



# タンクアニュラ板裏面腐食の感受性抽出に関して Likelihood of failure Extraction for External corrosion on Annular Plate

鈴木 茂雄 (キャメロンジャパン株式会社)

## 1 はじめに

石油・石油化学プラントのタンクの多くは、建設から30年以上経過しているが、日常および開放検査での防食処理、部品交換、溶接補修などによって、性能維持を図っている。さらに、一部のタンク底板裏面腐食に対して、連続肉厚測定<sup>(2)、(3)</sup>で検査有効性を高め、余寿命予測精度に寄与している。

本論文は、開放検査での内部状況を確認、評価または、最近の設備診断技術でも困難となる、側板-アニュラ板のT継手域で、溶接の熱影響によってアニュラ板裏面の防食材が剥離した箇所が選択的に生じる腐食減肉を、ベイズの定理<sup>(1)</sup>をもとに腐食減肉の起こり易さのスクリーニング、感受性部位の抽出および、超音波厚み

測定の検査有効性に関して詳述する。

## 2 側板-アニュラ板のT継手域裏面腐食損傷の事例

### 2.1 アニュラ板の肉厚測定結果

アニュラ板の肉厚測定は、側板内面より500mmの範囲にあたっては、概ね100mm間隔で千鳥にとった箇所を測定し、全体および板1枚毎の平均値を算出する定点測定方式<sup>(4)</sup>となっている。Fig.-1は、アニュラ板の定点測定値および腐食減肉が起こりやすい箇所の感受性抽出から求めた肉厚測定値をレーダーチャートで比較した結果を示す。定点測定値では、製作余裕代 $12.0 + 0.5\text{mm}$ 内の値を示し、製作図面肉厚の90%を割る測定値は検出されなかった。しか

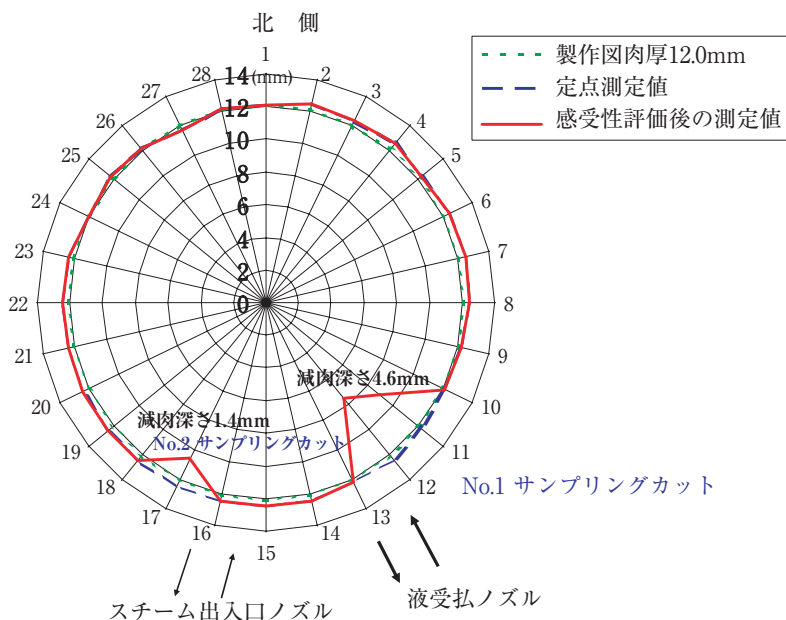


Fig.-1 アニュラ板の定点測定と感受性評価後の肉厚測定結果の比較

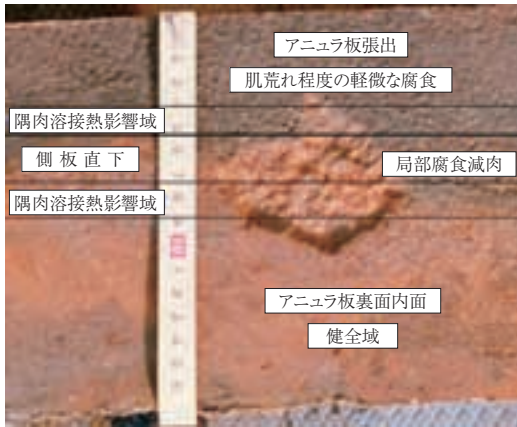


Fig.-2 側板の廻り階段付近のアニュラ板の裏面腐食状況

し、後者の手法で抽出された箇所では、廻り階段、液受けノズルおよび、スチームコイル入口付近のアニュラ板裏面に、90%または80%を割る肉厚測定値が検出される。最大腐食減肉深さからの腐食速度は、0.46mm／年となり、余寿命予測評価から、次回開放検査時までには基準肉厚を割ることからアニュラ板が更新された。

## 2. 2 アニュラ板のNo.1サンプリングカット

感受性を抽出した箇所の肉厚測定結果、アニュラ板裏面に最大腐食減肉深さが検出された。No.1サンプリングカットから採取した試験片のアニュラ板裏面の腐食減肉状況を Fig.-2に示す。

外観目視検査から、アニュラ板張出域の腐食

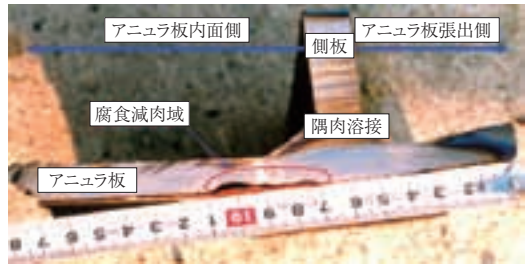


Fig.-3 最大腐食減肉が検出された部位のサンプリングカット

減肉は、肌荒れ程度の軽微な腐食である。最大腐食減肉深さは、側板-アニュラ板裏面間の隅肉溶接熱影響範囲に生じていることが確認できる。タンク内面の隅肉溶接止端からタンク中心に向かっては、腐食減肉もなく健全である。

Fig.3は、アニュラ板裏面局部腐食減肉域の断面観察例を示す。腐食減肉の範囲は、隅肉溶接止端近傍から側板間の約40mm幅で生じ、最大腐食減肉深さは4.6mmである。Fig.-4に溶接熱影響と腐食減肉が生じた範囲の模式図を示す。

## 2. 3 アニュラ板のNo.2サンプリングカット

感受性を抽出した箇所の肉厚測定結果、アニュラ板裏面に製作図面の肉厚値の90%を割り込箇所の試験片のアニュラ板裏面の腐食減肉状況を Fig.-5に示す。腐食減肉深さ1.4mmで、腐食の範囲は側板-アニュラ板との溶接熱影響域を起点として、タンク内面側に40mm、アニュ

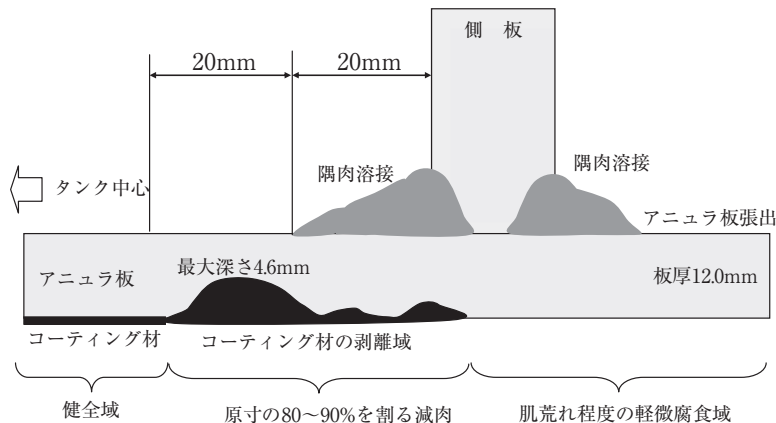


Fig.-4 溶接熱影響によるコーティング剥離と腐食減肉関係

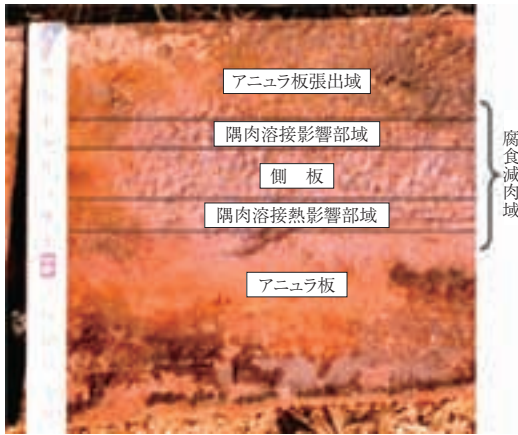


Fig.-5 スチーム出入口ノズル付近のアニュラ板の裏面腐食状況

ラ張出側に30mm の広がりを持っている。

### 3 側板-アニュラ板裏面腐食感受性の抽出法

側板-アニュラ板の T 継手裏面が、溶接の熱影響による防食材剥離箇所を、精度よく検出するのは困難である。したがって、タンクの設置または環境条件によって損傷の起こりやすさを複数選び、個々の部位に対して確からしさを求める。さらに、肉厚測定結果において、損傷が検出されるか否かに応じて確信度を更新していくのである。

#### 3. 1 定性的スクリーニング法

アニュラ板裏面の溶接熱影響による腐食損傷の起こりやすさを求める方案を、Fig.-6のフローチャートに示す。アニュラ板の裏面腐食を発生させる要因は、裏面防食材の剥離および劣化、雨水侵入防止被覆材の劣化・損傷、貯蔵流体温度の変動、アニュラ板と基礎との接触状況によって、感受性が変化する。

タンク基礎がオイルサンドの場合は、非常に腐食感受性が高くなる。建設または、補修時の施工にもよるが、オイルサンドは経時的に油分が浸透、揮発し、砂表面層には油分が無くなる可能性がある。不等沈下部位は、雨水が集積化すると伴に、タンク付着の海塩粒子も一緒に集

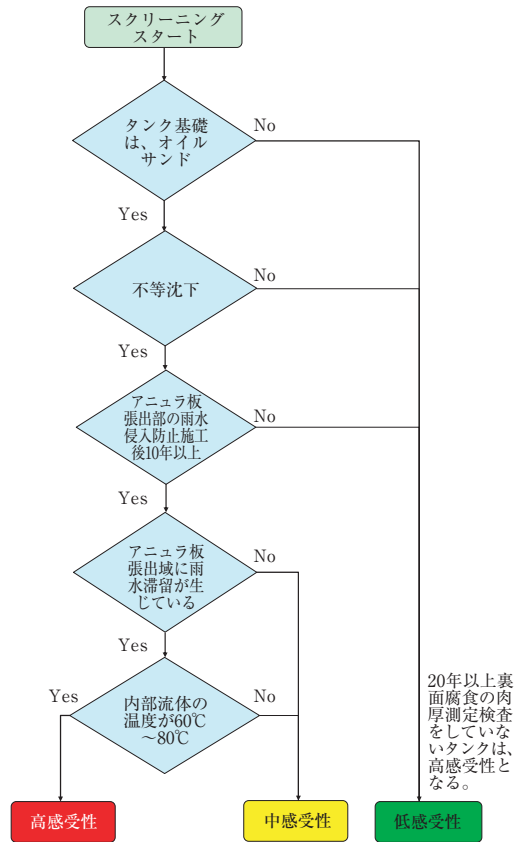


Fig.-6 スクリーニングフローチャート

まってくる。さらに、湿潤腐食環境下での電気化学反応は、温度60℃～80℃間が最も促進される。これらの条件が最も適合したタンクが高感受性として抽出、選択される。中感受性のタンクは、高感受性のタンクの水平展開となるので、高感受性タンクに損傷が検出されない場合、肉厚測定は開放点検基準に準ずる。

#### 3. 2 高感受性部位の抽出

Table-1に該当する部位が高感受性となり、損傷が起こりやすいので開放点検時には優先的に肉厚測定検査が必要となる。

#### 3. 3 高感受性箇所の超音波厚み測定

高感受性箇所の検査時期は、タンク開放検査周期に合わせ、追加肉厚測定検査項目とする。アニュラ板と側板 T 継ぎ手部は、タンク内に貯液がない場合には、角変形、不等沈下、ひず

Table-1 高感受性の部位

| 部品名     | 高感受性部位と肉厚測定箇所              |
|---------|----------------------------|
| 基礎      | ①不等沈下域、雨水浸入防止材劣化域          |
| 側板側の付属品 | ②液の受入れ、送出配管設置付近の雨水滞留域      |
|         | ③側板廻り階段設置付近の雨水滞留域          |
| アニュラ板   | ④立上配管設置付近の雨水滞留域            |
|         | ⑤アニュラ隅肉溶接の補修範囲(ガウジング)の熱影響域 |
|         | ⑥アニュラ板の肉盛り補修の熱影響域          |
|         | ⑦アニュラ板相互の裏当材域              |
|         | ⑧アニュラ板のパチ当補修の熱影響域          |

みなどの影響により、隅肉溶接止端部近傍の肉厚測定は困難を伴うことがあるので、検査手順は、粗探傷検査、精密探傷検査の2段階の検査方法を採用する。

(1) 粗探傷検査

Fig.-7には、溶接止端部と肉厚測定グリッ

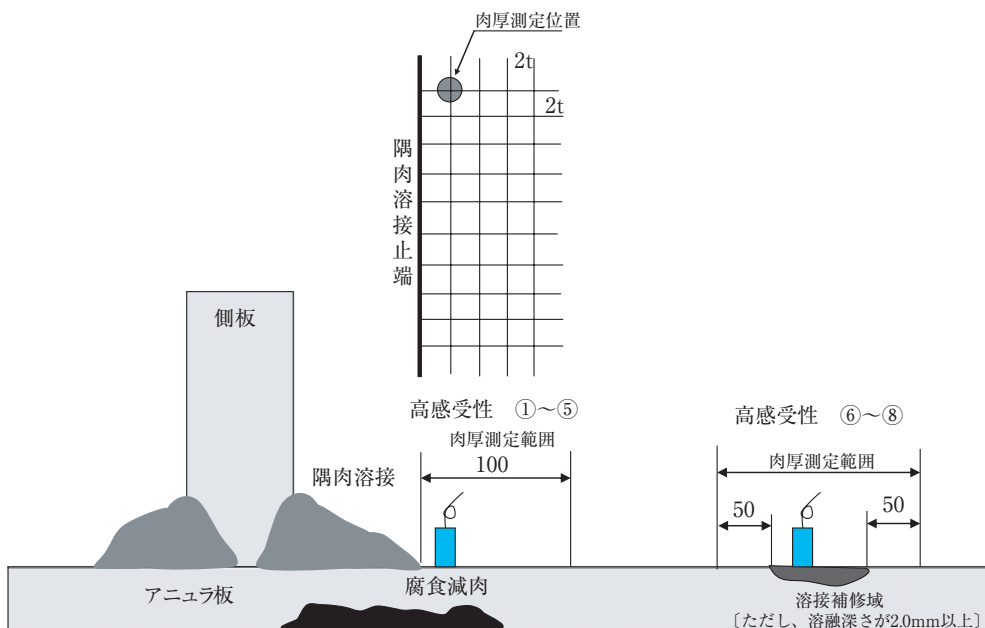


Fig.-7 溶接熱影響の粗探傷検査

ト線を示す。グリット間隔は  $2t$  [ $t$ :アニュラ板厚] とし、グリット線の交点を肉厚測定位置とする。

超音波厚み測定器は、非金属介在物、多重反射エコーなどを弁別確認できる A スコープ、B スコープ表示機能付とする。なお、供用期間であればガイド波、表面波、斜角などの各探触子を利用した超音波探傷も有効であるが、腐食深さは絶対値とはならないので、開放検査での確認が必要となる。

(2) 精密探傷検査

粗探傷検査で、超音波厚み測定値に腐食減肉傾向を検出した場合、Fig.-8に示すように、該当範囲を全面探傷し腐食減肉範囲の作図、形状、寸法および最大腐食深さを求める。さらに、アニュラ板外面の隅肉溶接、側板直下のアニュラ板裏面腐食検査要否の水平展開に関しても評価する。

粗探傷、精密探傷記録はデジタル画像として保存することで、次回探傷記録とマッピング比較、評価ができるようにする。

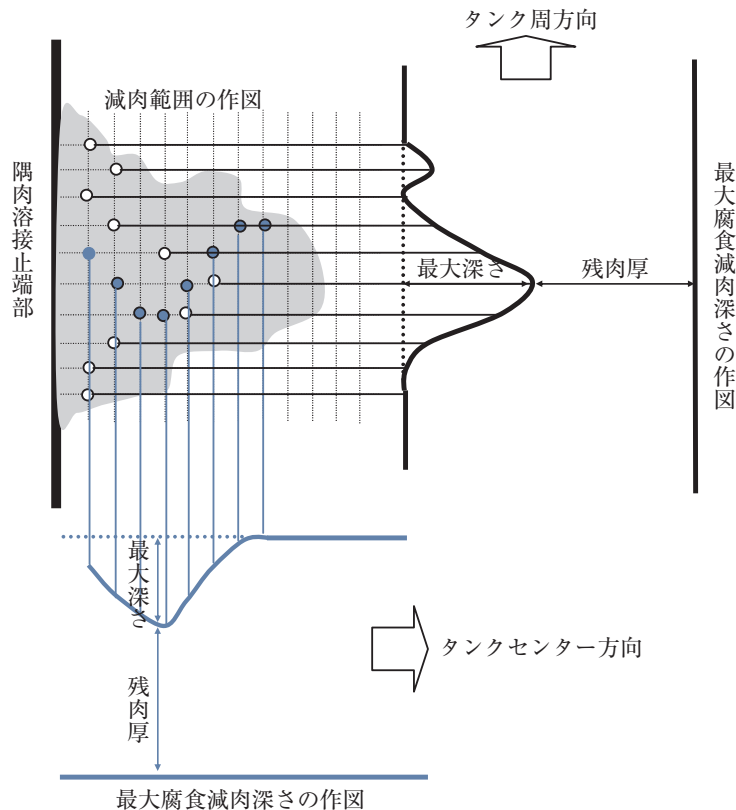


Fig.-8 精密探傷による損傷の形状、寸法の把握

#### 4 結言

側板-アニュラ板の T 継手域で、溶接の熱影響によってアニュラ板裏面の防食材剥離箇所が選択的に腐食減肉の生じる条件は、雨水浸入が容易な箇所に限定されている。これを標本統計学的に求めようとすれば、膨大な肉厚測定点およびデータ採取に時間を要し、分析、解析評価が収斂されないことも考えられる。

本手法は、タンクの設置または環境条件によって損傷の起こりやすさを複数選び、個々の部位に対して確からしさを求め検査後の結果において、腐食減肉が検出されるか否かに応じて、確信度を更新していくのである。つまり、事前にアニュラ板の腐食減肉の起こりやすさを評価し、診断技術の検査有効度を高めて、腐食減肉

が生じているかを検証することで事後確率を高め、局部腐食減肉を検出することが可能となる。

#### 参考文献

- (1) 設備等のリスクマネジメント技術者講習テキスト p.1-17(2010)
- (2) 消防危第93号「特定屋外貯蔵タンクの内部点検等の検査方法に関する運用について」平成12年8月24日
- (3) 消防危第27号「連続板厚測定方法による特定屋外貯蔵タンク底部の板厚測定に関する運用について」平成15年3月28日
- (4) 消防危第58号「危険物規制事務に関する執務資料（屋外タンク貯蔵所及び一般取扱所関係）の送付について」平成11年6月15日