

石油プラント向けバタフライ弁の現地試運転報告

Construction Report on Butterfly Valves for Petrochemical Complex

玉木健嗣*

Kenji Tamaki

当社では、中近東の石油プラント向けに、呼び径 ϕ 750～ ϕ 3,500 バタフライ弁を約200台納入した。本誌, No.54¹⁾では、バルブの概要、強度検討および油圧操作機の検討など本プロジェクトの概要を報告した。本稿ではその続報として、主に油圧式逆止バタフライ弁納入時における、現地試運転を行った際の概要を報告する。

About two hundred butterfly valves of diameters from 750 to 3,500 mm were delivered to a petrochemical plant in the Middle East. In report No.54¹⁾, the general outline of the valves, the results of strength calculations and technological studies of hydraulic butterfly valve were reported. This paper gives a follow-up report on mainly field tests that were done at the time hydraulic combined check valves were delivered.

1. はじめに

国内需要は減少傾向にある大型バタフライ弁ではあるが、海外では石油化学、発電、海水淡水化など各種プラント向けに依然としてその需要は多い。この度、当社では中近東の石油化学プラント向けに呼び径 ϕ 750～ ϕ 3,500バタフライ弁約200台を納入した。

本プロジェクトは、石油化学プラントにおいてポンプ設備、冷却水設備および熱交換器設備に使用するバルブを製作したものである。今回納入したバルブの機種および呼び径を表1に示す。

本稿では油圧式逆止バタフライ弁を中心に現地試運転の概要を報告する。

表1 バルブの機種と呼び径

機種	呼び径	台数(台)
手動式 バタフライ弁	ϕ 750 ～ ϕ 1,000	120
	ϕ 1,000 ～ ϕ 2,000	40
	ϕ 2,000 ～ ϕ 3,500	10
油圧式逆止 バタフライ弁	ϕ 1,000 ～ ϕ 2,000	25
	ϕ 3,500	3

2. バルブの概要

2.1 本体構造

今回納入したバルブの構造を図1に示す。バルブの機種としてはバタフライ弁であり、弁箱は両端に配管するためのフランジを備えたパイプ状の弁胴と、弁棒を支えるための弁箱ボスから構成される。弁体は4枚の天板で

補強された近似レンズ形状となっており、弁棒とリーマピンで連結され、弁棒が90度回転することで弁体が回転し、弁箱シートと弁体シートの密着で水密を保持する。本バルブが設置される配管内の流体は海水であるため、接水箇所である弁箱内面と弁体外面には全面ゴムライニングを施し、完全防食を可能としている。駆動は仕様に応じて手動減速機と油圧シリンダを使用しているが、バタフライ弁本体の構造は同一のものである。

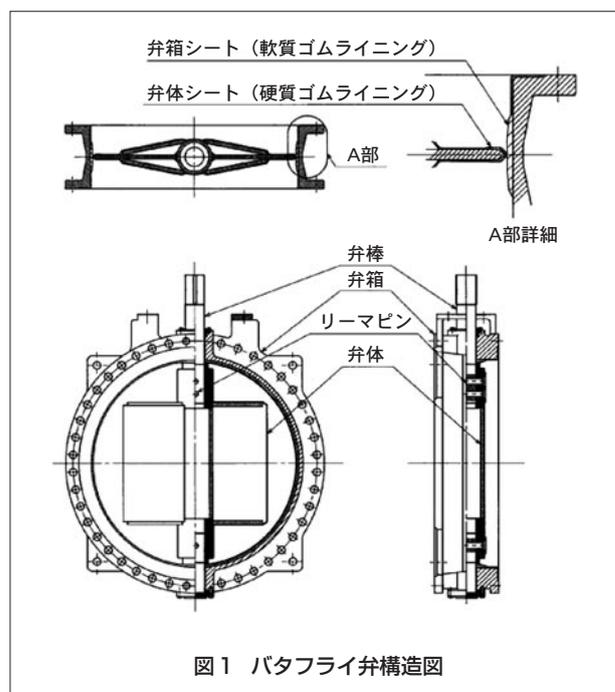


図1 バタフライ弁構造図

* バルブ事業部 製造部

2.2 油圧式逆止バタフライ弁仕様

図2のポンプ設備レイアウトに本工事の中のひとつであるポンプ設備でのバルブ配置状況を示す。

従来ポンプステーションにはポンプトリップなどの緊急時の逆流を防止するために逆止弁、もしくは油圧式逆止バタフライ弁が設置されることが多い。本工事でもポンプの吐出直後に油圧式逆止バタフライ弁が採用され、その下流側にメンテナンス用として手動式バタフライ弁が設置されている。

通常、逆止バタフライ弁には緊急遮断機能が付いており、緊急時に遮断信号を受信することでカウンタウエイトの自重落下、つまり無動力でバルブを全閉にすることが要求される。

カウンタウエイトによる閉時間は、一般に30～60秒程度であるが、今回の油圧式逆止バタフライ弁については、ポンプの送水管が長くかつ水頭圧が高く、ポンプトリップ時の逆流加速度が大きくなるため、緊急遮断時の閉時間を3.5秒とする指定があった。そのため従来のカウンタウエイトによる自重落下だけでは、急閉に対応できない。そこでその方策として、油圧ユニットにアキュムレータを搭載することで、遮断信号を受信時にカウンタウエイトの自重落下に加え、アキュムレータに蓄圧している油圧を開放して3.5秒での急閉を可能としている。油圧式逆止バタフライ弁の内、代表としてφ3,500のバルブ仕様を表2に示す。

3. 工事報告

3.1 現地概況

本工事の施工現場は中近東ペルシャ湾沿岸部ではあるが、年間を通じ降雨のほとんど無い砂漠地帯である。日中は40℃程度まで気温が上がる猛暑の中で建設工事が進められていた。バルブの試運転を行う段階は通常、設備工事の完了後であるが、全体の進捗の遅れがあり、建設工事と平行しての機器運転試験の実施が要求された。

表2 バルブ仕様

名称	φ3,500BT-BS 型逆止バタフライ弁 (全面ゴムライニング型)
使用圧力	0.7MPa
流体	海水
主要部品材質	弁箱：SS400 弁体：SS400 弁棒：SUS329J3L 弁箱シート：軟質ゴムライニング (CR) 弁体シート：硬質ゴムライニング (HNR)
操作方式	油圧式
開閉時間	通常開：80秒 (2段階スピード) 通常閉：80秒 (2段階スピード) 緊急閉：3.5～8秒 (動作速度はすべて調整可能)

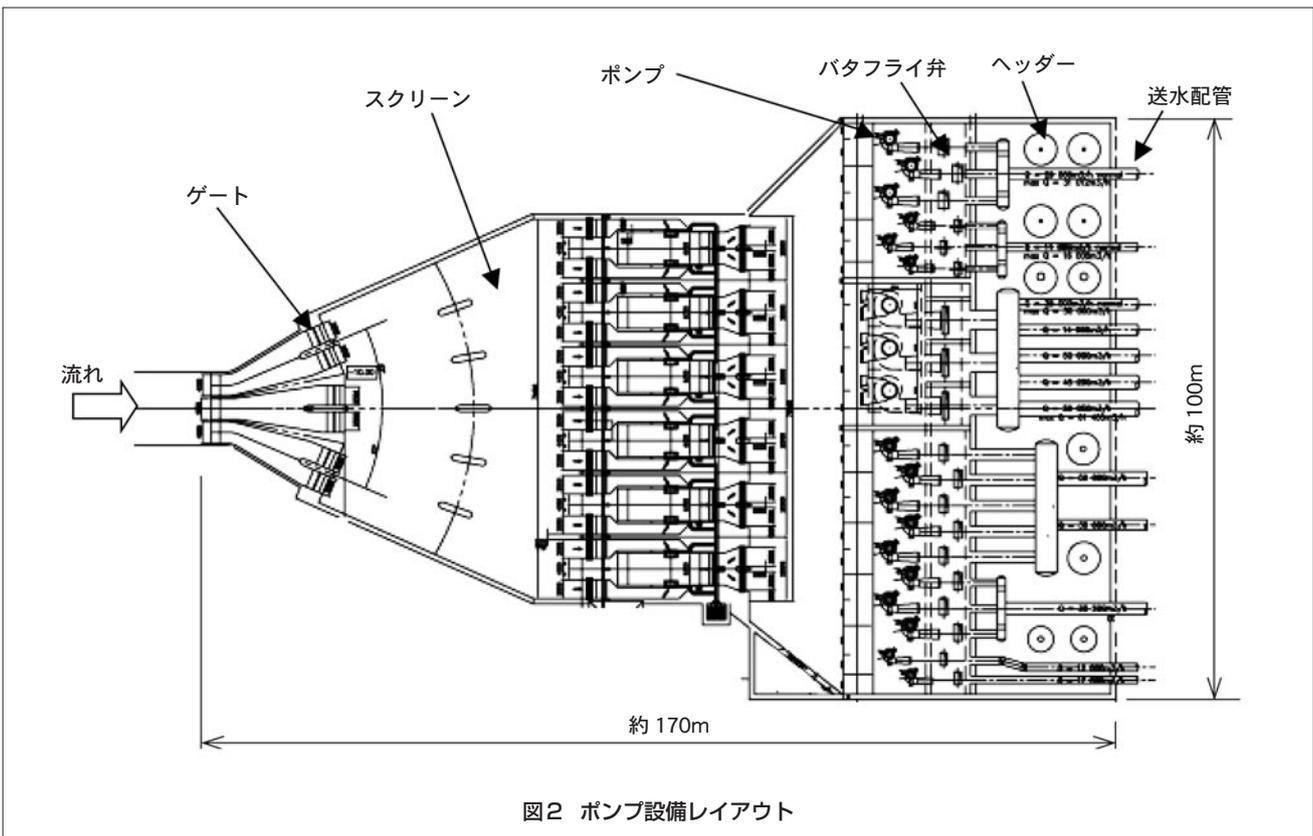
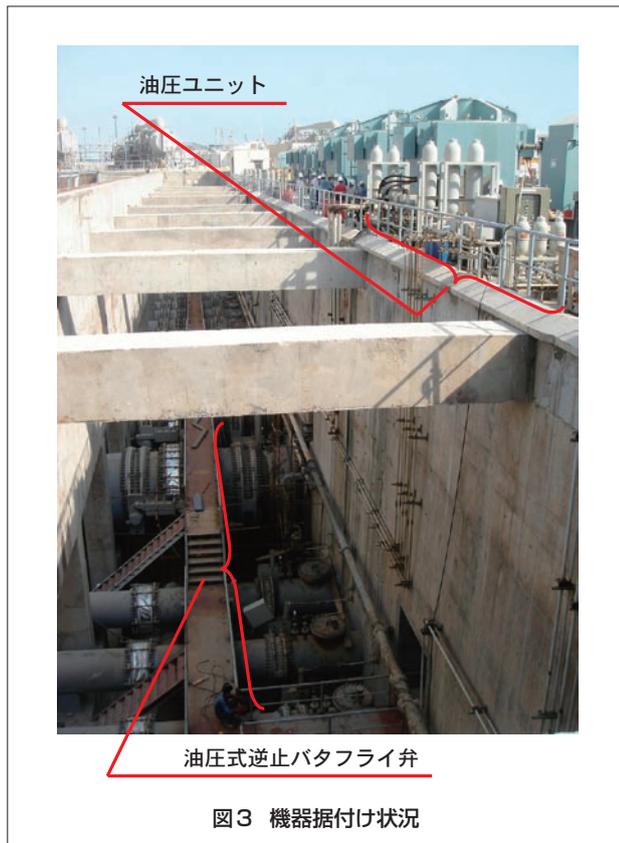


図2 ポンプ設備レイアウト

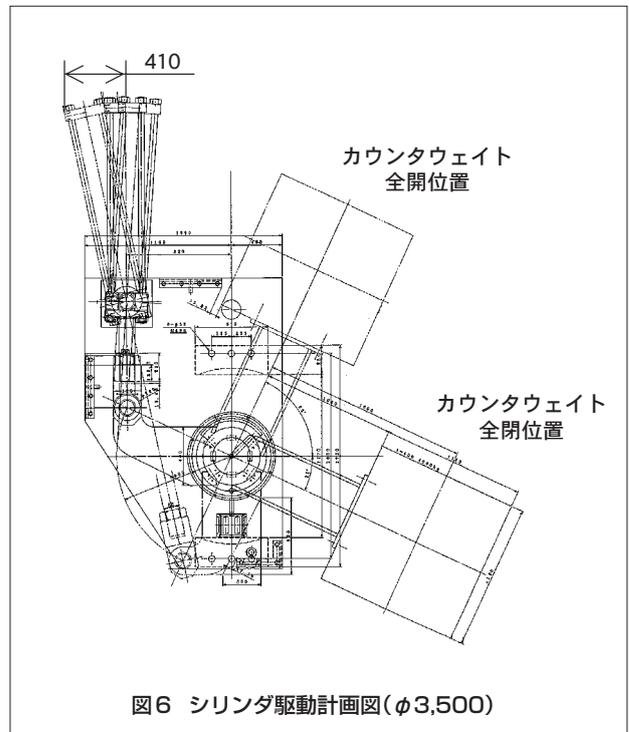
3.2 機器据付け

油圧式逆止バタフライ弁を運用する際の構成としては、「バルブ本体」と駆動源となる「油圧ユニット」、さらにそれらをつなぐ「油圧配管」からなる。本工事のポンプ設備では、採用されているメインポンプが縦型ポンプであり、ポンプ吐出配管が地下約30mに位置するため、地下に据付けられた「バルブ本体」へ地上の「油圧ユニット」から「油圧配管」を下ろして接続させている。機器据付け状況を図3、4に示す。

油圧配管の施工に当たっては現合での配管とし、図5のような現場溶接とねじ込み継手を組合わせて接合すると共に、サポートについても適宜配置して施工した。



またバルブ本体のシリンダはバルブの開閉動作に従い前後に揺動する構造となっている。シリンダ油圧ポートの移動量はφ3,500の逆止バタフライ弁では図6のように410mmに達する。そのため油圧配管とシリンダとの接合部分では図7のように可とう性を備えたフレキシブルチューブを使用している。



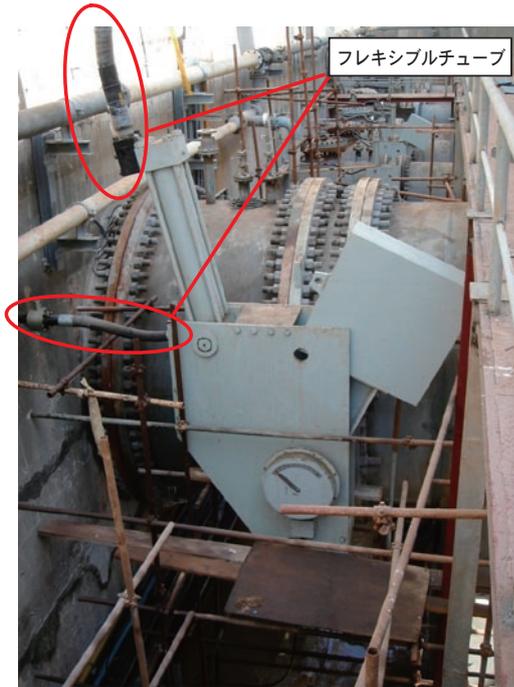


図7 シリンダ接続部写真(φ3,500)

3.3 油圧配管の品質管理

油圧配管接合箇所の品質管理は耐圧試験により行った。耐圧試験は2種類の方法で行い、一つは100psi(約0.7MPa)の空気圧による漏洩検査の実施。その後、仕様圧力の約1.5倍となる4500psi(約30MPa)の油圧により耐圧力の検査を行った。共に30分以上の圧力保持を行い健全性を確認した。

また油圧ユニットに使用されている作動油中にごみの粒子が混入すると、油圧ポンプの摩耗や電磁弁などの各機器に作動不良が生じる恐れがある。そのため、油圧ユニットに接続される油圧配管は一定以上の清浄度を保つ必要があり、洗浄油によるフラッシング後に油圧配管単独の清浄度を確認した。清浄度については単位油量中のごみ粒子の数と大きさで等級分けをしているNAS(National Aerospace Standard: USA)(表3参照)にて管理した。基準値として油圧ユニットの要求レベルNAS12級に対し、フラッシング後の油圧配管単独の清浄度はNAS9級を満たすこととした。

表3 NAS汚染基準(係数法) 100ml中の粒子個数

サイズ分類 μm	級 (NAS1638)				
	8	9	10	11	12
5 ~ 15	64,000	128,000	256,000	512,000	1,024,000
5 ~ 25	11,400	22,800	45,600	91,200	182,400
25 ~ 50	2,025	4,050	8,100	16,200	32,400
50 ~ 100	360	720	1,440	2,880	5,760
100 以上	64	128	256	512	1,024



図8 フラッシング 清浄度確認状況写真

3.4 ユニット起動

本工事の油圧ユニットは1台で3台のバルブを制御する仕様となっているが、現地工期の関係上、配管が完了したラインから順次試運転を行う必要が生じた。そのため、ユニットの各ポートに設けたストップバルブのうち、未配管のラインはそれを全閉すると共に、未配管ラインへの圧力切り替えを行う電磁弁を動作させるリレーを取り外すことでダブルセーフとし、誤操作時の安全を確保することに留意した。図9に油圧ユニット設置状況を示す。



図9 油圧ユニット(φ1,800バタフライ弁)

油圧配管ラインのエア抜きについては、駆動用シリンダのエア抜きバルブのほかに、ライン中の頂部へエア抜き用バルブを設け、初期の充圧時からのエアの混入を可能な限り防止する事とした。



図10 油圧配管エア抜き用バルブ

3.5 試運転

バルブの試運転に当たっては、まず油圧ユニットの起動を行う。工場出荷時に設定済みであるが万一の動作異常に備え、ユニットーバルブ間のポート弁を全閉にしてバルブが動かない状態で、油圧ユニットを起動させる。その状態で油圧ユニットのポンプ吐出圧力、各ラインに設けられている圧力スイッチの設定圧力およびリリーフ弁の設定圧力の確認を行う。

その後、全閉にしていたポート弁を開き、エアを抜きながらラインへ充圧し、バルブの作動を開始させる。バルブ作動確認ではまず寸動動作にて弁の動作方向の確認を行い、そのまま各部の干渉の有無を確認しながら全ストロークの動作を確認する。そして全開・全閉位置リミットスイッチの設定確認を行った後、開閉動作の速度確認を実施する。動作速度についても工場試験時に設定済みであるが、急速閉動作時は大きなウェイト（φ3,500のバルブであれば約4,000kgの質量）を3.5秒の間に全開位置から全閉位置まで振り下ろす動作をするため、一旦動作速度を十分に遅くし、ウェイトの取付状態や駆動部・油圧配管の状況を確認しながら動作速度を徐々に上げていき、速度調整・動作確認を行い記録を行った。

バルブ単体での試運転後はポンプ設備の試運転として、

- ・主ポンプの起動に併せてのバルブ連動運転
- ・主ポンプ連続運転状態での弁開度保持確認
- ・主ポンプの停止操作に伴うバルブ閉動作確認
- ・主ポンプ運転状態からの緊急停止に伴うバルブの緊急遮断操作

のように主ポンプの機能確認とあわせてバルブの連動運転状態の確認を行い、良好な動作を確認した。

4. おわりに

本試運転は平成18年5月から7月にかけて行ったが、機器設置工事や配管工事の遅れにより、油圧式バタフライ弁28台中14台、油圧ユニット10台中6台の完了にと

どまった。残工事分の試運転については実施分で試験要領を確立することにより、現地施工会社に委託している。しかしながら、工事完了部分については要求機能を十分満足することが確認でき、顧客からの高い信頼を得ることができた。今後も海外での需要に応えるため、このような過酷な環境下への納入、工事が見込まれるが、本工事での設計や施工の経験や技術はそれらに活かせるものであると考える。

参考文献

- 1) 中村勝彦、丸井佳博：石油プラント向けバタフライ弁のプロジェクト報告、栗本技報、No.54(2006)pp 6-11

執筆者

玉木健嗣

平成8年入社

バルブの品質管理を経て製造に従事

