

三井千葉設計の誕生から超自動化船の設計まで

宮脇 直樹

1. はじめに

私が三井造船に入社したのは1962年（S37）でした。最初は玉野造船設計部に配属され、艀装設計でタンカーのパイピング計画やその基礎となる部品の流体抵抗計測実験、また当時タンカーの乗組員数を削減する目的で自動化が始まった頃でしたが荷役装置の遠隔操作装置、消火設備計画などを担当しておりました。入社当時は大不況で船台にペンペン草が生えると言われる状況でしたが、翌年からは大変忙しくなりタンカーもだんだん大型になってきました。

そうした1965年（S40）のある日、上司から千葉設計への転勤を言われ、新しい職場に興味をもって私は即座に承諾しました。当時結婚したばかりでしたが帰宅してそのことを家内に話したところ、私に相談しないで決めてしまったと怒られたことを思い出します。

1966年（S41）7月、千葉へ移りました。秋葉原からは各駅停車の電車で千葉まで行き、千葉から会社最寄駅である八幡宿へは蒸気機関車が引く「汽車」でした。辰巳台に会社の社宅があり、新築のアパートに入れてもらいました。当時の千葉設計は浜田氏（故人）が部長を、また私の配属された艀装設計第1課（後の船装設計課）は月岡氏（故人）が課長でした。工場は1962年（S37）に操業を開始していましたが、設計部隊は1965年（S40）に第1期生が玉野から転勤しこれに新人を加え構成されていました。当時の同課は総勢60人くらいでしたでしょうか。設計の建物は2階建てで、拡張工事中でした。中心メンバーは玉野から転勤した技術者で設計室の中は玉野弁が溢れており、千葉へ来たという雰囲気ではありませんでした。仕事は大変な多忙で、初心者が大半であったこともありその日の仕事に追われていました。明日工場で作る管の一品図を何とか夜半に完成して出図してから帰宅するというような状況が続いていました。当時、土曜日は出勤でしたし、朝は1時間早出勤というのが普通でした。それでもみんな一生懸命精出していました。こんな状態でし

たから図面のミスも多く、現場には随分と迷惑をかけました。上司はスケジュールや人の確保に必死だったと思います。

埋立地に作られた工場ですから、風が吹くと全く先が見えなくなるほど黄色の砂塵が立ち、設計室の中まで砂が入り込み図面の上が砂でざらざらになります。そう言えばあの頃は無闇に風が吹いていました。関西育ちの私は風が耳にあたりいつも耳鳴りがしているような気がしていたのを思い出します。最近では工場内に多くの緑が育ち、かなりの大木に成長していますから、砂塵が舞い上がることはありません。



写真1 操業開始当時の千葉事業所

辰巳台は工場から6kmほど東にあり、京葉工業地帯に進出した大企業の社宅が建設されました。写真2は1965年（S40）頃と思われるが、三井造船の辰巳台西社宅ができかけたころのものです。冬は積雪することもあり、辰巳台団地は丘の上にあることから雪道ではバスも運行できず、通勤はたいへんでした。最近では温暖化のせいほとんど雪が降りませんが当時は毎冬、1,2回は雪が積もっていたように思います。ある日休日出勤で机に向かい仕事をしていると昼前になり事務係の人が「雪が降っているよ」というので外を見るとすでにかかなり積もっています。バスは運休になったというので仕方なく夕方みんなで辰巳台団地まで徒

歩で帰ったこともありましたが、当時は自家用車を持っている人は少なく、ほとんどの人はバスか自転車で通勤していました。

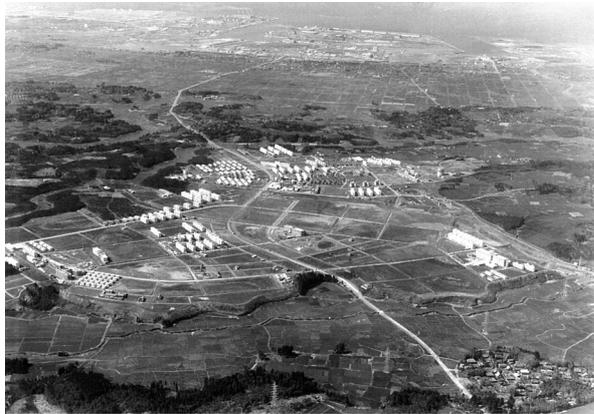


写真2 1965年（S40）頃の辰巳台団地

辰巳台団地は私も15年ほど住みましたが、木々に囲まれ緑の美しい明るい町でした。夏でも夜は涼しい風があり、扇風機もほとんど必要がない状態で、玉野では夕風に悩まされておりましたから、こちらはとても住みやすいところだと感じました。三井造船の社宅内には玉野から転勤してきた人が多く、職場単位には家族的な雰囲気が強く、先輩が後輩の面倒を見たり、後から転勤してきた人の世話をしたりと互いに助け合って過ごしていました。親戚縁者が近くにいない者ばかりが住んでいたので、互いに力になりあっていたのでしょう。私が、転勤ではじめて団地の入居する部屋に到着した朝も、すでに職場の人たちが大勢引越しの手伝いに来てくれており、お茶や弁当の準備までしてくれていました。新聞申込みは、ガスは、マーケットは、どこにあってどんな状態だとか親切に案内してくれました。全く知らない土地に来たのに気持ちを落ち着けることができました。

このような状況でしたから、夜半に起こされることも時にはあります。数年たったある夜、Oさんの奥さんに起こされました。主人が東京に出張で行ったがまだ帰ってこないと言われます。車で千葉まで行ったはずなので帰りに事故でも起こしているのではないかと心配で眠れないとのことでした。では、ということで私の車に奥さんを乗せ、千葉までOさんが通りそうな道を通って行きましたが、事故の様子はありません。千葉の深夜の街中を巡りやっとOさんの車を見つけ、奥さんはO

さんがまだここまで帰っていないことを確認してああよかったと安心されたことでした。辰巳台団地は最近新築住宅や大型スーパーの進出などで賑わっており、また街路樹も当時は子供たちが揺さぶることができるほど小さな樹でしたが今では銀杏も樺も大きく成長し、しっとりとした緑濃い町に生まれ変わっています。私にとっても懐かしい町です。

2. 京葉工業地帯のこと

言うまでもなく京葉工業地帯は日本の一大工業地帯ですが、開発経緯を記録で調べてみると1951年（S26）頃から計画が始まっており、千葉県の浦安市から木更津市に至る東京湾沿岸を埋め立てて造成された広大な工業地帯です。埋め立てが始まる前の状況は知らないのですが、遠浅の海が続きアサリや海苔などの漁業を営む漁村だったと記されています。本来、農林水産業が中心産業であった千葉県が、戦後の復興のため、潜在失業者を抱えた一次産業よりも、大工場や大企業を立地する工業県のほうが税収面で有利であり、学校、道路などインフラ整備もできるということがその計画のベースであった、と書かれています（「今だから語れる東京湾の光と影」土屋秀雄著、千葉日報社）。JR五井駅と姉ヶ崎駅の間にある養老川河口の市原市緑地運動公園入り口前には「はまぐりの碑」が立っています（写真3）。工業地帯が幾千万の蛤の命の上に立地していることに思いを致し、肝に銘じて真摯に産業活動が続けていかなければならないことを改めて感じさせます。



写真3 はまぐりの碑

千葉工業地帯は非常に広大な埋立地ですが、これを葛南地区、千葉地区、君津地区と分け、さらに千葉地区も千葉西部（幕張）地区、千葉中央地区、千葉南部地区、五井市原八幡浦地区、五井姉ヶ崎袖ヶ浦地区と分けられます。五井市原八幡浦地区は約 700 万㎡の埋立地（埋立て土量、約 2800 万㎡）で、この中に三井造船千葉事業所があります。

千葉事業所は 1960 年（S35）9 月工場建設に着手し、1962 年（S37）化工機工場・造船工場が操業を開始、1964 年（S39）鉄構工場が操業を開始しました。造船工場は修繕船第 1 船“武蔵山丸”が 1962 年（S37）5 月に 1 号ドックに入渠しています。新造第 1 船はノルウェー国フレッド・オルセン社向け 48,000DW トンタンカーで 1964 年（S39）7 月に起工しています。当初は玉野事業所の設計部で設計していましたが、1965 年（S40）造船設計部が千葉事業所に開設され、第 1 陣が同年 4 月に玉野から移籍されました。また同年採用された設計技術者はほとんど千葉配属となり千葉で採用された設計者を加え、設計部として陣容を整備されました。私は第 2 陣として 1966 年（S41）に玉野から千葉に配属されましたが、前述のように当時の千葉事業所は、風の強い日は埋立地特有の砂塵が舞う中で、はつらつとした気風溢れる雰囲気のみなぎっていました。設計業務は次々と大型化する原油輸送タンカーの設計が中心でしたが、検討課題も多くその意味では楽しい毎日であったと思います。このあたりについては次節で回顧してみます。

3. 技術的な検討課題

千葉造船設計部で設計の仕事をはじめた当時、私は入社 4 年目でした。仕事は大変忙しかったので人が足りないとお祈りはしておりましたが、部内、社内のマネジメントに関することはほとんどしておらず、もっぱら技術に関することに専念していました。ここでは当時の技術的な課題について思い出すままに記して見ます。

技術的な課題というと、船の大型化に関連する問題が続出しました。参考書や船級規則には出ていないもので、建造設計としてはクリアしなければならぬものばかりでした。担当していた船装設計での課題の中には次のようなものがありました。

3. 1. Funnel Nuisance 煙害

ほとんどの船がタンカーでしたが、顧客の工務担当の方から航海中の風向きによっては煙突から排出される火の粉が甲板上に落ちて危険であると指摘され、ブリッジ形状と煙突高さを再検討しました。当時千葉には研究部も開設されていて、その中に艤装研究室があり、Nさんと船体模型と簡単な風洞を使って、種々の風向・風速に対し、最も安全なブリッジの形状や煙突の形状と高さを求める方法を検討しました。

3. 2. カーゴタンクのガスフリー

タンク洗浄の後、入渠する前にカーゴタンクのガスフリーをしなければなりません。船がどんどん大型化され、カーゴタンクも深さが 20m を大きく越えるほどになりました。上甲板上からガスフリーをするにはどうすればよいか数値を伴う具体的なガイドはありませんでした。5 万 DW トン程度のタンカーでは上甲板上のタンククリーニングハッチに小型ファンを取り付けて、新鮮空気をタンク内に導入し、ガスの拡散を図る方法でガスフリーをしていましたが、タンクの深さが 20m を越えるようになるとファンでは新鮮空気がタンクの底部に届かず、ガスは空気より比重が大きいため底部のガスを除去するには新しい方法が必要になりました。1967 年（S42）初めに起工された明扇丸は 15 万 DW トンのタンカーでそれ以前に建造されていた 7 万～8 万 DW トンタンカーに比べ急に大型化されたため、検討課題もたくさんあり、このガスフリーもそのひとつでした。このときは先に述べた研究部の艤装研究室に依頼して実験的な解決を図りましたが、これは「タンカーのガスフリーに関する実験的研究」として、1971 年（S46）11 月、日本造船学界秋季講演会で発表させて頂いています。

3. 3. アンカー格納について

船体の大型化に伴い船首部のバルブが大きくなり、一方船首部上部 F'cle 部は比例的には大きくならなかったため、アンカー引込み部（ベルマウス）を直接外板に付けるとアンカーを降下した際、バルブ部の外板を損傷させる危険が生じました。ある船の場合、ホースパイプにいろいろ工夫をしましたが、どうしても解決できず、結局外板の外に円錐形の台座を設けなければならなくなりました。アンカーの爪が台座表面を移動するため相応な強度を必要とし大きな台座となったので、船を正面

から見ると立派な“出目金”を付けることとなり、時の上司の承認をもらうのが大変でした。

3. 4. 貨物油管の設計

タンカーの大型化とともにタンカー運航費の低減の一環として、乗組み定員数の削減が図られ、貨物油の積荷・揚荷の機械化が急速に進みました。それまで、原油に対する基本的なデータが不足しており、機械化・自動化のためにはまず基礎データの収集から始める必要がありました。私たちの作業として取り組んだのは次のような項目でした。この作業が、次の節で述べる超自動化船の開発に大きな力となりました。

1) ベルマウスの開発

ベルマウスの下端とタンク底板とのクリアランスを小さく(30mm)してしかも吸入抵抗値が小さいベルマウスの開発。ねらいはメイン系統だけでストリップング作業も可能とした貨物油管の合理化でした。

2) 貨物油管系統のフィッティング類の抵抗係数

ベルマウス以外にベンド、ティー、弁など。この頃西部造船会技術研究会の艦装部会が「貨物油管系の決定」(1964年(S39)10月)を発刊され随分参考になりました。

3) 原油の性状調査

当時タンカーはペルシャ湾の原油を日本へ運ぶ目的で建造されていましたので、原油の性状(粘度、比重、蒸気圧など)を荷主さんに協力してもらって調査しました。また、荷主さんにお願ひし、日本で揚荷中のタンカーを尋ね、管系の圧力損失などの計測をさせていただき、手持ちの抵抗係数などをチェックしました。

4) オイルコースの研究

揚荷中、タンク内の貨物油液面が縦通材上面より低下したとき貨物油がスムーズにベルマウスに流れ込むような縦通材下部のドレンホール寸法及び配置をストリップング容量との関係で決定する方法の研究で、これは造研の研究会で研究されました。

この他にもいろいろと課題は多かったように思いますが、従来の技術の上にたって次のステップに踏み出すとき、ステップの幅が少しであれば、アウターポーレーションができますが、この当時は10万DWトンの次は15万DWトン、次は20万DWトン、30万DWトンという具合でしたから、

充分な技術的裏付けをもって建造図面を作成することはたいへん難しい作業でした。多分船装設計だけでなく、他の部署でもそういう課題は多かったと思います。

4. 三峰山丸(超自動化船)のこと

三峰山丸は1970年(S45)に起工され1971年(S46)1月20日に竣工しましたが、超自動化船の検討が始まったのは1969年(S44)頃であったように思います。千葉設計部は誕生して4年、一方、次々に大型タンカー(タービン船もありました)が受注され、まだ混乱が残る中で超自動化船の計画が始められたのは今にして思えば驚異です。この当時他社でもそれぞれコンピューターによる自動制御タンカーを計画されており、互いに競争意識も強かったように思います。当時は大型コンピューターがバッチ計算処理に使われるようになっておりましたが、プラントのプロセス制御に利用されるのはまだ珍しい時代でした。このような時にタンカーの荷役や機関の制御をコンピューターで行う、しかも実船で建造するという計画を決断された当時の経営陣は余程の度量を要する大き



写真4 三峰山丸

な決断であったろうと感心します。

三峰山丸(写真4)の超自動化(コンピューターによる自動制御)システムについては三井造船技報第77号に詳しく紹介されていますが、その概要は次のようなものでした。

このシステムは中央集中型コンピューターシステムで三井造船と北辰電機製作所との共同開発によるコンピューターHOC-700-Mを搭載し、制御システムは単なる試験項目にとどまるものは避け、

現実の運用面の要求にマッチしたシステムとして、

- (1) 自動荷役システム
- (2) 機関部システム
- (3) 定時情報自動受信システム

の三つのシステムの自動制御を行うこととしていました。

このため建造予定船主でありました大阪商船三井船舶㈱と三井造船の技術者で研究委員会（ATR）を発足させ、具体的な計画にタンカーが実際に運行される場合のノウハウを細大漏らさず盛り込むように工夫されました。

自動荷役システムについて少し詳細に説明すると、基本的なシステムとしては(1)原油の積付け、(2)原油の揚荷、(3)ダーティバラストの張込み、(4)ダーティバラストの排水、(5)クリーンバラストの張込み、(6)クリーンバラストの排水 の6つでした。

原油は3種類までの積分けに対応しており、任意の油量を扱うことができるようになっていました。

カーゴポンプやバラストポンプは、暖機が指示されると、自動的に暖機運転に入り、荷役開始のためのスタンバイを行う。積荷（揚荷）の量とタンクが指定され、作業開始のボタンを押すと荷役は実行に移され、コンピューターは各センサーを動員して、船の状態、荷役の進行状態、ポンプの状態などを監視しつつ、「積量（揚量）～トリム曲線」に沿うように船体姿勢を制御して荷役終了まで安全に作業を終了させる、というシステムで、荷役開始前後および荷役途中の船外との連絡作業などを除き、荷役開始から終了まで、バラスト注・排水も含めて、すべてコンピューター制御されるように計画されました。

荷役コンピューターソフトは先述のATR委員会で研究を重ね、細かなチェック項目や手順などまで確認しながら作成されました。造船所の技術者はハードは設計できても細かな使い方や、次の作業に移る前のチェック項目など実用面でのノウハウがなく、運航者の操作面のノウハウをコンピューターソフトに盛り込むことは必須でした。

一方、ハード特にセンサーの信頼性確認及び制御の目標となる設定数値の把握についても検討が

必要でした。従来は訓練された技術者が細心の注意を払って進めている荷役作業を、基本的には無人でコンピューター制御するので、実際の作動の基礎になるこれらのデータ収集には多くの努力が傾注されました。そのうちのいくつかを紹介します。

4. 1. ポンプ吐出弁の制御特性

ポンプ特にカーゴポンプは、蒸気圧の高い原油を高い効率で運転するように細かな制御をしなければなりません。これは主にポンプ回転数制御と吐出弁の制御になります。ポンプ吐出弁としてはバタフライ弁が適切ですが、この弁は閉止状態からわずかに弁が開くと急激に通過流量が増加する流量特性をもっています。小流量でのポンプ制御ができないと目的に合致しないので、吐出弁の通過流量を直線的に変化させるような弁開度を実験的に把握することとしました。採用する予定の弁と相似の弁を試作してもらい、社内で実験を行って概略の傾向を把握し、その後実際の弁をポンプメーカーに持ち込み、実際に装備するポンプのショップテスト時に実測して流量を直線的に変化させることができる開度ピッチ（8段階）を決定しました。なお、この実験については、弁メーカーN製作所、ポンプメーカーS製作所に多大の協力を頂きました。

4. 2. タンク液面低下と空気吸入防止

排出中のタンク液面が低下するとベルマウス付近に渦を生じ空気をポンプに吸入してポンプ効率を低下させるので、空気を吸入しないようそのタンクからの吸入量を調節する必要があります。渦を発生させる液面高さとの関係を実験的に把握し、この関係からベルマウス吸入弁の開度制御目標値を決定しました。

4. 3. センサー類の信頼性向上

タンク液面計、喫水計、傾斜計、各種圧力計、弁開度計などのセンサーはこのシステムでは最も重要なセンサーでしたので、信頼性向上を図り、コンピューター入力信号として適切な信号レベルに変換をしました。貨物油管系の弁及び弁制御、液面計などについてはN製作所の全面的な協力をいただき、これがシステム成功のひとつの鍵となりました。

このようにして各分野の人たちの努力により一応の完成となり、東京湾上において実船テストを

実施しました。海水をタンク内に注水し、この状態からタンク内の海水を船外に排水することによって積荷、及び揚荷自動システムの模擬テストを行うことにしたわけです。準備がすべて終了し、いよいよスタートボタンを押す段取りを済ませてから、関係者全員にコントロールパネル前に集ってもらい、全員が固唾を飲んで注視する中、本船のチーフ・オフィサーがスタートボタンを押しました。が、システムには何一つ反応がありません。造船所側としては面目丸つぶれ、皆がっくりと肩を落とし静まりかえりました。それから三日三晩、バグ探しとなり、やっと不具合部分を修正して三日後に再度トライ、今度は予想よりもはるかにスムーズに自動荷役制御を試行することに成功しました。1970年(S45)12月のことでした。

この後、三峰山丸はペルシャ湾への処女航海で自動積荷を終え、京葉シーバースで自動揚荷を成功裏に終了されることとなりました。

コンピューター制御によるVLCC「三峰山丸」は、このように一応の成果をあげることができましたが、2番船以降のオーダーはありませんでした。自動制御にかかる費用に見合った経済効果が見出せない、熟練した乗組員で作業を実施する方が安心、などいろいろな理由があることでしょう。しかし、あの当時からすでに30年が経過し、すべての自動化機器もソフト開発技術も格段の進歩を遂げています。一方、船側のみならず、原油を扱う陸上サイドでも省人化や技術伝承の困難などから、この種自動化船が再び見直される日が来るのではないかと期待を込めて注目しています。

5. おわりに

千葉設計部創設から10年間は多くのタンカーを受注でき、しかもどんどんと船型が大型化し、安全規則関係も拡充されて設計技術者としても解決すべき技術的な課題がたいへんに多く、楽しく仕事をさせてもらった良い時代でした。忙しいのはどの時代も同じですが、技術的な挑戦は技術者冥利に尽きます。造船は重工業の中でもここ20年、厳しい状況が続いています。将来に希望のもてる事業へと展開して、再び活気に満ちた産業に立ち返られるよう祈って止みません。

本稿を書くにあたり三峰山丸については、千葉船舶設計部の書庫から30年前の建造時作成した各種資料を拝借しました。長期にわたり保管していただいた関係者にお礼申し上げます。

著者プロフィール

宮脇直樹

1938年生
岡山県新見市出身
最終学歴：
大阪大学工学部造船科
1962年 三井造船入社
1977年 千葉造船工場
造船設計部課長
1985年 海洋プロジェクト
事業部技術部設計室部長
1989年 建設関連技術部部長
1995年 三井造船退職
2000年 玉野エンジニアリング退職

