

製造・工事・設備

ブイシステム定期点検工事（平成 25 年度）の施工報告

荒川 英士*

Eiji Arakawa



林 武士**

Takeshi Hayashi



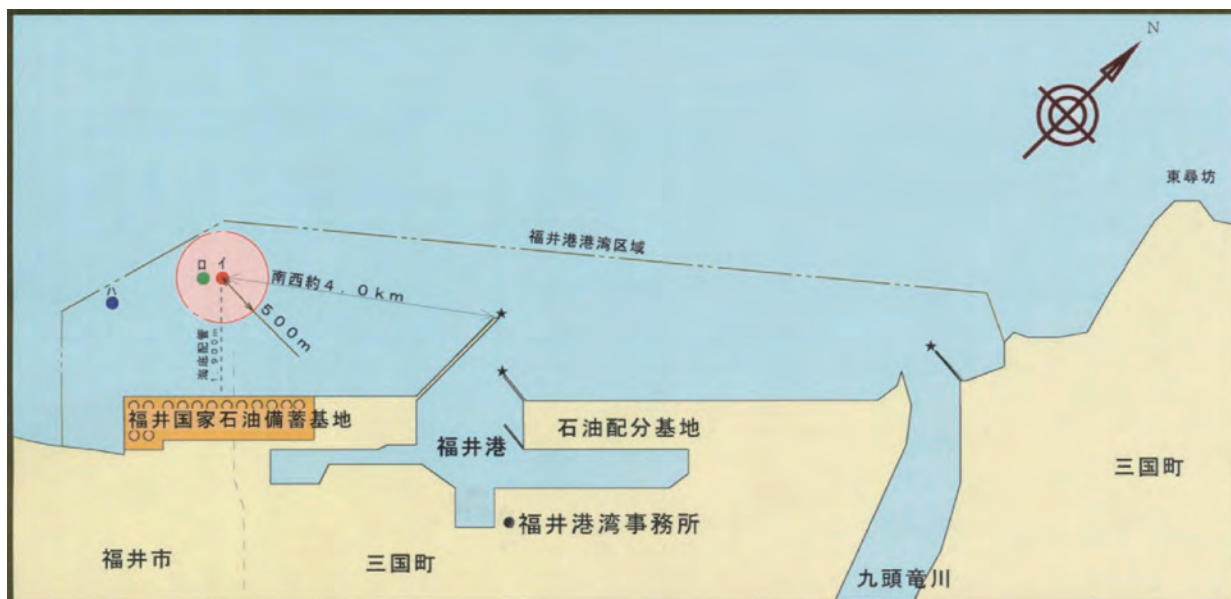
本工事は、福井国家石油備蓄基地に設置されている一点係留ブイシステム（Single Point Mooring 略称:SPM）の定期点検工事である。国家石油備蓄基地とは、石油タンクに原油を保管し、万一石油危機が起こった場合に緊急放出する役目を担う重要な施設で、現在、日本の国内消費の 110 日分に相当する原油（一部製品含む）を国内に備蓄している。今回、定期点検を行ったブイシステムは、福井県沖に設置してあるもので、石油タンカーからの原油を受け入れる重要な設備である。これまで 1990 年から約 5 年毎に定期点検を行っており、今回で 5 回目の定期点検になった。その工事内容について報告する。

1. 設備概要

福井国家石油備蓄基地の設備は一点係留ブイシステムと呼ばれ、その中でも SALM 方式(Single Anchor Leg Mooring)に分類されている。

一点係留ブイシステムは福井県にある福井国家石油備蓄基地から約 1.9km 沖合、海拔-45m の海底に設置されている。
(第 1 図 イの位置)

設備の概要について、原油の受け払い時の海域設備イメージ図（第 2 図）で説明する。図の左奥にあるものが、陸上の原油タンクである。その陸上タンクから海底配管が敷設してあり、フルイドスイベルへ接続される。このフルイドスイベルには一点係留ブイが接続され、またブイには原油船が係留（最大 30 万トンクラスの原油船まで係留可



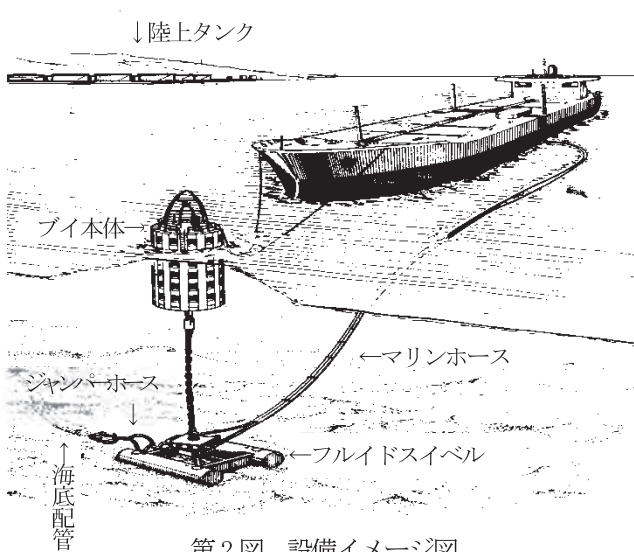
第 1 図 配置図

原稿受理日：July 31, 2014

*株式会社名村造船所 生産業務本部 品質保証部 鉄構検査グループ

**株式会社名村造船所 生産業務本部 品質保証部 塗装検査グループ

能）される。原油船とフルイドスイベルは、マリンホースで接続し、原油の受け払いを実施するものである。



第2図 設備イメージ図

2. 定期点検履歴

この工事の定期点検は、構造物の大きさ・重量や、メンテナンス内容の特殊性から、建設以来、元請のJX エンジニアリング(株)が弊社に発注し、行われている。(第1表)

第1表 定期点検履歴

点検年	施工体制 (施主:FOSCO)
1990 年(平成 2 年) 第 1 回	元請(KEC) → 施工(名村) 技術支援(M/S)
1995 年(平成 7 年) 第 2 回	元請(KEC) 下請(MODEC) → 施工(名村) 技術支援(SOF)
2001 年(平成 13 年) 第 3 回	元請(KEC) 下請(MODEC) → 施工(名村) 技術支援(SOF)
2007 年(平成 19 年) 第 4 回	元請(日陽) → 施工(名村) 技術支援(SOF)
2013 年(平成 25 年) 第 5 回	元請(JXE) → 施工(名村) 技術支援(SOF)

注) FOSCO:福井石油備蓄(株)

KEC:鹿島エンジニアリング(株) (現:JXE)

日陽:日陽エンジニアリング(株) (現:JXE)

JXE:JXエンジニアリング(株) SOF:SOPEC(メーカ;米国)

MODEC:三井海洋開発(株) 名村:弊社

M/S:MODEC/SOFEC

(敬称略)

3. 本設備の使用状況

本設備は、石油輸入の危機的状況が発生した場合に、石油タンクの原油を払い出すために使用される。過去にはそのような状況は発生していないが、万が一の事態に備え、設備を万全の状態にするために本工事が行われる。また、数年に1回、訓練を目的とした原油の払い出し、受け入れの為、本設備が使用される。

4. 工事内容

設備の全体としては下記5項目の工事内容が数年～数十年毎に実施される。

1. マリンホース取付・取外工事 (原油荷役毎)
2. ジャンパーホース定期点検工事 (1回/5年)
3. ブイシステム定期点検工事 (1回/5年)
4. ブイシステム復旧工事 (1回/5年)
5. 海底配管検査工事 (1回/12年)

上記の3.が弊社の施工範囲となる。主要な内容を第2表に示す。

第2表 ブイシステム定期点検工事主要内容

部 位	項 目
ブイ本体	・準備工 ・付属品等取外し及び整備 ・ブイ本体の検査 ・ブイ本体の整備 ・塗装
フルイドスイベル	・分解前回転試験 ・フルイドスイベルの分解 ・分解部品の検査 ・部品毎の整備 ・スイベルジョイントの組立 ・スイベルジョイント単体回転試験 ・フルイドスイベルの組立 ・フルイドスイベルの最終性能試験 ・塗装
Uジョイント	・取外し ・検査 ・整備及び補修 ・組立 ・ブイ側Uジョイントの再取付け ・塗装
チェーンスイベル	・分解 ・分解部品の検査 ・部品毎の整備 ・組立 ・塗装

4. 1 ブイ本体の整備

【用途】

ブイ本体は、係留船のための目印であり、また、付近を航海する船に対して注意を促すためのもので、デッキ面には、標識灯・音響信号機・レーダリフレクター（航海用レーダー反射器）を装備している。

【点検・整備】

搬入時(写真 1)には牡蠣殻が付着しているため、高圧洗浄機で付着物を除去し洗浄する。その後、付属品（防舷材・アノード・梯子・デッキ面取付部品）をすべて取り外し、各々の規定された手入れ・検査を行う。(写真2) 陽極板は、全数取り外した後、重量を計測し、規定重量に満たないものは交換を行う。(写真3)

また、主要溶接部の全線を対象に磁粉探傷試験(写真4)を実施し、問題箇所の確認を行い、必要に応じ補修を施し、塗装(写真5)、気密試験(写真6)、再組立となる。可動部は、塗装後に作動試験(写真7)を行う。



写真1 ブイ本体の搬入状況



写真2 防舷材手入れ状況



写真3 陽極板重量計測状況



写真4 磁粉探傷試験状況



写真5 塗装状況



写真6 気密試験状況

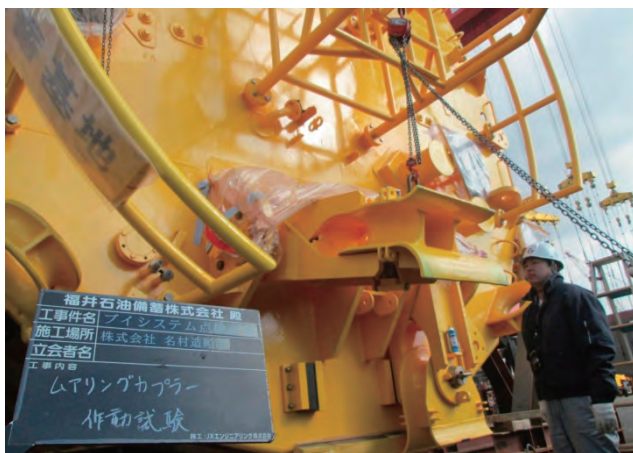


写真7 ムアリングカプラー作動試験

4. 2 フルイドスイベルの整備

フルイドスイベルの整備は、本工事の最も重要な要素を占める。その理由として、設置・引き揚げの労力もあるが、やはり海底設置後の油漏れの危険性が挙げられる。万が一にも油漏れが発生すれば設備は使用できず、海洋汚染等の重大な問題となるからである。また、過去5年間の設備の状態で、この先の使用に問題ないことを調査できる5年に一度の貴重な機会であり、陸上で出来る限りの点検を行う。検査対象物のほとんどが客先立会で、分解・組立時は、客先やメーカ共、緊迫した状況での作業であった。

【用途】

フルイドスイベルは海底のベースに固定され、ジャンパーホースを経由して海底配管に接続される。そして、上下をベアリングで挟まれたカーゴハウジングの配管に係留船からマリンホースが接続される。そのため、カーゴハウジングは 360° 回転できる構造で、且つ、内部を通る液体の漏洩がないものであることが必要とされる。

【点検・整備】

- ・搬入時、ブイ本体と同様に牡蠣殻等を除去し、外観ダメージの有無を確認した。(写真8)



写真8 フルイドスイベル搬入状況

- ・分解前回転試験 (写真9)
 - ベアリングの回転状況 (回転トルク値)
 - 規定圧力で摺動部からの漏れ検査
 - 稼働に問題なかったかの調査



写真9 分解前回転試験

- ・分解(写真10)
- ・スイベルジョイント内部消耗状況確認(写真11)
- ・スイベルジョイントの各種検査(部材寸法、非破壊試験、表面粗さ計測、外観検査)(写真12)
- ・配管、20B ボール弁の点検(作動試験・気密試験・非破壊試験)(写真13)
- ・スイベルジョイント単体の組立 (写真14)
 - 施工状況にも問題ないか、各種項目に厳しいチェックが入る。
- ・単体回転試験 (写真15)

- ・塗装/総組立(写真16)
- ・最終性能試験(写真17)

分解時、組立時とも当て傷等が入らない様に、細心の注意を払いながらの作業であった。



写真10 分解状況



写真11 スイベルジョイント分解



写真12 スイベルジョイント部品の検査状況



写真13 20B ボール弁作動試験



写真14 スイベルジョイント単体の組立
「シール材組込状況」



写真15 単体回転試験

回転試験は、ターンテーブルにスイベルジョイントを固定し、回転させる。U. FLG側を供回りしない様にワイヤーで引っ張り、ワイヤーに取り付けたトルクゲージから回転時にかかるトルク値を測定。基準値以下であることを確認した。



写真 16 総組立状況

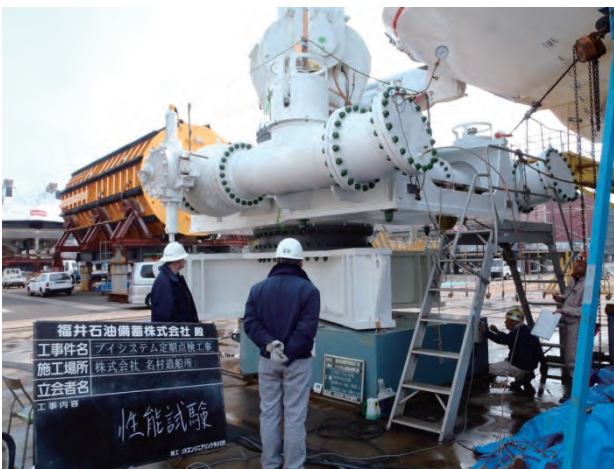
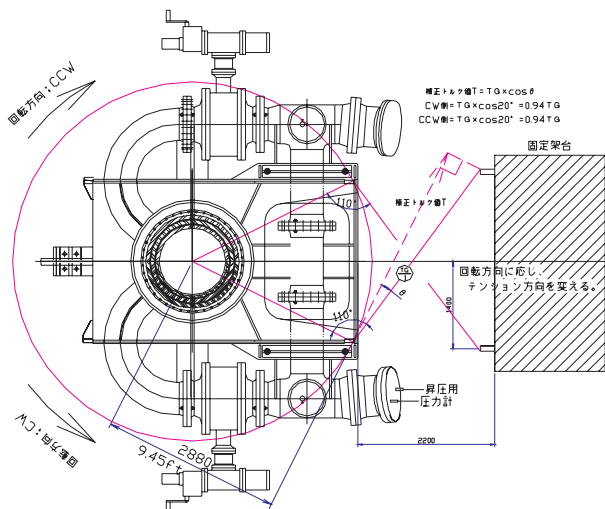


写真 17 最終性能試験

平面図



第 3 図 性能試験 E.F.D

最終性能試験では、規定圧力を段階的に設定し(最大 375psi)静止耐圧/回転時トルク、漏れ量(シール 1m 毎 5cc/hr)の確認を行う。単体試験同様に、ターンテーブル

に固定し、本体を 0.1rpm の速度で回転し、カーゴハウジングが供回りしない様にワイヤーで固定。ワイヤーにかかるトルク値の計測を行った。(第 3 図)。結果は、すべての項目において十分に満足できる内容であった。

4. 3 U ジョイントの整備

フルイドスイベルとブイ本体をアンカーレグチェーンで接続したときに、潮流の変動に対応するため、前後左右に可動できるように軸を各 2 本有したジョイントである。ピンの材質は、モネル材を表面にコーティングしたものと、ブッシュは UNS C95800 (船舶プロペラと同材) のため、基本的には、ブッシュ側がダメージを受けるようにしてあり、点検工事毎に交換するが、モネル材面も電食とみられる減肉が見られたため、各軸受けとも、部分的に肉盛補修と機械加工により整備を行った。

【点検・整備】

- ・軸ピン分解整備 (写真 18)
- ・軸受部ブッシュ取外 (写真 19)

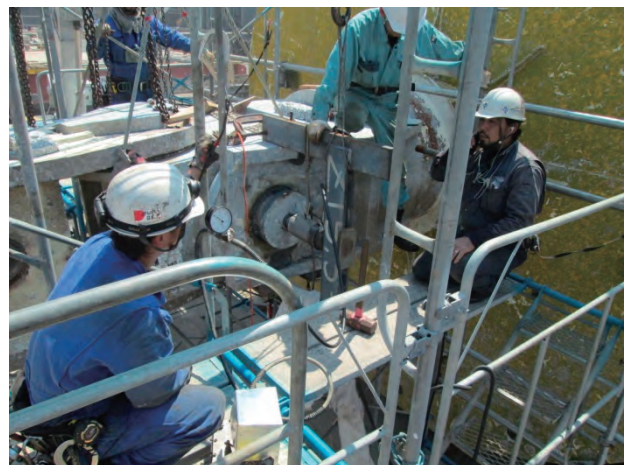


写真 18 軸ピン抜取状況



写真 19 軸受ブッシュ抜取状況

- ・5年間の経年変化や電食等による軸受部腐食状況確認(写真20)
- ・軸受側の減肉部 肉盛補修/ボーリング加工(写真21, 22)
- ・軸ピンの減肉部 肉盛補修/機械加工(写真23, 24)
→腐食部をグラインダーで除去後、ティグ溶接により肉盛補修を行い、その後機械加工を行った。



写真 20 軸受部腐食状況



写真 23 軸ピンの溶接補修状況



写真 21 溶接補修状況



写真 24 軸ピンの機械加工状況



写真 22 肉盛溶接後、ボーリング加工



写真 25 補修後、非破壊検査状況

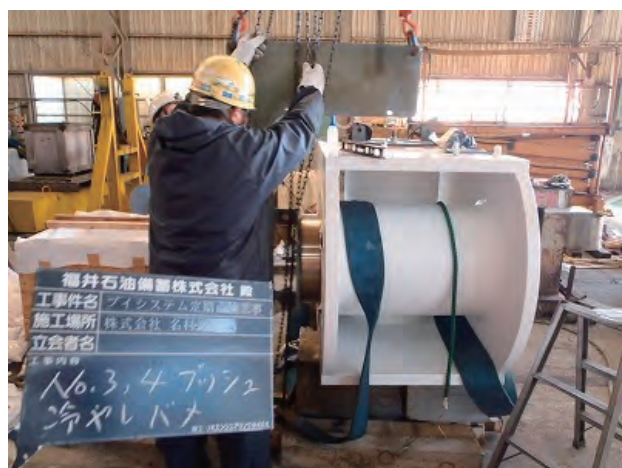


写真 26 ブッシュ冷やし嵌め状況



写真 27 整備後の軸受状況

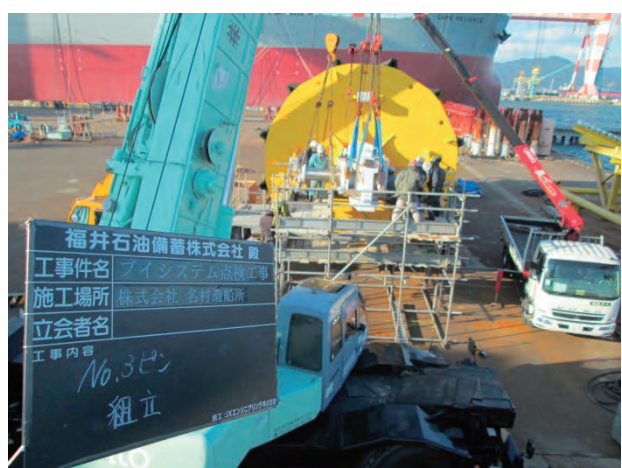


写真 28 Uジョイント組立状況

4. 4 チェーンスィベルの整備

【用途】

チェーンスィベルは、ブイ本体とフルイドスィベルを連結するアンカーレグチェーンに取り付けられ、ブイ本体が潮流により回転した場合にチェーンのねじれを防止するた

めのものである。

【点検・整備】

- ・搬入時、外観確認（写真 29）
- ・分解、整備
- ・各種検査（写真 30）
- ・部品交換（写真 31）



写真 29 搬入時外観



写真 30 非破壊検査状況



写真 31 チェーンスィベル胴体内部のベアリング入替

- ・組立 (写真 32), オイル充填
- ・回転試験 (写真 33)
- ・塗装 (写真 34)



写真 32 組立状況



写真 33 回転試験状況



写真 34 塗装状況

5. 点検工事完了

機能・外観とも問題ない状態が確認され、ブイ本体は、トップ面に付属品を取付け(写真 35)、防舷材や陽極板等を現状復帰し(写真 36)、フルイドスイベルにおいても、検査項目をすべてクリアし整備を完了することが出来た。(写真 37)



写真 35 ブイ本体整備完了(トップ面側)



写真 36 ブイ本体整備完了(下面側)



写真 37 フルイドスイベル整備完了

6. 今後の展開

これまで、初回の点検工事から 23 年間経過するが、現地でもトラブルは発生していない。この工事に携わった歴代の諸先輩方の苦勞の賜物と思う。また、主要部品は、建設後 25 年以上経過しているものの、定期点検毎にきちんと整備・管理されているため、この先 5 年も十分耐えられる状態である。

点検工事は、交換部品と再使用部品を、部品の痛み状況や使用年数・検査結果をもとに判断するため、点検結果次第では大幅な仕様変更も考えられ、柔軟な対応が必要である。毎回の工事内容が異なるところがこの工事の特徴である。

昨今の経済事情・建設事情を鑑みると、今後は、船舶/橋梁に限らずいろいろな方面でメンテナンス業によるコストを抑えた延命対策が必要となってくる。弊社の立地条件・整備内容の特異性、広い知識と経験を持った経験者が集まり、本件の継続受注はもちろんのこと、類似案件にも積極的に対応していく所存である。

7. 結言

今後 5 年間に、万が一石油危機が起こった場合に、問題なく稼働してくれることを願い、締め言葉とする。

謝辞

本工事は、約 8 か月間でしたが、いろいろな部署より多大なる協力を得て完了することが出来ましたこと、この場を借りて御礼申し上げます。