの相対変位・鋼材のひずみを測定した。変化させるパラメーターは表-1に示すように①パイプ厚（ t_p ）②オスの先端幅（ b ）③嵌合状態④パイプの降伏強度（ f_y ）⑤充填剤（モルタル）の強度（ f_c ）とした。

3. 実験結果および考察

表-2に実験結果の一覧を示す。

3.1 耐荷挙動

図-3に引張荷重と継手部の伸びの関係の一例を示す。荷重を増加させるとオスの先端からメスの先端を結ぶ面上にひび割れ面が発生し、さらに荷重を増加させるとオスはこの面を押し広げながら抜け出し、オスとメスの相対変位が3～5mmで最大耐力となった。その後はほぼ一定の荷重のままオスが徐々に抜け出した（図-4参照）。なお、本実験ではオスは十分な強度を有し、変形していない。

3.2 パラメーターの影響

- (1) t_p , f_y : t_p および f_y が大きいほど大きな耐力を示した。
- (2) b : オスの先端幅が大きい程継手の引張耐力は大きい。
- (3) 嵌合状態: GH継手は嵌合の余裕があるため、嵌合状態は施工精度に左右される。嵌合状態の違いが引張耐力に及ぼす影響を調査す

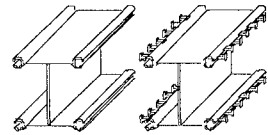


図-1 鋼製連壁部材

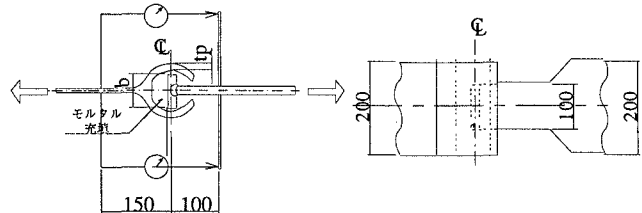


図-2 試験体

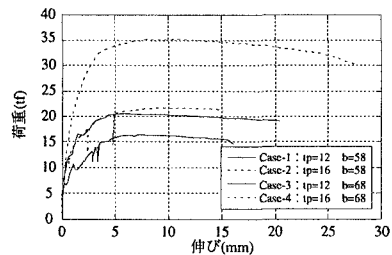


図-3 荷重～継手部の伸び関係

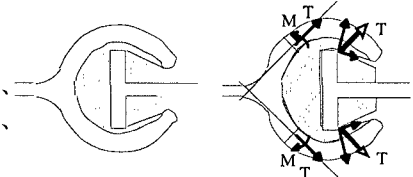


図-4 Case-1 荷重～パイプ部のひずみ関係

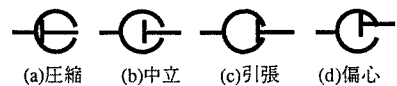


図-5 嵌合状態の種類

キーワード：パイプ継手、合成構造、引張耐力、摩擦係数

〒263 千葉県富津市新富20-1 Tel 0439-80-2205 FAX 0439-80-2746

るために、中立・偏心・圧縮・引張の4つの嵌合状態（図-5 参照）で引張試験を行った。その結果、引張嵌合状態だけがその他の嵌合状態の約1.3倍の耐力を示した。

（4） f_c ：充填モルタルはその圧縮強度が $f_c=139\sim489\text{kgf/cm}^2$ の範囲では圧壊せず、継手の引張耐力に与える影響はなかった。なお、実験の引張耐力のばらつき（23.6～29.6tf）は継手の加工精度によるものと考えられる。

3.3 耐荷メカニズム

図-6に引張荷重とメスパイプ部に貼付した鋼材のひずみの関係の一例を示す。メスにはオス先端からひび割れ面に垂直な力と摩擦力との合力 T が作用するが、図-4に示すように、合力 T によってメスパイプ部の断面には曲げモーメントと引張力が作用する。このとき図-6から曲げモーメントの影響が大きいため、合力 T の作用線から最も離れた断面が支配断面となる。この支配断面が曲げと引張力によって全塑性状態になるときに継手が引張耐力に達するものと考えられる。ここで、継手を高耐力化するためのひとつの手法としてパイプ部に作用する曲げモーメントを小さくするための形状を考える。合力 T の作用線の方向は上述のひび割れ面から角度 ϕ 分外側を向いている。したがって、このひび割れ面の角度（ θ ）が大きい場合に合力 T と支配断面の距離が短くなるため、作用曲げモーメントを小さくすることが出来る（図-7参照）。ここで、継手引張耐力（ P_u ）を f_y で正規化し、 θ との関係を図-8に示す。 θ が大きい程 P_u が大きいのは上記の理由によるものと考えられる。以上よりGH継手の高引張耐力化を図る方法として、棒鋼をパイプ開口部内側に取り付けることにより嵌合の余裕を確保しつつ θ を大きくする構造が考えられる。

4. まとめ

本実験の結果、以下のことが明らかになった。

- （1）パイプの鋼材降伏強度、パイプ厚が大きいほど継手引張耐力は大きい。
- （2）引張嵌合状態の継手引張耐力は、その他の嵌合状態の約1.3倍の値を示した。
- （3）充填モルタルは $f_c \geq 150\text{kgf/cm}^2$ であれば圧壊しない。

（4）オス先端とメス開口部先端とを結ぶひび割れ面の角度が大きいほど、引張耐力は大きい。

（5）継手の破壊はひび割れ面に生ずる力によってメスに作用する曲げモーメントと引張力による全塑性状態により決まる。

今後、他のパラメーターの影響を考慮し、さらに上記提案の高耐力な継手も含め、定量的な評価を行う予定である。

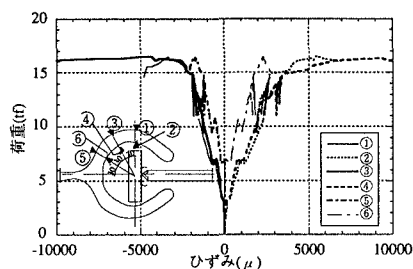


図-6 Case-1 荷重～パイプ部のひずみ関係

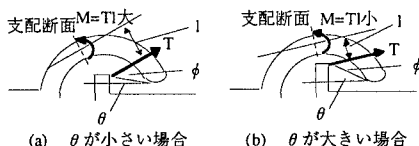


図-7 θ と支配断面の断面力との関係

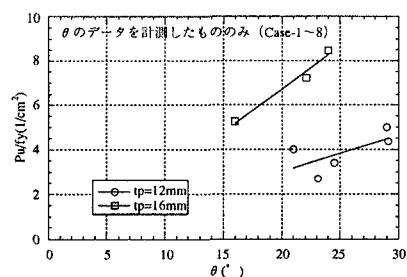


図-8 継手引張耐力～ひび割れ面角度関係

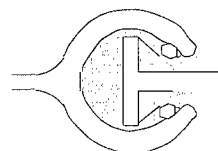


図-9 高耐力 GH 継手

表-1 試験体諸元&試験結果一覧

試験体	パイプ厚 tp(mm)	ス継手 f_y (kgf/cm ²)	ス継手先端幅 b(mm)	ス継手圧縮強度 f_c (kgf/cm ²)	嵌合 状態	引張耐力 P_u (tf)	着目点			
							tp	ス継手 先端幅	f_y	充填 材
Case-1	12	4110	58	254	中立	16.4	○	○	○	
Case-2	16	4140	58	329	中立	21.7	○	△		
Case-3	12	4110	68	330	中立	20.5	△	○		
Case-4	16	4140	68	331	中立	35.0	△	△		
Case-5	12	3770	60	294	中立	12.9			○	
Case-6	16	3580	60	304	中立	25.9			△	
Case-7	12	3010	60	326	中立	8.1		□	○	
Case-8	12	3010	70	316	中立	13.1		□		
Case-9	16	2604	60	300	中立	19.5			△	
Case-10	16	3567	60	135	中立	29.1				○
Case-11	16	3567	60	489	中立	29.6				○
Case-12	16	3567	60	294	中立	23.6				○
Case-13	16	3650	60	261	中立	25.7				○
Case-14	16	3650	60	317	偏心	25.8				○
Case-15	16	3650	60	300	圧縮	25.2				○
Case-16	16	3650	60	334	引張	33.2				○