

金属部会定例会議事録

日時：平成25年7月17日(水)18時00分～20時10分

場所：(社)日本技術士会 荻手第二ビル5階 AB会議室

出席者(敬称略)：磯部永舟(講演者)、池ノ谷秀行、隠善厚生、大田芳雄、大山光男、奥村貞雄、神戸良雄、小林経明、後藤 明、小森光徳、笹口裕昭、齋藤雅彦、芝崎誠、神藤典一、清水進、田中秀明、富田剛、中村隆彌、西川聡、新井田有慶、野村晃平、野坂恵介、藤原昌彦、平野富夫、松井利治、山本道晴、山崎宏、吉武進也、渡邊喜夫、渡辺孫也、堀川浩甫(建設)、鈴木茂雄(機械)、加藤清一郎(建設)、
合計 33名

配布資料:(敬称略)

- (1) 金属部会議事次第、出席者名簿、部会案内(山崎宏理事)
- (2) 講演資料;『鋼製貯蔵タンクのトラブル事例』並びに講演概要 (磯部永舟氏)
- (3) 理事会報告(2013.7.4)平成25年度第2回理事会 資料No2.
- (4) 理事会資料No2.「地域本部長の委嘱について(案)」、理事会資料No3.「関東甲信地域の県支部長の選任について(案)」、理事会資料No4.「部会長の委嘱に付いて(案)」、理事会資料No12.「技術士業務報酬手引きの廃止について(案)」、「公益社団法人日本技術士会事務局組織・人事一覧」(山崎宏理事)
- (5) 倫理委員会報告 第1回技術者倫理ワークショップのご案内 (小林経明委員)
- (6) 議事録(案)社会貢献委員会(H24-第11回)、社会貢献委員会(H24-第12回) (新井田有慶委員)
- (7) (公益財)溶接接合工学振興会、共催(公益財)国民工業振興会 第24回セミナー
『自動車の軽量化を支える接合技術の最前線』ニューオータニイン東京 おおとりの間 (吉武進也名誉部会長)

1. 講師：磯部永舟氏〔主査〕株式会社 石井鐵工所 生産・技術本部 技術研究所

演題：「鋼製貯蔵タンクのトラブル事例」

講演内容

(1)自己紹介:

講師は1974年4月22日千葉県に生まれ、2001年株式会社石井鐵工所に入社、技術部に配属され各種タンクの設計を担当、2003年には工事に配属となり、タンク建設現場の溶接管理、2006年には技術部に配属され、タンクの耐震評価等を経験した。2008年に技術研究所に異動になりタンクの溶接に関する研究、各種試験、検査、トラブル対応等を担当して現在に至る。技術士の他、溶接管理技術者、非破壊検査技術者、建築施工監理技術者など資格多数取得している。

(2)会社概要と講演概要

株式会社石井鐵工所は創立1900年、112年の歴史があるタンク・プラント建設の専門メーカーである。(東証一部上場、JIS溶接技能者評価試験会場)

国内外で建設する鋼製の大型貯蔵タンク(以後、タンク)は主に、石油等を貯蔵する常圧タンク(固定屋根式又は浮屋根式)、液化石油ガス(LPG)等を加圧して貯蔵する球形タンク、同じくLPGや液化天然ガス(LNG)を冷却して貯蔵する低温タンクに大別される。各種タンクは法規に基く設計基準に従った構造で建設されるが、実際には施工条件、使用条件、立地、環境等がタンク毎に異なるため、運用開始後のタンクには固有のトラブルが発生することが少なくない。本講演では、タンクメーカーの(株)石井鐵工所で講師がこれまで体験したタンクに関するトラブル事例が紹介された。

(3)事例紹介:

事例 底部はめ板溶接部の割れ:

昭和40年代に製造された濃硫酸タンクの底部(材質S S41、板厚12mm)を400mm×500mmに切抜き、新規の板をはめ込んで溶接する、いわゆる「はめ板補修」を行ったところ、4辺の溶接線のうちの1辺に割れが生じ、内容液が漏洩した。割れの断面マクロ試験から、この継手は裏当て無しV開先片側2パス溶接であり、1パス目の溶接金属にはルートギャップを起点とする割れが、2パス目には1パスの割れと異なる時期に生じたと思われる割れが認められた。また表面に割れ

の無い個所でも、深さ7～8mmまでグラインダー研削部すると浸透探傷試験(PT)にて線状指示模様が確認された。

この継手は開先部の裏面に裏当て金を密着させることが困難であり、当て金を使用せずに溶接されていた。また深い溶込みを得るためにルートギャップを大きく取っていた。このため、溶接時には底板裏面の基礎砂をルート部内に巻き込み、基礎砂中の不純物が混入して初層溶接金属に凝固割れを発生させ、この割れを内在したまま長期にわたりタンクを運用したため、高比重貯蔵液(比重約1.8)の液圧変動に伴い残存溶接部に延性破壊をきたしたものと推察された。

事例 浮屋根コンプレッションリング相互継手の割れ:

タンク浮屋根のポンツーン(外周部の浮き箱)とデッキプレートは、コンプレッションリングとよばれる強度部材で接続されている。このコンプレッションリングに対し、消防危険第64号通達に基づく補強工事の一環として、周方向すみ肉溶接の脚長増強を実施したところ、これに直交するコンプレッションリング相互の継手部に割れが生じた。この継手の内部には、大きな内在欠陥(溶込み不足)の存在が確認された。

板厚9mmのコンプレッションリングと、板厚30mmのポンツーンの関係性を想定し、板厚の異なる二枚の円環板をはめ込んで溶接する実験を行った。その結果、コンプレッションとポンツーンのすみ肉溶接を繰り返す度、コンプレッション内部に引張力が作用する事が判明した。また内在欠陥を有する継手の引張試験では、板厚の30%程度の溶込み不足で継手部が局部伸びを生ずることが判った。このことから、建設時より溶接欠陥を内在するコンプレッション相互継手は、周方向すみ肉溶接脚長増強に伴う収縮力と、部材相互の拘束により、局部伸びを生じて割れたものと判断された。

事例 浮屋根デッキ板溶接部の割れ:

一年中風強い海風に曝される海辺に設置された原油備蓄タンクの浮屋根デッキ板相互継手に割れが発生し、デッキ上に原油が漏洩した。デッキ板の板厚は4.5mm、継手形式は重ね片側すみ肉溶接であった。

同様の継手を製作し、重ね部が開く方向の曲げを片振りで繰り返す実験を行ったところ、ルート部を起点とし、のど厚方向に割れの進展を確認した。デッキ板は、風による波打ちによる繰り返し曲げにより割れたものと推察され、またこの補修方法として、ストップホールとパテ埋め補修により一定の効果が得られることを確認した。

事例 タライ廻りすみ肉溶接部の微小な横割れ:

重油タンクの定期解放で、側板と底板の隅角部(たらい廻り)のすみ肉溶接表面に、溶接線に垂直の方向に長さ0.5～2mm程度の微細な横割れが多数検出された。

この割れは「マイクロフィッシャー」としてよく知られている低温割れ(遅れ割れ)であり、一般に、「急冷等による溶接部の硬化」「拡散性水素の含有」「継手の拘束に伴う応力」が重畳して発生すると言われている。タンクのタライ廻りでは、上記とを排除することは困難であるが、項の拡散性水素は、低水素系材料溶接材料の使用、溶接材料の十分な乾燥、予熱の実施、溶接部の清浄化などを行うことで低減する事が可能である。

事例 磁粉探傷試験で検出される疑似模様:

球形タンクの定期解放検査を行ったところ、球殻板の付属品取付部周辺に磁粉探傷試験(MT)の明確な線状指示模様が確認された。

この線状指示模様は、PTで検出されず、また線状指示の両側で異なる金属組織を呈していたことから、透磁率の異なる材質境界部に生ずる漏洩磁束による疑似模様であることが判明した。

事例 加熱された球形タンク球殻板の強度低下:

地震動によって損傷した球形タンクの下部配管よりガスが噴出し、これに着火して火災が発生し、球殻板の塗装が一部焼損した。鋼板の材質はSPV490(圧力容器用鋼板:調質鋼)であった。

SPV490を様々な温度で加熱・空冷する実験を行ったところ、650度以上の加熱で、表面塗膜(ジンクリッチプライマー)の色彩変化、表面組織の再結晶、硬度の急激な低下、引張強度の低下を確認した。これにより、当該球形タンクの塗膜焼損部は、火災時に650度を大きく上回る高温となっていたことが判明し、本来の鋼板性能が失われているため、これまで通りの運転条件を満足しないと判断した。

事例 コーティングされたタンク底板の孔食:

耐熱コーティングされた潤滑油タンク底部内面に、塗膜の膨れ(プリスター)が加熱コイルの直下に多数点在し、そこ

に孔食が発生していた。底板の裏面側は直接基礎に接し、また内面側は加熱コイルで高温加熱されるため、内部底板上のドレン(水分)は沸騰状態となっていたことが予想された。

このような場合、水蒸気拡散により塗膜内へ水分が浸入し、塗膜と鋼板表面に層間剥離を生じてブリストアを形成することが知られている。またブリストアが何らかの原因で破壊されて鋼板表面が局部的に露出し、低Phの内容液にさらされれば、その部分が集中的に腐食し、孔食に成長すると考えられる。

事例 ステンレス製インナーフロートデッキの孔食

通年強い海風に曝される場所に建設された、ステンレス(SUS304)製の内部浮屋根(インナーフロート)を有するタンクにて、浮屋根のデッキ表面に貫通した孔食が発見された。孔食はタンク上部の通気口直下に多く分布しており、孔食の近傍には黒色の異物が付着していた。

孔食近傍の異物の塩分濃度を計測した結果、海水の約十倍の塩分濃度であることが判った。ルーフベントから海水の飛沫や雨水が吹き込み、デッキ上の砂塵等が吸湿・蒸発を繰り返して塩分が濃縮され、これに接触していた部分で局部的にステンレス表面の不動態被膜が失われたものと推定した。

(3)トラブル調査への取組み

講師はまとめとして、タンクのトラブル調査への取組みについて述べた。

タンクのトラブル調査は、限られた時間内で、実施すべき検査と実施順序を的確に判断することが重要である。このため調査員は、「金属の知識」「検査の技量」「体力と精神力」を駆使し、現地に残された僅かな証拠を元に原因または支配的要因を特定する「探偵」であるべきと考える。今後も、優秀な「金属探偵」となる為、日々精進する所存である。

2. 部会案内、見学会、他：(報告：山崎 宏 理事)
3. 理事会報告：地域本部長の委嘱、関東甲信地域の県支部長の選任、部会長の委嘱及び技術士業務報酬手引きの廃止について報告された。(報告：山崎 宏 理事)
4. 報告事項(敬称略)
 - (1)倫理委員会(報告：小林経明委員)
 - (2)研修委員会(報告：渡邊喜夫委員)
 - (3)CPD実行委員会(報告：笹口裕昭委員長)
 - (4)社会貢献委員会(報告：新井田有慶委員)
 - (5)地域産業活性化支援実行委員会(芝崎 誠委員)
 - (6)YES Metals!の状況(報告：野村晃平)

5. 次回予定

8月は定例会が有りません。

平成25年 8月 幹事会

平成25年8月21日(水) 18時～20時30分
場所：ニューオータニ東京 ももきりの間 (大崎駅前)

平成25年 9月 部会

平成25年9月18日(水) 18時～20時30分
場所：(公益社)日本技術士会 会議室 (葺手第2ビル5階) 予定
講演：講師：「西川聡氏」〔工学博士〕一般財団法人 発電設備技術検査協会
溶接・非破壊検査技術センター 研究グループ
演題：「火力原子力発電プラント溶接部の健全性評価」

以上