

ブリスベン港 Patrick Terminal の自動化



阪神国際港湾 株式会社

植並 昭則

1. ブリスベン港の概要について
 - (1) ブリスベン港
 - (2) Patrick 社

2. 自動化への取組みについて
 - (1) 自動化の取組み
 - (2) 組合問題

3. AutoStrad システムについて
 - (1) 自動位置検出
 - (2) 交通制御システム
 - (3) AutoStrad の諸元
 - (4) 有人・無人エリアの分離

4. 自動化 (AutoStrad) による効果について
 - (1) 効果の特徴
 - (2) 新規導入の効果
 - (3) コスト削減の効果

5. ターミナルの運営について
 - (1) ターミナルの運営
 - (2) ターミナル施設のメンテナンス

6. 自動化ストラドルの動向について
 - (1) ロサンゼルス Trapack ターミナル

7. ボタニー港の自動化拡張計画について
 - (1) Patrick 社の戦略
 - (2) 自動化拡張計画

8. 考察

ブリスベン港 Patrick ターミナルの自動化について



1. ブリスベン港の概要について

(1) ブリスベン港

ブリスベンは、クイーンズランド州の州都であり、人口 220 万人、シドニー、メルボルンに次ぐ豪州で 3 番目の都市である。1850 年代以降にブリスベンは急速に発展し、豪州の主要な地域拠点に成長した。1850 年に港湾の取扱量は 8,128 t であったものが 1885 年に 690,883 t に増大し、同時期に人口も 8,000 人から 100,000 人に増加した。その後も順調に発展し州政府の計画では 1962 年から 1972 年の 10 年間に港湾の取扱量は 3 倍に増えると予想し、港湾の拡張が不可欠であると考えた。

そのため、河川内の既存ターミナルを拡張するよりも、ブリスベン港 Fisherman Islands に新たに港湾開発をすることが効果的で、環境もさることながらまずは、将来開発の余地（発展性）や船舶の大型化への対応が決めてだった。このような事からトータル的に影響が少ないと考えた。

その開発は、Fisherman Islands の埋立であり、1958 年に開始され、島の環境保護区域を残しながら埋立され、1983 年には最初の貨物ターミナル（石炭ターミナル）が整備され、1995 年には護岸で完全に仕切られた。

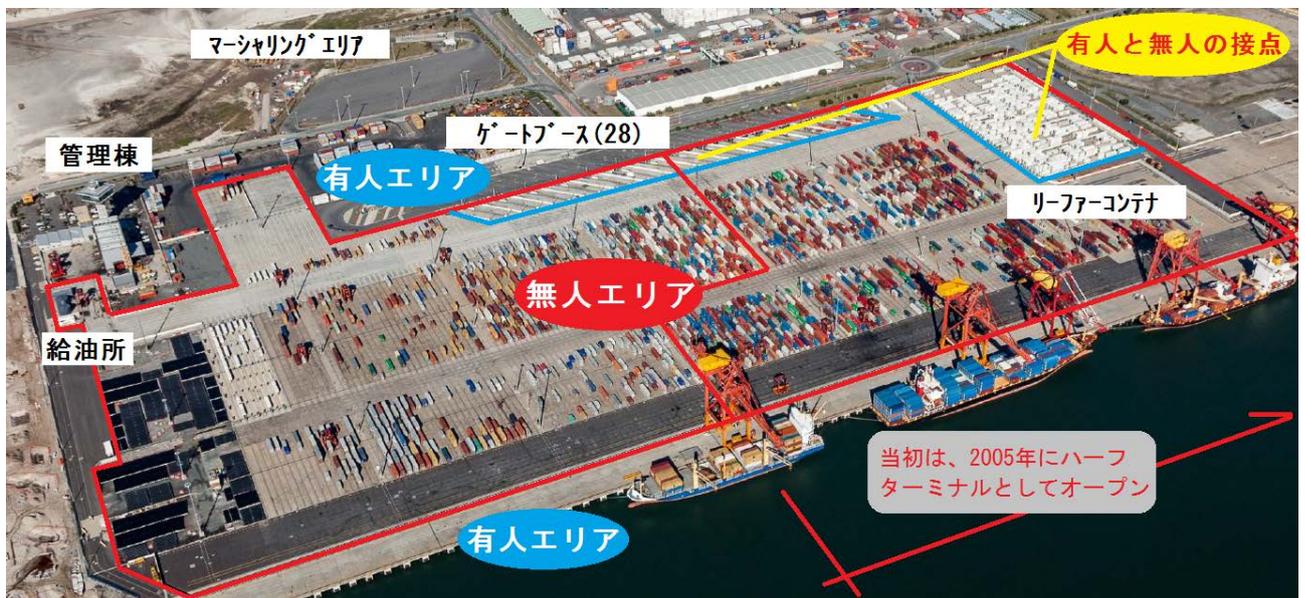
現在では、約 260ha の面積が埋立され、コンテナターミナル整備は、延長 2.5km、水深 14 m の岸壁で、DP World（ドバイ）、Patrick（豪州）、Hutchison（香港）の 3 社のターミナル

オペレーターが運営し稼働している。また、Hutchison においては、2013 年にオープンしたばかりで 2 バース目がまだ工事中にあり、ターミナルは暫定供用の状況にある。

年間 107 万 TEU 程度のコンテナを取扱うブリスベン港においては、豪州主要港のメルボルン港、シドニー港に比べ取扱量が小さいため、ターミナル間の競争が激化している。豪州コンテナ港湾の場合、主要 3 港（メルボルン、シドニー、ブリスベン）がそれぞれ離れた距離にあり、港湾同士の競争はほとんどなくまた、当初は港湾内のオペレーターは 2 社なので、それほど競争は激しくはなかった。

それにより港湾とオペレーターのそれぞれの地域の独占が高まり、船社や荷主に対する交渉力が強くなりすぎ、港湾の効率性が阻害された経過がある。そのため連邦政府はそれぞれの主要な港に第 3 のオペレーターの導入を提言した。

そのため、2013 年に Hutchison が進出し、3 ターミナルで、適正な競争力を促進することとした。



(写真—1) ブリスベン港 Patrick ターミナル全景

また、ブリスベン港はクイーンズランド州政府が 1994 年に独立採算制をとる公社として設立した Port of Brisbane Corporation が、経営主体となった。その後、2010 年にブリスベン港湾会社として民営化され、Q-Port Holdings に売却し、99 年の長期リース権を付与した。

そのような背景の中、ブリスベンの埋立計画においても、やはり官の視点であり、将来を見据えて大きな港を作る計画であった。

(2) パトリック社

Patrick Terminals and Logistics 社は、オーストラリア全国の港の内、11 のコンテナバース、26 基のガントリークレーン、123 基のストラドルキャリアを有し、年間 290 万 TEU を取り扱っている。そのシェアは、全国の 49%になる。コンテナの他には、港湾貨物や

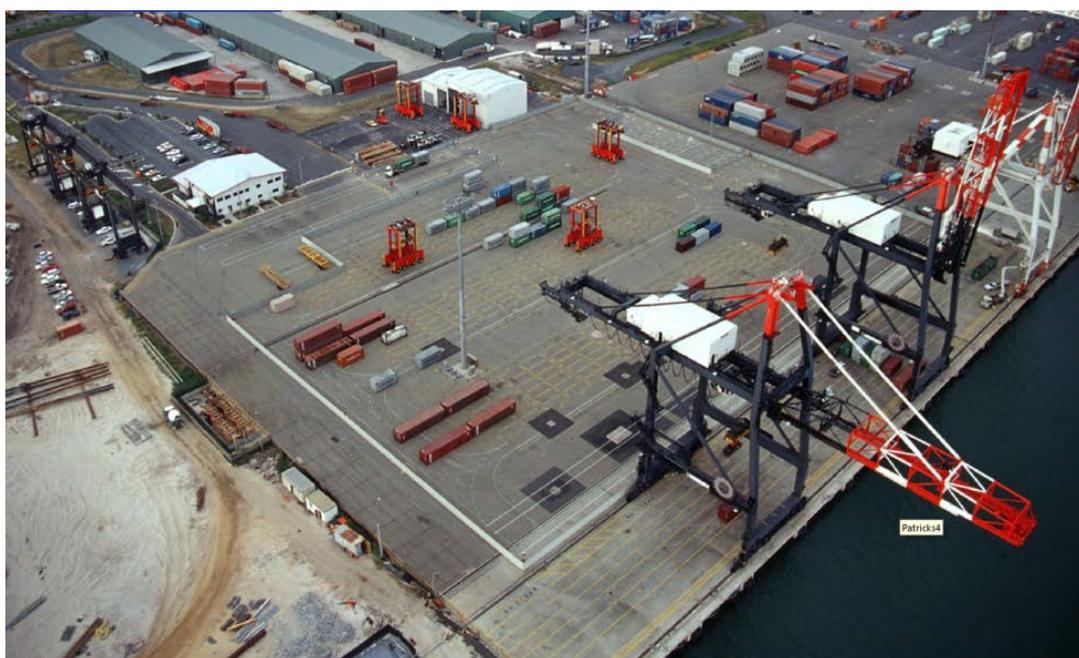
鉄道輸送貨物も取り扱っている。

また、その親会社である Asciano 社の概要は、11 万人以上の従業員を有し、コンテナターミナル事業の他、長距離貨物輸送や石炭輸出ターミナル事業も運営している。年間の売上高は 37 億豪ドルとなっている。また、オーストラリアにおいては、人口分布が年々大きく変化してきており内陸部の人口減少が顕著であり、東側の海岸部及び西岸のパース近辺では人口が増大してきている。また、港湾ターミナル間における競争が激しくなっており、これらの厳しい環境の中で Asciano 社は、会社として生き残っていくためには、革新的な技術国の先進技術の導入を進めて行かなくてはならないと述べている。

2. 自動化への取り組みについて

(1) 自動化の取組み

1996 年に自動化が構想され、シドニー大学（ロボット工学）と共同で開発し構築された。それは、全自動化されたオートストラドルキャリア（商標：AutoStrad）の荷役方式である。ストラドルキャリア方式による自動化ターミナルは、他にも例が無く、世界でもここブリスベン港だけである。自動化される前の Patrick ターミナルでは、手動ストラドルキャリア方式で行っていたが、新規の自動荷役機械を導入するのではなく、既存のストラドルキャリアを活かしながら自動化の開発を進めることとした。



（写真—2） US 企業（CSX World Terminal）から取得した実証実験ターミナル
自動化の取り組みをブリスベン港で始めた理由は、メルボルン港やシドニー港のような規模の大きいターミナルで、革新的な規模の開発・導入テストを実施することは賢明ではないと考え、コンテナ取扱量の規模やターミナル用地などの諸条件から実証実験の場としても、ブリスベン港が最も適当であった。そして、2001 年に隣接する US 企業（CSX World Terminal）（写真—2）が持っていた小規模のターミナルを Patrick 社が取得し、リスクを最小（回避）にするためこの旧 CSX World Terminal で実証実験を行ない、その後 2005 年には当初計画の

半分の面積規模のハーフターミナルとしてオープン（写真—3）し、徐々に拡大していき、2009年には、フルターミナルでオープン（写真—1）するまでにこぎつけた。



（写真—3） 2005年当初計画のハーフターミナルでオープン（写真—1参照）

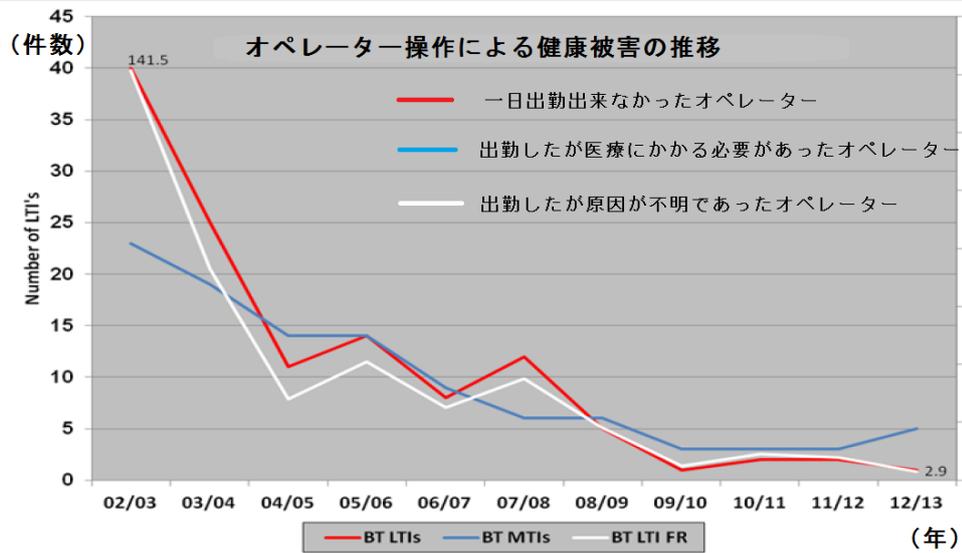
（2）組合問題

当時、ブリスベン港で自動化を具体的に開発し始めた時は、世界でも自動化の事例は、ロッテルダム港、ハンブルグ港の2例（シンガポール港のヤードスタッキングのみの自動化は除く）しか無かった、また、自動化の実績は世界でもまだ浅い状況の中で、労組は自動化できるとは全く信じていなかった。そして、自動化の運用が成功したときには、労組は対応に出遅れたのが実態であった。その自動化により、250人のターミナルオペレーターが不要になり、この余剰人員は他のターミナル（木材）に異動ないし特別支給金による措置をとるなど、強制的な人員削減は行わなかった。しかし世界的な動きを見ても、労組も自動化への理解が浸透してきたとはいえ、また、自動化への労働紛争は無かったと Patrick 担当者は述べているが、これから自動化を進めていくにあたっては、労組の反対が無いとは言いきれないであろう。

自動化を取り組んできた目的の一つとして安全性の確保という意味においては、効果的であり、自動化に伴い荷役機械のオペレーターの港湾労働災害も改善される（図—1）こととなった。

また、自動化によって、雇用する職種が変わってきた。工場が必要となる工程管理業務に近づいており、オペレーターなどにも女性の雇用が促進されてきている。（写真—4）

Safety



(図一) 自動化を取入れたことによる港湾労働災害の改善
(自動化する前のオペレーターの健康状態は年間 40 件の腰痛や首の痛みによる健康被害があった)



(写真一4) 女性雇用の促進へ

3. AutoStrad システム

AutoStrad の自動化システムは、Kalmar 社 (芬) と共同で開発され、自動化システムの要は、ポジショニング (自動位置検出) と移動制御 (交通制御システム (traffic management system)) である。前者は自身の位置検出をミリ波レーダーにより、後者はシステムの心臓部であるバーチャルグリッドに基づくターミナル内の交通制御システムである。この2つのコンセプトをベースにしている。

(1) 自動位置検出

そのポジショニングについては、AutoStrad の自身の位置検出としてミリ波レーダー（写真—5）を利用し、反射板（受信板）を、通常 12～15 点で補正し、最適な 3 点の反射板で位置検出している。（多数の反射板で補正しているため、1 つの反射板に不具合があってもその場で、システムが止まることはない）その反射板は、30 本の照明塔（写真—6）の中位置ほどに 3 点程度取り付けられ、検出を補完する場所がないところは、別途支柱（写真—5）を設置しストラドルの位置検出を手伝っている。



(写真—5) ミリ波レーダー 発信機

また、当初はミリ波レーダーと DGPS の併用を考えていたが、DGPS システムが止まれば、ターミナル全体も止めなければならない欠点がありまた、正確性にも欠け 2m の誤差となっている。

そのため、ミリ波レーダーを独自に開発し、位置検出についてはミリ波レーダーのみの採用としてきた。その実績は、気象状況にかかわらず（写真—7）2cm 程度の誤差で精度はかなり高く、1 台のストラドルが故障しても、ターミナル全体には影響を与えない。現在に至るまで、ミリ波レーダーを使用することによる障害・障壁は今のところ発生していない。また、少々路面が平坦でなくても（地盤沈下などにより）、ミリ波レーダーによる走行には問題はない。（トランスポンダでは、それには追従できない）よって、自身の位置検出をミリ波レーダーで行っている。



(写真—6) 反射板 (照明塔)



(写真—7) 悪天候でも AutoStrad は異常なく可動し続ける (管理棟内でヒアリング中にスコールにあう)

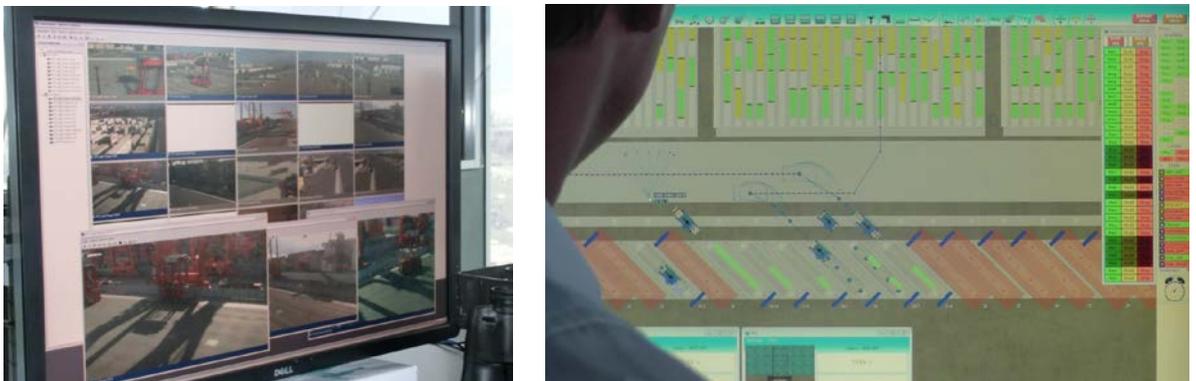
(2) 交通制御システム

システム開発については、自社職員及び Kalmar 社と行ってきた。システムの心臓部は交通制御システム (traffic management system) にある。これには、AutoStrad の全ルートを最初に固定的に指示するのではなく、その先端に一定の距離を設定 (Nose Path) し、最適コースを随時システムが割出し AutoStrad が移動する仕組みになっている。当初、個々のストラドルキャリアが、衝突せずに目的地にコンテナを運ぶことだけを目的としていたが、システムの改良化を図るため、ストラドルの進行方向の正面に設置した4箇所のレーザーが前方を照射して、障害物の有無を検知し、それによって個々のストラドルキャリア専用の区域が確保され、コンピューターが毎秒 50 通りの行動パターンで瞬時にルートを計算し、ルート変更ができるまでになった。

また、ターミナル全体の荷役効率が最適に効率的に行えるよう、ターミナル内のコンピューター上のバーチャルグリッド (写真—10) に其々位置するストラドルに最適な優先順位を与え、その中で個々のストラドルが自分で判断し、行動がとれるよう改良されてきた。



(写真—8) 交通制御システム監視室



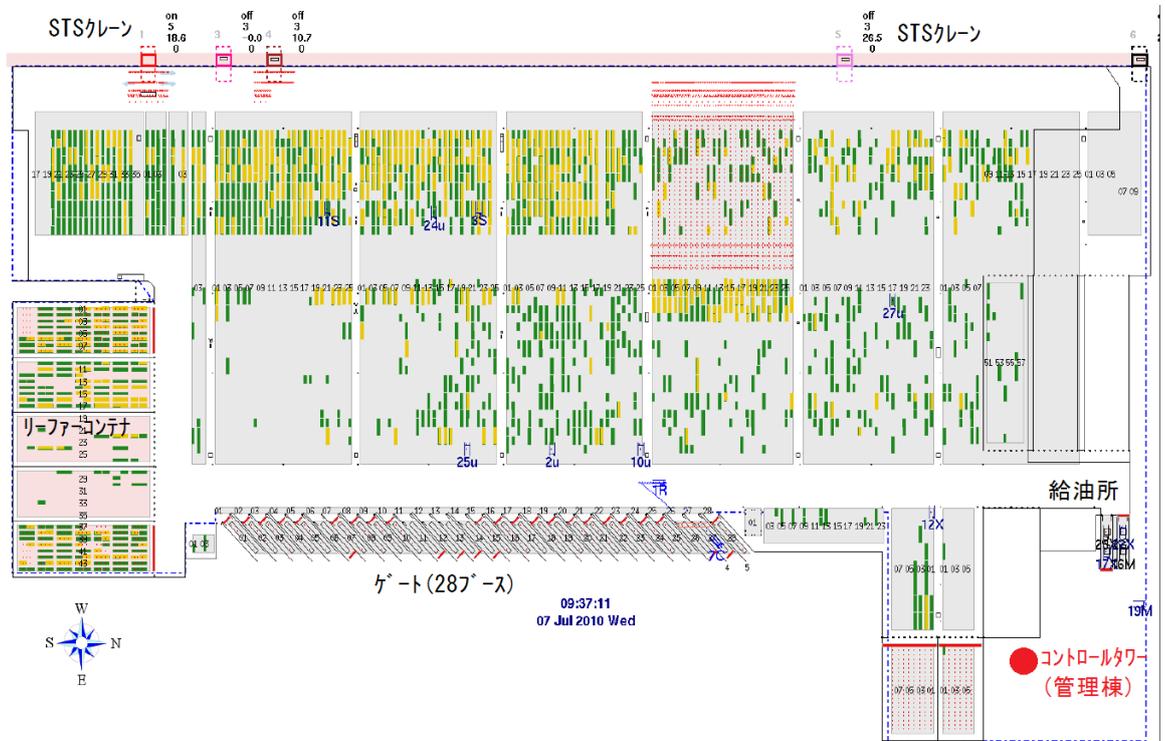
(写真—9) モニター画面

また、指示を受けた行動パターンのルートに、故障したストラドルキャリアが居たとしても、ストラドルのルート変更も随時可能である。自動化で一番重要なことは、たくさんのストラドルキャリアが動いている状況の中で交通整理を行い、コンピュータ化することが一番難しく、この交通制御システム(写真—8, 9, 10)を構築するために何年もかかったと、まだまだ改良の余地がありシステムの動向を注視しているが、これからもさらに進化を続けるであろうと Patrick 担当者は述べている。

交通制御システムでの監視室内(写真—8, 9, 10)での全自動化されたコントローラーの業務については、有人と無人の接点になる岸壁とゲートブース部分も含めヤードのオペレーションの運行を監視することが業務である。岸壁とゲートブース部分が並行して行われている時は2人(Production Manager と Clerk)、ゲートブース部分のみの時は1人(Production Manager)が配置され監視している。(写真—9)これは、異常時に必要な対処行動を取れるようになっている。

ただし、船側からトラック受け渡しまで完全に自動化されているが、唯一の例外は輸出コンテナはトラックから受け取る工程まで完全に自動化されているが、輸入コンテナについてはトラックのシャシーに載せる時だけ遠隔操作をおこなっている。輸入コンテナトラックの積み付けは、シャシーの仕様が必ずしも同一でなくそれぞれに異なるため、レーザーによる自動位置出しが難しいことにより現在は最終的なコンテナ位置調整をトラックゲートに居

現場の職員が遠隔操作ボックスを使い実行している。これは、1人で複数のゲート进行操作できるようになっている。このゲートブースでの輸入コンテナの積み付け以外は、全て自動化されていることになる。



(写真—10) 交通制御システム (コンピュータ上) のバーチャルグリッド

(3) AutoStrad の諸元

- ①ディーゼルとバッテリーのハイブリッド仕様。
(走行の駆動はバッテリーで対応し、コンテナの荷揚げの動力はディーゼルで行う)
- ②重量は 65 t、走行時速 27 k m
(有人ストラドルと同等程度のスピード)
- ③現在、27 台が稼働
(同ターミナル内にボタニーへ輸送される 44 台のストラドルキャリアがテスト中)
- ④揚程は 1 over2 の対応。
(蔵置エリアのコンテナ間のクリアランスは 1 m 程度)

(4) 有人・無人エリアの分離

港湾労働者の安全対策としてターミナル内においては、有人エリア(人が作業するエリア)と無人エリア (AutoStrad が作業するエリア) を明確に安全柵で仕切られている。無人エリアでは、コンピュータが、バーチャルグリッド (写真—10) を設けているので、AutoStrad は無人エリアの走行をバーチャルフェンスで確保され、人は、フェンス (安全柵) の仕切りで注意喚起がなされ、仮に、作業員などの想定外のヤード侵入があったとしても、柵にはレーザーによるセンサーが設置されており侵入者を感知すると、安全を確保するために

AutoStrad のシステムが停止し、AutoStrad が入れないエリアを設定することができる。また、無人エリアで作業が必要となるリーファーコンテナのプラグの装脱着作業については、作業員が ID カードをスキャンして入場し、そのエリアについても AutoStrad が入らないよう、システム的に管理している。



(写真—11) トラックゲートブース (有人と無人車の接点を分離)

岸壁部分においては、Crew や本船に出入りする関係者の安全対策として同様、エプロン部分とヤード部分に安全柵で仕切られる。また、ゲートブース部分の無人車 (AutoStrad) と有人車 (トラックシャーシ) のやりとりを行うエリアでは、岸壁部分と同様に安全柵が設置されており、トラックが安全柵に囲まれたゲートへバックで誘導され、ゲートの外に出て ID カードをスキャンすると前面のゲートが閉まり、そして後ろのゲートが開き、ストラドルキャリアが進入することができる。(写真—11) これは、有人と無人車との接点をこのような仕組みで分離させ、ドライバーの安全が確保されている。

4. Auto Strad の自動化による効果

(1) 効果の特徴

ストラドルキャリアの自動化においては、ヨーロッパ方式で主流となっている ASC (自動スタッキングクレーン) 方式に比べ、蔵置スペースとなるマーシャリングエリアが不要

で、ヤードスペースを有効に使えることができる。また、ガントリークレーンがコンテナをどこに置いて、ストラドルキャリアがピックアップする。ヨーロッパ方式でのAGV（自動搬送車）を待つ必要がなく停滞しない。さらに、ストラドルキャリア方式の特徴は、有人無人に関係なく、故障しても代替のストラドルキャリアを投入することができ、トラブルには、迅速に対応することが出来るメリットがある。（ASC方式で、トラブルがあれば、そのレーン全体が停止することになる。）ガントリークレーンとストラドルキャリアのやり取りについては、マニュアル操作の場合は通常ガントリークレーン1基に対して、3機のストラドルキャリアで対応しているが、このシステムは中央制御で1元管理していることから、個々のストラドルキャリアの柔軟性が高く、効率的な動きが可能となり、ガントリークレーン3基に対して7~8機のストラドルキャリアで対応することも可能となる。このように、ブリスベンのような中密度のコンテナターミナルの港では、AutoStradの自動化が最適であるとPatrick担当者は述べている。

（2）新規導入の効果

新規導入あたっては、Patrick担当者のヒアリングによればトランスポンダのような、位置検出は一切使用していないのでAS舗装を剥がし埋設する必要が無く、設備投資は高くない。このストラドル自動化システムは、世界でも柔軟性があるためどこでも使える。パトリックターミナルの場合、ターミナル整備費は、約300万豪ドルで自動化しないターミナルとほとんど変わらない。ただし、高密度のターミナルでの採用は向いていないが、機械の寿命等で更新の必要が生じたときに自動化を考えると良いのではないかと述べている。また、システムを変えないといけませんが、今ある管理システムを活かすことができるので、機械費用と比べたらそれほどハードルは高くないと述べている。

（3）運用によるコスト削減効果

自動化に伴って人員削減を行った結果、オーストラリアの労働補償（労災保険）が年間100万ドルから30万ドルに縮小された。また、自動化されたエリアについて、コンピューターが誘導を行うため、夜間照明が不要となり、電気代1年間あたり10万ドルを削減し、ライン引きにおいてもバーチャルグリッドで必要がなくなり、7万ドルの削減となった。ターミナル内の舗装については、ヨーロッパ方式のAGV（自動搬送車）のトランスポンダと違い、何も無いところにマッピング（座標）をもって動かしているため、マッピングされたバーチャルグリッドを6週間毎に5cmづつずらすことにより、ヤード舗装の摩耗を均等にさせ、維持修繕周期の延伸を可能にしている。無人の機械操作に比べて、有人オペレーターの操作の扱いにムラがあったが、自動化したことにより、機械の維持費が2割削減された。また、自動化によりコストは少し大きくなったもののストラドルマニュアル操作に比べて自動化ターミナルでは、無駄な運転操作がなく、動いていないときはエンジンを止めていることから、メンテナンスコストも通常よりも少ないなど、上記のような様々なコストを積み上げると、コスト削減効果は非常に大きいものとなっている。

5. ターミナルの運営について

(1) ターミナルの運営

パトリックターミナルでの社員数は、280人程度であったが、自動化後は170人程度でターミナルを運用している。内訳は、管理棟内などに従事するマネージャーと職員が30人、現場で従事するステベドアが、140人となっている。また、必要に応じて、週に1～2回程度の頻度で夜間シフトを組むが、1日24時間 364日で休日はクリスマスのみとなっている。天候に左右されることなくこの自動ストラドルキャリアは可動することができる。

収益に対する人件費については、2011年時点で50%⇒21%まで縮小可能となった。(98年⇒50%、05年⇒33%、11年⇒21%) また、アメリカでは、人件費が70%程度になっている。オーストラリアでは、ライバル会社は700名で運用されているとしている。最近では、隣接するDPWは、2014年4月に半自動化のターミナルをオープンさせ、人員を50%まで削減している。

他のターミナルとの差別化については、早く積み下ろし良いサービスを提供している。特別な事は何もしていないが、パフォーマンスで勝負している。また、自動化の定着で安定し運用しているので、信頼性も高く世界の港湾から注目され、世界からの視察チームが多いことがそれを証明していると述べている。

Patrick 担当者によれば、1ギャングの構成については、AutoStrad方式による基本的なガントリークレーン1基当たりにつき、①クレーンオペレーター(1人)、②船側 チームリーダー(1人)、③陸側 交代要員のクレーン運転手(1人)、④陸側 何にでも対応する人(1人) 合計4人で構成されている。(船側のラッシングは、含まない) 自動化されていない場合は7～8人の構成だったが、アメリカはフォークリフト荷役の場合は、11人～13人、欧州のロッテルダム港でも6人であるとも述べている。

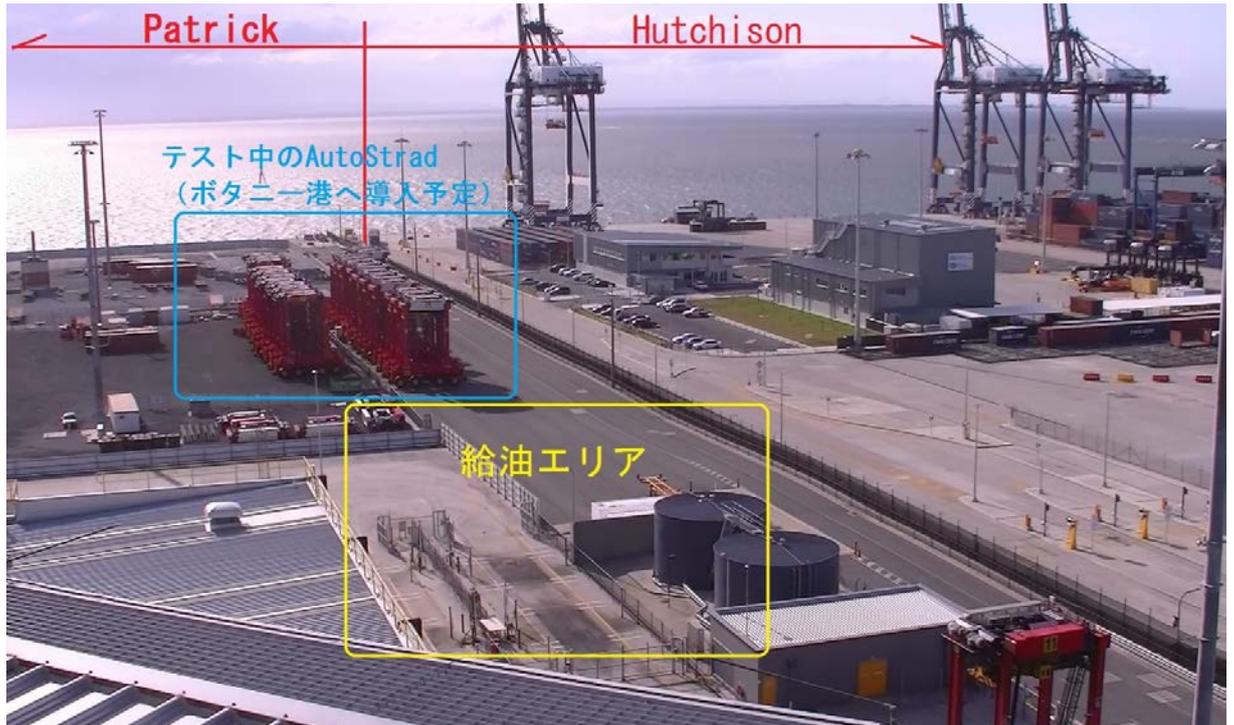
Patrick ターミナルの入港数は1ヶ月当たり40～45隻あり、ガントリークレーンの荷役については30～35本/h/基のボックスムーブで、クレーン、ヤード内の対応能力は自動化により一定なのでコンテナ船の積み付けの効率性によって影響される。OOCLの本船では概して積み付けに優れ、40-42本/時間/クレーンの実現も可能にしている。一方で、最低30本のボックスムーブでも運用が可能である。

天災などのリスク管理については、日本のように地震や洪水、津波などは無いが、停電対策として2時間分のUPS(無停電電源装置)を備えている。また、ストラドルキャリアは停電に関係なく、ディーゼルで対応することが可能。

(2) ターミナル施設のメンテナンス

AutoStradのメンテナンスについては、Kalmar社に委託しており、点検サイクルは、設定された稼働時間毎に、ガントリークレーンについては、一定のリフト回数により、舗装については、年2回、エリア毎にシステムを止めて点検を行っている、補修が必要になれば同じ要領で行う。

また、AutoStradの給油方法は自動で給油エリア(写真—12)に向かい、所定の位置で停止する。その後、給油は手動で行う。1回の給油で8時間可動することができる。



(写真—12)

(3) 渋滞対策

ゲートでのやりとりは、トラックの誘導エリアとゲートエリア内とのバランスが大事で、渋滞しないように、トラックはなるべくスムーズに出て行く仕組みをとっている。州政府と一般市民は環境に敏感であり、このような背景の中、リース契約にも効率よく運ぶ項目が示されている。

トラックゲートはVBS（ブッキングシステム）が導入され、ゲート前面に隣接して50台止めれるトラックのマーシャリングヤードを設置し、ここで事前処理（番号で呼び出される）が行われ、トラックは、停止せずにスムーズにゲートブースに進入できる。

トラックの予約制については1時間単位の予約制となっている。1時間に50台予約することができるが、ターミナルの混み具合によって台数を調整している。また、トラックのターンアラウンドタイムは平均34分であるが、先週は29分（トラック1台あたり平均で1.7コンテナ積）であった。

豪州では、トラックがシャーシを牽引する組合せが「Super B Double 方式」と呼ばれている。それは、1トラックに20フィート×4個ないし、40フィート×2個のコンテナシャーシの連結が主流となっており、豪州のパトリック社は当然、自動化されたヤードシステムとの受け渡しも対応できるようにしている。

隣接する、DP Worldは、2014年4月より半自動化のヨーロッパ方式（欧州では1トラックに1コンテナ）を採用しているため、豪州のSuper B Double方式では、スムーズに対応することができず、このため長時間にわたりトラックの滞留も発生することもある。



(写真—13) ボタ二港へ導入予定の Auto Strad 44 台

6. 自動化ストラドルキャリアの動向

(1) ロサンゼルス Trapak ターミナル

自動化には、ヨーロッパタイプとオーストラリアタイプがあり、Patrick 社は、Auto Strad の特許権を Kalmar 社に売った。当初は自社でノウハウの販売を考えたが、コアビジネスはステベドアなので Kalmar 社に扱わせることにした。(売上に応じ Patrick 社に小額の Commission Fee は入る)。しかし実際の導入に際しては、ターミナルのシステム開発〈traffic management system〉がカギであり、これは当社にしか提供できないと述べている。Kalmar 社の自動ストラドルキャリア方式は、ロサンゼルス港 Trapack コンテナターミナルの自動化に向けてまもなく実施する予定で、ターミナル面積は 80ha、160 万 TEU を取り扱っている。ロサンゼルス港では、最初の自動化ターミナルとなる予定である。コンテナの配置形式は、岸壁直角方式と並行方式を併用とし、ASC (自動スタッキングクレーン) によるヤード蔵置を行い、コンテナの水平移動は、AutoStrad を採用する計画である。

7. ボタニー港の自動化拡張計画について

(1) Patrick 社の戦略

現在、Patrick ターミナルの面積は 39ha で、岸壁延長 900m (写真—2)、取扱量は現状で、40 万 TEU であるが、処理能力は 80 万 TEU まで可能としている。ガントリークレーンは 4 基、AutoStrad は 27 台でターミナルを運用している。そして、今日に至るまで過去 10 年間にわたり、ストラドルの自動化を実際に運用し、効果的であったことを証明することができた。また、水深は 14m でオーストラリアの地理的要因からみても、すぐには大きな船は来ないが、現在の AutoStrad 方式は、2 段積みであるが今後、取扱量が増えるならば、3 段

積みさらに、4段積みが必要となれば、取扱処理能力を考えると現状の方式では無理があり、自動ASCクレーンを導入したヨーロッパ方式とAutoStradとの組合せを視野に入れ、Patrick社は、AutoStradとの組合せで自動化を進める展開も可能であると述べている。これは、ASCまでの水平移動の手段としてAutoStradによるシャトルキャリアを利用することができ、AutoStradの投資が無駄にはならないよう開発計画がなされている。

ターミナルの自動化においては、「手動による効率的なオペレーションができていないと自動化しても成功は難しい」とも述べていた。また、規模やスタッキング密度に応じて最適のシステムを導入することが重要であり、AutoStradはそうした変化への柔軟性をもっていることが強みであるとのことであった。

(2) 自動化拡張計画



(写真—14) ボタ二港の AutoStrad 計画

シドニー港の Port Botany は、213 万 TEU 取り扱っており、ブリスベン港と同様、現在では DP World、Patrick、Hutchison の 3 社のターミナルオペレーターが運営をしている。新たな第 3 ターミナル (Hutchison) には、相当なレベルの自動化荷役が導入されると聞いている、それに対抗するために、既存のオペレーターの 1 社である Patrick 社は、自己財源で 3 億 5 千万豪ドルを投入し、ターミナルの拡張 (再開発) を行ない AutoStrad44 台を導入 (写真—13) することを決定した。

現在は有人ストラドルキャリア方式を採用しているが、この 44 台はブリスベン港で運用テスト中であり、2014 年末には、ターミナルを一部拡張した上で Auto Strad を輸送し、ポート

ボタニーのターミナルを自動ストラドルキャリア方式に変更して運用する予定である。

拡張後のPatrickターミナルは、ターミナル面積66ha、岸壁延長1.400m、水深15m（写真—13）となり、ターミナルの取扱能力が160万TEUまで増大することとなり、Botany港が、世界で一番の規模の自動ストラドルキャリアのターミナルとなる。

8. 考察

自動化ターミナルは、1990年初頭ロッテルダム港デルタ地区シーランドターミナルにおいてコンテナ荷役の自動化が進められ、その後20年の間に着実に発展し欧州をはじめ世界の主要港湾においては、自動化が主流となっている。その基盤となる数々の自動化技術、多様な荷役システムが開発・工夫され地域的にも技術的にも大きな広がりを見せている。

このような背景の中、ブリスベンのPatrickターミナルでは、海側のコンテナ水平輸送からヤードスタッキングおよび外部トラックとの受け渡しまですべて27台の無人運転のストラドルキャリアで荷役することを可能にしている。また、10年間の実績を証明し世界に向けて豪州方式の自動ストラドルキャリアのコンセプトが確立された。

日本の主要港湾では、奥行の狭い立地条件により在来バースも新規バースにおいても、蔵置効率のことを考えるとRTG方式の荷役が一般的に採用されている。自動化ターミナルを計画するときは、RTG方式が柔軟で有利な場合が多いが、自動ストラドルキャリアを採用しているパトリックターミナルの場合もヤードレイアウトの設計は柔軟性があり、奥行の短い（400m）地形でも自動化を実現している。现阶段での無人運転技術は2段積み（lover2）が実現されている高さであり、3段積みも将来可能であると担当者は示唆している。日本では、3段積みのストラドルキャリア（有人）方式で荷役しているターミナルにとっては、Patrickターミナルの自動ストラドルキャリアを日本でも採用を検討することが可能となるため、非常に興味深いものとして今後も注視したい。

一方、豪州では財政状況の悪化により政府がとった政策は99年の超長期のコンセッションである。港湾の運営権を民間に売却し、それで得た資金で他のインフラ投資を行うなど、また長期のコンセッションによりリース契約した運営会社は、港湾経営の自由度が高まり、積極的な経営戦略の立案が可能となる。ターミナルオペレータにおいては、Patrick社を例にとるとストラドルキャリアの自動化を実現し、取扱量に応じて既存ターミナルを生かして、さらに、中密度のコンテナターミナルとは言え、今後の取扱量に応じて既存ターミナルを生かし、大規模化することもできるなどターミナルオペレータが生き延びるための戦略が進められている。

Patrick社が開発したAutostradの評価として、自動化される前のPatrickターミナルでは、手動ストラドルキャリア方式で行っていた。新規の自動荷役機械を導入するのではなく、既存の管理システムと既存のストラドルキャリアの荷役機械を活かしながら自動化の開発を進めるにあたり、シドニー大学（ロボット工学）と共同で開発し構築された。当時は、世界でも自動化の実績はまだ浅い状況にあり、ストラドルキャリアの自動化の例もない。そのような中、自動化ターミナルの開発計画は、2009年にフルターミナルとして完成しオープンしているもののまだ、開発計画は終わりではなく、取扱い規模やスタッキング密度に応じて、柔軟性をもった自動化ターミナルとして、自動ASCクレーンを導入したヨーロッパ方式とAutoStradとの組

合せを視野に入れた自動化を進め、AutoStrad の投資が無駄にはならないためにも開発計画がなされている。AutoStrad はそうした変化に対応するため、最適なシステムの構築を進めることが重要で世界でも他に例がないストラドルキャリアの自動化ターミナルとなった。他には、荷役機械の位置検出の方法であり、ストラドルキャリアの位置検出は、独自にミリ波レーダーを開発し悪天候の気象状況でも、2cm の誤差で位置検出ができるなど、AGV のようにトランスポンダを舗装に埋め込む必要がなくヤード舗装の轍の摩耗については、マッピングされたバーチャルグリッドを 5 cm ずつずらすことで均一にさせることができるなど、独自に開発がなされている。このように、世界各国ではそれぞれ異なったその国における最良な自動化システムが稼働しているが、このブリスベンの自動化が世界でも最も代表的な例だと、今回の視察を通じて切実に感じた。

日本のターミナルにおいて、自動化が何故進まないのか本視察後に阪神港のターミナルオペレーターに対してヒアリングをおこなった。担当者によれば、自動化によるコスト削減と効率化については、大変魅力あるものだと分かるが自動化の定義を有人、無人に関係なく荷役の効率化によるコスト削減と考えるならば、日本の主要な港は、RTG に GPS を設置しておりシステム的にはコンピューター化され、一番効率の良い荷役をコンピューターから指示され、人がマニュアルで RTG を操作している。また、人が効率的な荷役を判断した場合は、マニュアル優先で対処もできる。自動化による初期投資効果の検討や、組合との折衝や自動化によって不要となる人員の職域確保に要する時間とエネルギーなどを考えると積極的には、そのようなリスクを背負ってまで自動化を導入することは考えていない。

また、今のところ経営状態は、良いとは言わないが採算はとれているとも述べている。これは、競争性が働いておらず、1 個当りのコンテナの単価が高いひとつの要因になるともとれる。日本でも競争性を働く仕組みにするとすれば、コスト削減効果の大きい自動化導入の検討が加速されると考える。

Patrick 社が言うように、既存バースの自動化の転用には設備投資など整備費用については、あまりハードルが高くないと言っている。日本のストラドルキャリア方式を採用しているターミナルであれば、組合問題と初期投資に対する回収の見込みがとれれば可能となる。RTG やストラドルキャリアによる荷役であれば既存バースには、組合問題と初期投資効果がクリアになったとしても、代替バースがない状況においては自動化の工事を行なうのは難しいと言える。これには、日本では 1 ターミナル 1 バースという零細な事業規模に要因があり、世界ではハンブルグ港を例にとるとターミナル・オペレーターは複数バース運営し、ターミナルを稼働させながら自動化している例もある。今後のターミナルの技術革新に対応するためにもターミナル・オペレーターの集約化、大規模化が必要である。自動化ターミナルを見据えた新規バースであれば、阪神港においては、大阪港では新島などの埋立計画が進められており、自動化ターミナルの計画の余地があると考えられる。

日本では少子化が社会問題にもなっていることも考慮すると、今後はターミナルにおいても近い将来自動化へシフトする転換期を迎える時が来ると思われる。そのためにも、将来を見据えた日本の自動化ターミナルに向けた具体的な準備を進める必要がある。未来の自動化の効果を発揮するためにも、24 時間のフルオープンターミナルとして環境を整備するなどまた先ほ

ども述べましたが、ターミナル・オペレーターの集約化、大規模化が必要である。確かに、自動化されたコンテナターミナルに限っては雇用は生まれないが、港湾に流通加工や保管、配送など幅広いロジスティクス産業を積極的に立地させることにより、地元新たな雇用を生み出し、地域経済への貢献を新しい時代においても続けていくことが可能となる。

自動化ターミナルが主流となっている世界の主要港湾においては、有力なグローバル化し寡占化されたメガターミナル・オペレーターが存在し、船社アライアンスをリードしてその基幹航路を導いている。世界の主要港湾は、メガターミナル・オペレーターとうまく共存しているように見え、港湾の発展を続けている。

日本のターミナル・オペレーターも世界に肩を並べるとまで言わないが、国内において、基幹航路を導ける日本のメガオペレーターとして進出できる環境整備が必要である。スーパー中核港湾政策によって、コンテナターミナル運営の統合・大規模化を図る目的で、大阪港においては、夢洲コンテナターミナル (DICT)、神戸港では神戸メガ・コンテナターミナル (KMTC) として設立したものの、現状ではその効果が発揮できていない状況にある。

一方で、名古屋港のTCBにおいては、日本では初となる自動化ターミナルを稼働させている。船会社、港湾運送事業者、運送会社などの複数社が共同で立ち上げた会社においては、経営も含めたターミナルの運営、管理により効率的な運営やノウハウをもっており、会社として対応できる仕組みが出来ている。このように、ターミナルの管理、運営、経営を含むメガターミナル・オペレーターとして主導力を発揮できるような体制づくりが必要である。

弊社は、すでに2014年10月に阪神国際港湾株式会社として統合されているが、港湾経営について権限や財源を自由に出来る環境化が必要で、我が国のターミナル・オペレーターが自由度の高い経営が出来る環境整備なども含め、柔軟な港湾経営の決定や、行動力の発揮が求められることを改めて、本視察を通じて感じました。

(ブリスベン港 Patrick 社 ヒアリング)

日 時：平成26年9月25日

場 所：Patrick 社 管理棟会議室

担当者：マット氏 (運営担当)、スティーブ氏 (技術担当〈自動化当初から勤務〉)



参考文献等

「Patlick Terminal Automation 2014」プレゼンテーション資料

「Patlick Terminal, Port of Brisbane 調査記録」井上聡史

「海外におけるコンテナターミナル自動化の進展」一之瀬 政雄

「シドニー港のコンテナターミナルの管理運営に関する最近の動向と考察」篠原正治

「サプライチェーン時代における港湾の経営」井上聡史