

超音波探傷法によるコーティング上からのタンク底部溶接部検査実タンク探傷結果

1. 実証試験概要

「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 日付消防危 93 号）」に基づき、超音波探傷はコーティング上からのみの適用であるため、開放検査中のタンクにおいて、タンククリーニング後と溶接線コーティング剥離前の間の期間にて実証試験を実施した。

(1) むつ小川原基地：5/17～19、5/21～22

(2) 福井基地：9/6～9/8、9/10～11

2. 探傷装置の構成

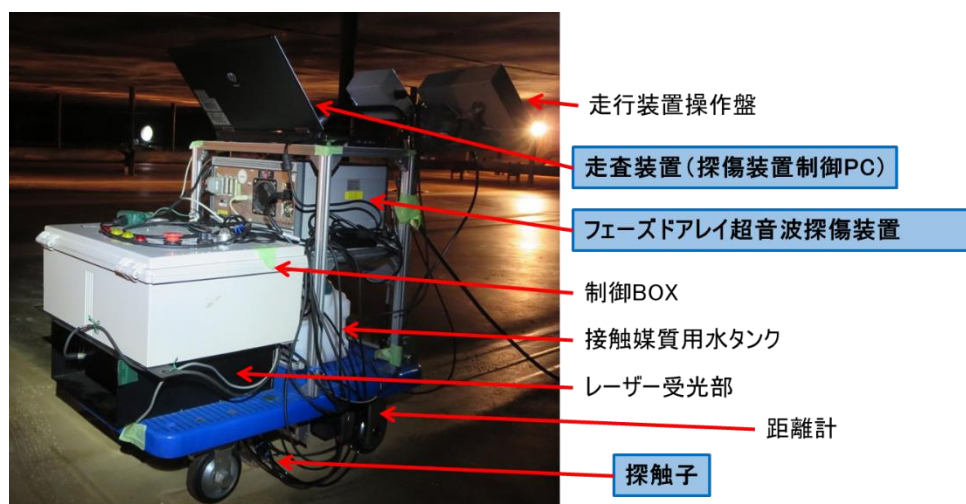


図 1 探傷装置の例

3. 探傷の方法

探傷の方法は、平成 29 年度に工場にて実施した性能試験と同じ方法の超音波フェーズドアレイで実施し、縦割れきず検出用の A パターン、横割れきず検出用の B-2 パターン、斜めきず検出用 B'-2 パターンとした。また、超音波フェーズドアレイの設定条件も平成 29 年度と同様条件で実施した。

また、探傷箇所は当該装置にて探傷が可能であるタンク底板突合せ溶接部とした。

(1) 探傷条件

①探傷（走行）速度：20mm/s（溶接線一本の検査に約 12 分）

②データ採取ピッチ：探傷部位が不連続とならないように実施し、2 mmピッチで記録

③超音波探触子：5MHz 32ch リニア配列のフェーズドアレイ探触子

④接触媒質：水道水または工業用水

⑤基準感度：深さ 3mm×長さ 6mm、幅 1mm の表面開口スリットのエコー高さ 80%

⑥探傷感度：A パターン：基準感度+9dB、B パターン：基準感度+21dB（塗膜補正）

※探傷感度の調整方法については 4. 検出感度の決定基準に記載

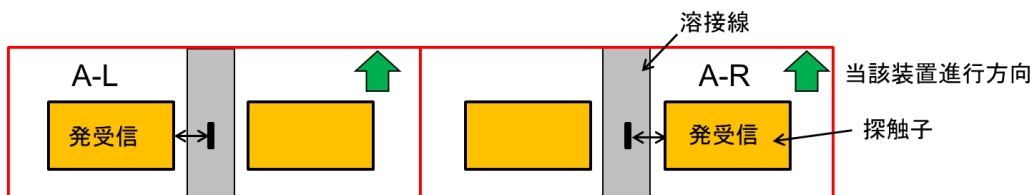
⑦探傷長さ：約 15m

- ・始点を横断する溶接線の中心から、溶接線終点を横断する溶接線の中心までの距離)
- ・途中に障害物があり走行できない場合は、一旦検査を中断し障害物を迂回した後、再探傷を実施した。（一部、検査を続行しながら障害物の迂回を試行したデータあり）

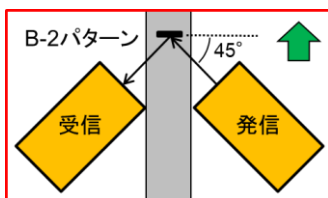
(2) 探触子の配置と探傷パターン

あらゆる角度のきずに以下の 3 通りの探触子の配置とした。

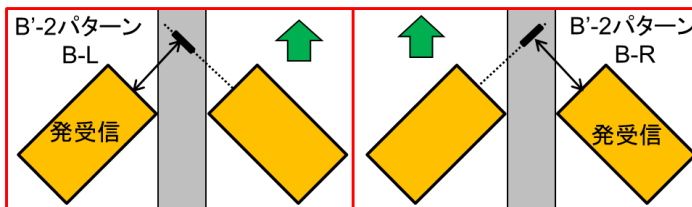
①縦割れきず探傷（Aパターン）



②横割れきず探傷（B-2パターン）



③角度付ききず探傷（B'-2パターン）



4. 検出感度の決定基準

(1) コーティング無しで深さ 3mm×長さ 6mm の人工きずがエコー高さ 80%となるように調

整

- (2) 適用するタンクのコーティング厚さ、仕様を確認

コーティング厚さ：平均膜厚 0.7mm、最小膜厚 0.4mm

コーティング仕様：ガラスフレーク

- (3) コーティングの減衰による補正

A パターン：基準感度+9dB（約 2.8 倍）

B パターン：基準感度+21dB（約 10 倍）

参考 デシベルについて

倍 (B/A)	1/10	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	10
デシベル	-20	-18	-12	-6	0	6	12	18	20

$$10 \times \log \left(\frac{B}{A} \right)^2 = 20 \times \log \frac{B}{A}$$

【参考資料 2-2 塗膜厚さの影響試験結果】

- ① H29 年度の検討結果より、ガラスフレークコーティングの塗膜厚が 1mm のときにエコー高さが 80% となる感度補正值を採用した。
- ② 塗膜厚が 0.7mm、1.0mm、1.5mm の人工きず試験片にて、A パターンは基準感度 +9dB、B パターンは基準感度 +21dB にて補正すれば、エコー高さが 20% 以上になり、きず検出が可能であることを確認した。
- ③ 人工きず角度が 0°、5°、15°、25°、35°、45°、55°、65°、75°、90° の試験片において、A パターンは基準感度 +9dB、B パターンは基準感度 +21dB にて補正すれば、いずれかのパターンにおいてエコー高さが 20% 以上になり、きず検出が可能であることを確認した。

5. 試験結果

エコー高さが 20% 以上であった箇所を評価対象とした。

(1) むつ小川原基地：39 か所

(2) 福井基地：39 か所

【参考資料 2-3 実タンクでのフィールド試験 全波形データ集】

6. 試験結果の評価及び判定の案について

当該装置を用いた試験においては、エコー高さが 20% 以上の指示が得られた箇所につ

いて、指示長さとエコー高さから評価及び判定することが適していると考えられる。

(1) 指示長さについて

- ・「指示長さ」は、20%以上のエコー高さが得られた範囲の長さとする。
※「L線カット法」と呼ばれる測定方法であり、JIS Z 3060 以外にも「鋼構造建築溶接部の超音波探傷検査基準」に採用されている。
- ・指示長さは実際のきずの長さよりも大きい傾向がある（安全側に評価できる）。
- ・装置は、長さ6mmのきずが80%以上のエコー高さとなるように校正している（20%以上のしきい値は安全側）
- ・塗膜厚さ1.5mm（装置が許容できる最大の塗膜厚さ）においても長さ6mm以上のきずは20%以上のエコー高さになる（安全側）。
- ・消防危 93 号通知では「6mmを超える」とあるが、探傷記録表示が2mmであるために、6mmを超える指示長さは「8mm以上」になってしまう。そのため「6mm以上の指示長さ」にて安全側に考えることとしていたが、きず角度の影響試験の結果、5°のきずの指示長さは「4mm」であった。妥当な指示長さのしきい値については検討中である。

【参考資料 2-2 塗膜厚さの影響試験結果】

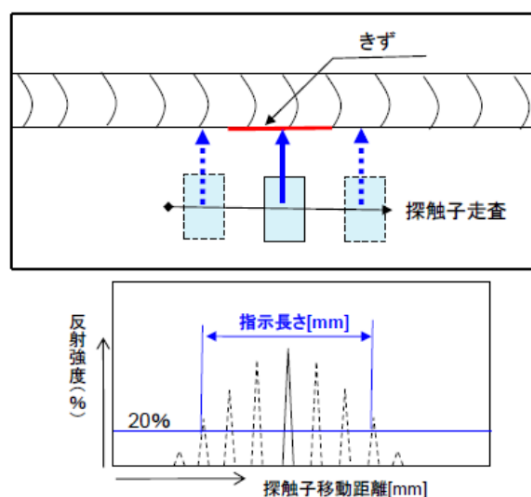


図2 指示長さの求め方

(2) 近接しているきずについて

きずが近接している場合のきずの指示長さ測定法は以下のとおりとした。

近接する二つのきずの名称を l_1 、 l_2 とし、きずの指示長さは $l_1 < l_2$ とした。

- ①きずときずの間隔が l_2 より長い場合
 - ・きずは二つである。
 - ・きずの長さはそれぞれ l_1 、 l_2 となる。
- ②きずときずの間隔が l_2 より短い場合
 - ・きずは一つである。

- きずの長さは l_1 、 l_2 及び間隔を含めた長さとなる。

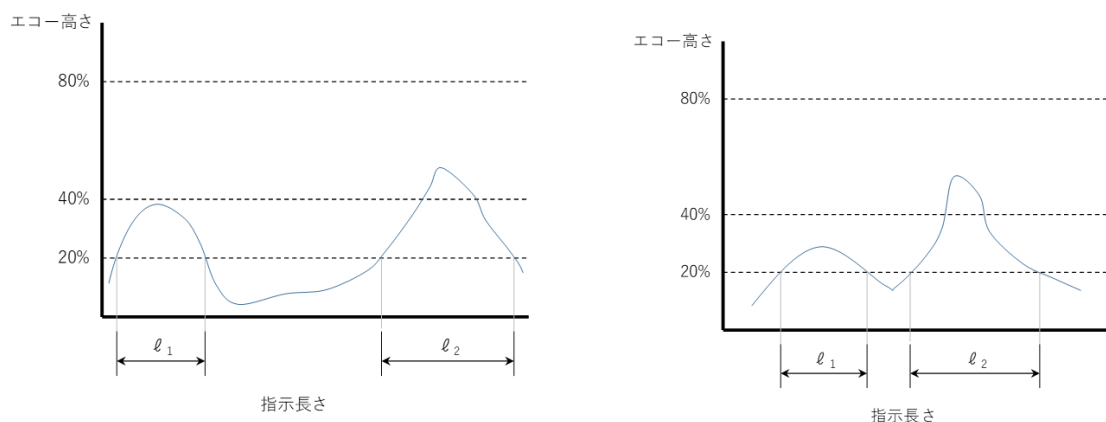


図3 近接しているきずと指示長さの測定方法

(3) 表面のきずについて

今回、実証試験を実施した超音波探傷装置では、表面への開口の有無を判定することが難しい。そのため、各基地の操業会社にて実施したタンク開放検査の磁粉探傷試験、浸透探傷試験の結果と超音波探傷にて指示が出た箇所を照合して、きずが表面に開口しているか否かを判断することとした。その結果、当方の実証試験でエコー高さが 20%以上の指示が得られた箇所について、表面への開口は認められなかった。

なお、本年度実施した疲労破壊試験の結果では、当該装置で検出できるきずについては進展がないことが確認されている。

7. 課題

(1) 鉛直方向のきずについて

現在、装置の校正試験片の人工きずは鉛直方向に対して 0° のきずとしている。しかしながら、実タンクにおけるきずは様々な角度で存在する。したがって、超音波探傷機器の性能を規定するためには、様々な角度でのきずの検出性能を確認する必要がある。当該装置においては未確認であることから、確認方法も含めて検討中である。



図4 鉛直方向のきずのイメージ図 (左が 0° 、右が 45°)

以上