

BWR 補修工法ガイドライン[ウェルドオーバーレイ工法]の概要

1. ウェルドオーバーレイ工法の概要

ウェルドオーバーレイ (WOL) 工法は、き裂が発生したオーステナイト系ステンレス鋼製の一次系配管等の周溶接継手に対して、自動ティグ溶接を用いて、耐 IGSCC 性に優れた溶接金属 (フェライト含有量の高い低炭素オーステナイト系ステンレス鋼溶接材料) を当該配管の外周面にわたり複数層の肉盛溶接を施工することにより、構造健全性を確保、維持する補修工法である。

WOL 工法の概念図を図 1 に示す。

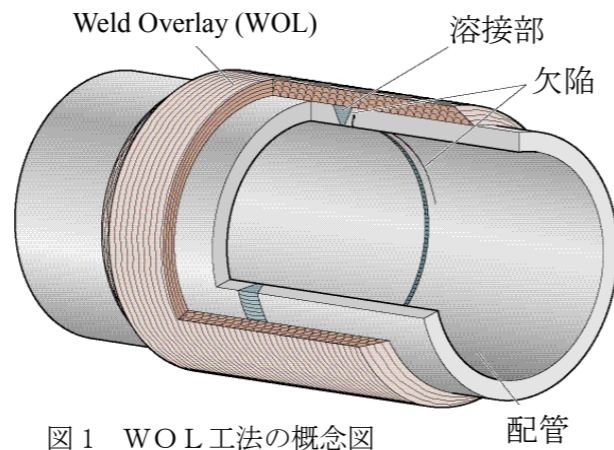


図 1 WOL 工法の概念図

2. 工法適用範囲

WOL 工法の適用範囲の配管及び亀裂を表 1 及び図 2 に示す。

表 1 工法の適用範囲

項目	適用範囲
(a) 口径	100A~700A
(b) 母材の厚さ	14.0~46.0mm
(c) 対象材料	P-8
(d) 溶接金属	A-7 または R-7
(e) 適用部位	周継手部
(f) 適用可能な亀裂	配管外表面の開先エッジの両端から 13mm 以内、かつ外表面から 7mm 以上の範囲に存在する亀裂 (図 2 参照)

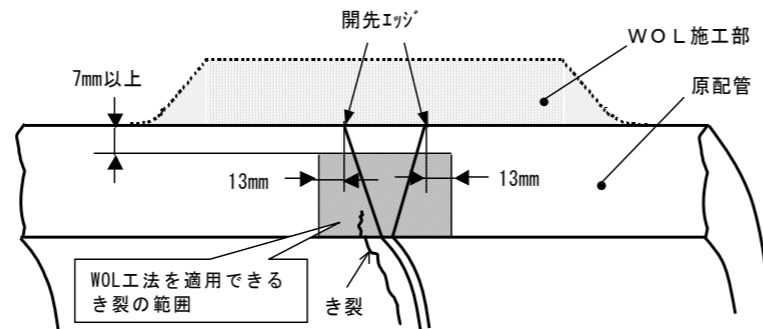


図 2 適用可能なき裂

3. WOL の設計及び施工

3.1 WOL の構造設計 (図 3 参照)

(1) WOL の厚さ

WOL の厚さは、以下を満足するようになければならない。

- (a) 360° 貫通き裂が原配管に存在したとしても破壊しない強度を有していなければならない。
- (b) 原配管と WOL の厚さを加えた厚さの 75% を越える領域にはき裂が存在してはならない。(設計上は t_w を $t_p/3$ 以上とする必要がある)
- (c) 内圧による軸方向応力、自重及び地震力による軸方向荷重により発生する応力の総和が設計応力強さ (S_m) 以下でなければならない。
- (d) プラント寿命中における疲労によるき裂進展量を算出し、必要 WOL 厚さに加えなければならない。
- (e) WOL の厚さは、フェライト番号 (FN) の測定値で、平均 FN7.5 以上、かつ、最小 FN5.0 以上の強度上有効な層の厚さとし、これを満足しない平均 FN7.5 未満、又は、最小 FN5.0 未満の層は、WOL の厚さに含まないものとする。ここで、WOL 施工部の厚さは、FN7.5 未満の層の厚さに強度上有効な WOL の厚さを加えたものとなる。

(2) WOL の長さ

WOL の長さは、以下を満足するようにする。

- (a) 原配管周溶接 HAZ 部から両側に $0.75\sqrt{Rt_p}$ 以上の長さを有していなければならない。
- (b) 供用期間中検査で要求される範囲について超音波探傷試験 (UT) が可能でなければならない。

(3) 端部形状

- (a) 溶接止端部の勾配は、30° 以下が望ましい (勾配が 30° を超え、45° 以下の範囲とする場合は、別途止端部の応力係数を定めて使用することができる)。
- (b) 止端部アールは $r = t_p / 2$ 以上とする。

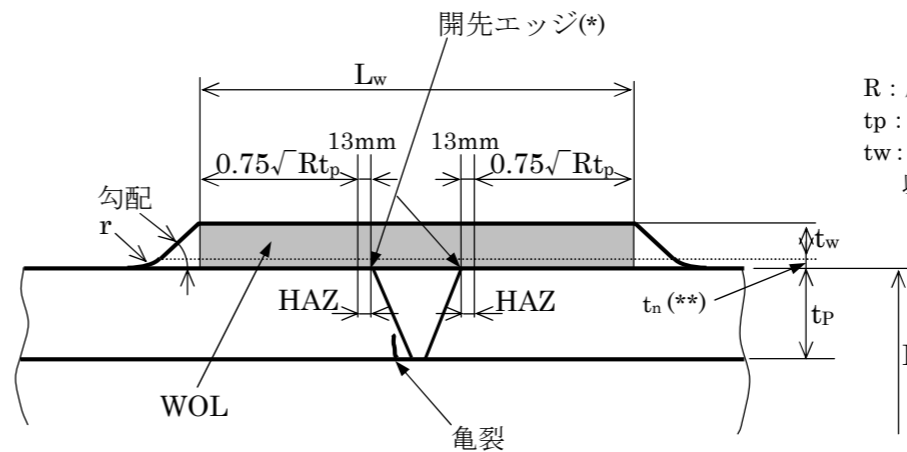


図 3 WOL の構造設計

R : 原配管の外半径 (mm)
 t_p : 原配管の厚さ (mm)
 t_w : WOL の厚さ (mm) 平均 FN7.5 以上、かつ、最小 FN5.0 以上の強度上有効な層の厚さ)

(*) : 原配管溶接中心から図面寸法により求めた長さに相当する位置
 (**): t_n は平均 FN7.5 未満、又は、最小 FN5.0 未満の層の厚さを示し、WOL の厚さには含まない。

3.2 溶接条件

WOL の肉盛溶接の溶接条件を表 2 に示す。

3.3 施工法確認試験

表 2 の溶接条件にて、事前に施工法確認試験を実施し、溶接施工法を確立する。

3.4 WOL 施工中の管理

WOL 溶接部は、フェライト量が平均 FN7.5 以上、かつ、最小 FN5.0 以上となるまで 1 層施工する毎にフェライト量を計測する。

表 2 WOL 工法の溶接条件

項目	溶接条件
(a) 継手種別	肉盛溶接の継手
(b) 溶接方法	自動ティグ溶接
(c) 溶加材	R-7
(d) 溶加材の炭素含有量	0.030 % 以下
(e) 積層数	最小 2 層 (強度上有効な層)
(f) 内面水冷	有り (流速は 0 m/s 以上)
(g) 溶接条件	
溶接入熱量	6.9 kJ/cm 以上、15.8 kJ/cm 以下
溶接速度	6.0cm/min 以上、17.4cm/min 以下
溶加材供給速度	5.1 g/min 以上、8.8 g/min 以下
パス間温度	150°C 以下

4. 適用後の確認

- (1) WOL 施工後の溶接検査として図 4 に示す範囲の PT 及び UT を行う。
- (2) 供用開始後は図 5 に示す範囲の UT を 4 運転サイクル毎に行う。

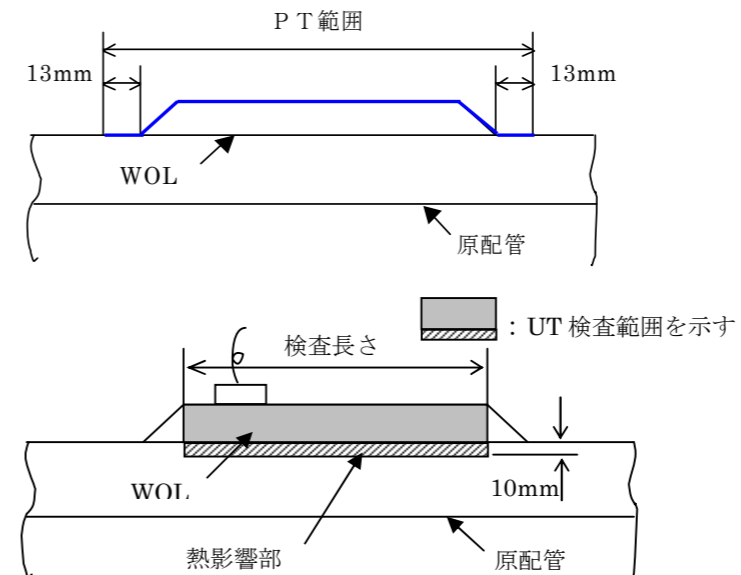


図 4 施工後の溶接検査範囲

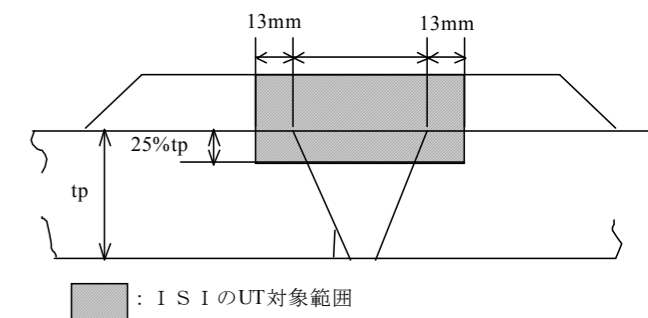


図 5 I S I の UT 検査範囲