

自動立体格納型コンテナターミナルの研究

Study on Seaborne Container Automatic Multi-tire Terminal

上 蘭 晃*, 加藤 隆一**, 佐々木 義信***, 高橋 輝男****

By Akira Uezono, Ryuuichi Kato, Yoshinobu Sasaki and Teruo Takahashi

1. はじめに

近年東南アジアはじめ海上コンテナ輸送の増大、高齢化の進展による労働環境の変化が見込まれるなか、大交流時代を目指す我が国の港湾にとって、国際競争力を維持するための高能率かつ低コストのコンテナターミナルの整備は緊急の課題である。

本研究は、用地の狭い我が国のコンテナターミナルに対応して、コンテナを立体格納しヤード内の輸送を自動化することにより既存の倍の能力を持つ新しいコンテナターミナルを提案するとともに、システムの有効性について検証を行ったものである。調査は平成6年度から8年度にかけて委員会（高橋委員長）を設けて実施し、既存コンテナターミナルの現状分析、海外ターミナルの事例研究、自動化ターミナルの概念検討および設計、シミュレーションによるターミナル性能確認、経済性の評価などの調査の他、立体格納倉庫内のコンテナ格納装置の模型実験も実施したものである。

本報告はこれらの調査のうち、自動化ターミナルのシステムの設計、シミュレーションによる性能確認および経済性の評価について報告するものである。

2. コンテナ自動立体格納システムの概要

2. 1. コンテナターミナルの概要と規模

本コンテナ自動立体格納システムは、船舶から荷揚げされた輸入コンテナを識別し、所定の格納位置まで立体的に移動・保管し、陸上搬出用のコンテナシャーシの到着に合わせ、格納位置から積み込み場

所までの移動の一連の作業を全て自動的に高速で効率的かつ経済的に行うものである。また輸出コンテナを格納位置から船舶に積み込む場合も同様である。

自動立体格納ターミナルの規模を設定するため既存の日本のターミナルの実際の運用形態を調査し、これをベースとし自動化ターミナルの能力について同じバース・同じ敷地面積で取扱量を2倍とし効率性および経済性の大幅な向上を目指したターミナルを設定した。

既存のターミナルの事例はRMG（レールマウントトランスファークレーン）とストラドルキャリアの併用で運営されており、年間取扱量は2バースで約44万TEUであり、自動化ターミナルについては約100万TEUを目指した。

既存ターミナルと自動格納ターミナルの仕様を表1に示す。

アイテム	従来型ターミナル	自格方式ターミナル
ターミナル面積	210,000 ㎡ (350m x 600m)	234,000 ㎡ (390m x 600m)
蔵置面積	135,000 ㎡ (225m x 600m)	137,400 ㎡ (229m x 600m)
コンテナ段積数	2.5 段 (ヤード内 RMG+SC 方式)	6 段 (立体自格方式)
コンテナ蔵置個数	7,300TEU (20ft=1,862ユニット、40ft=2,719ユニット)	16,589TEU (20ft=4,147ユニット、40ft=6,221ユニット)
コンテナ蔵置効率	0.054TEU/㎡ (7,300TEU/135,000㎡)	0.12TEU/㎡ (16,589TEU/137,400㎡)
自格サイズ	—	(7間口 x 40列 x 6段—40 x 2) x 67°ロック
稼働時間	600分 (300日)	900分 (300日)
配船間隔と船型	9 便/週、P+Hマックス船	17 便/週、P+H+H+Hマックス含む
週間揚積コンテナ数	5,750ユニット/週	13,007ユニット/週
コンテナ船の揚船個数	MAX. 揚: 480ユニット/船	MAX. 揚: 576ユニット/船
数分布	積: 530ユニット/船	積: 636ユニット/船
ゲート通過コンテナ数	MAX. 1,055コンテナ (輸出入コンテナ)	MAX. 2,380コンテナ (輸出入コンテナ)
年間取扱量 (空積み含む)	43.5 万 TEU (20ft=11.1 万、40ft=16.2 万)	98.4 万 TEU (20ft=25.2 万、40ft=36.6 万)

表1 既存ターミナルと自動格納ターミナルの仕様

キーワード：港湾計画、ターミナル計画
*正会員 (財)沿岸開発技術研究センター第二調査研究部長
** 運輸省船舶技術研究所 企画室 室長補佐
*** 三菱重工業株式会社 広島製作所 鉄鋼技術部 主務
**** 早稲田大学システム科学研究所 教授

2. 2. コンテナ自動立体格納ターミナルのレイアウト

本自動格納システムの概要図を図1に示す。またコンテナ搬送の運転フローを図2に示す。本システムの特徴としては、既存のコンテナターミナルがコンテナをヤード上に4～5段に段積みしており下段のコンテナを取り出すための非効率となっていたた

めヤードに立体倉庫（6段想定）を設置し、収納量を増大すると共に格納を台車および特殊吊具により自動化し、また、船舶からコンテナを受け入れる（積み込む）岸壁クレーンから立体倉庫までの輸送および倉庫から陸上搬出（搬入）ゲートまでの輸送をAGVと移載機による自動運転とすることによりヤード内のコンテナの取り扱いの省力化・効率化の向上を目指したものである。

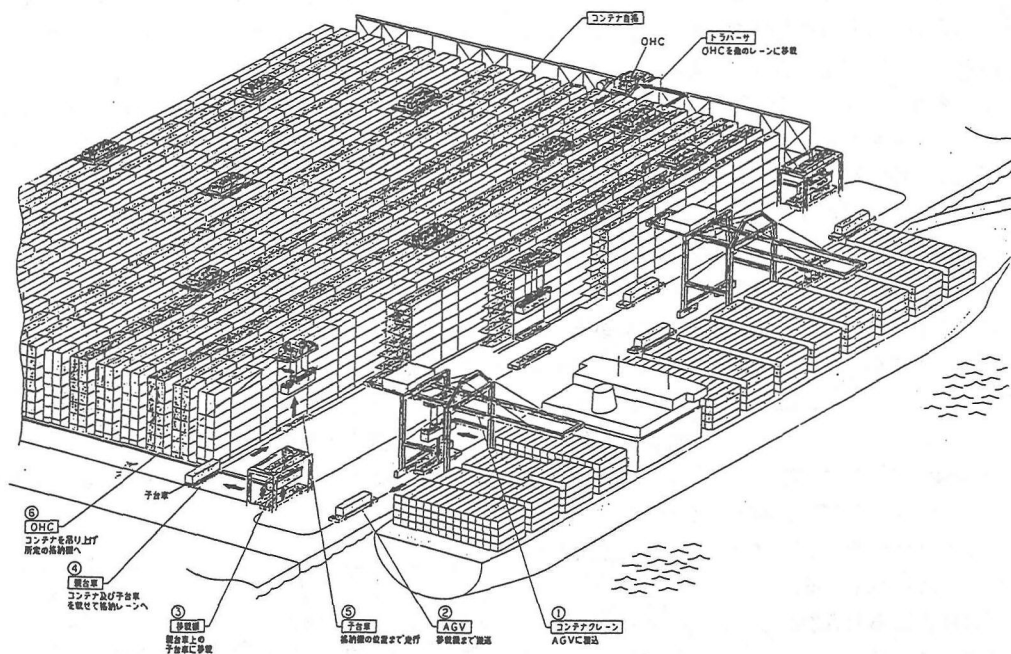


図1 自動格納システム概要図

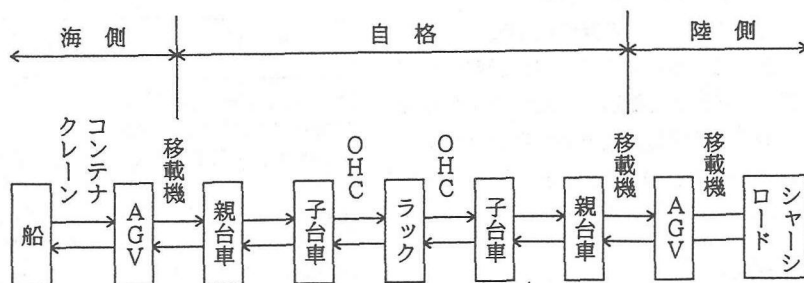


図2 コンテナ搬送運転フロー図

岸壁クレーンから立体倉庫の格納位置までの輸送および立体倉庫から陸上搬出入ゲートまでの輸送システムとしてAGV方式のみのシステムと管制や機器制御の性能などいろいろ比較検討を行いAGVおよび親台車・子台車・移載機による方式を採用した。コンテナターミナルの全体システムを図3に示す。

器制御の性能などいろいろ比較検討を行いAGVおよび親台車・子台車・移載機による方式を採用した。コンテナターミナルの全体システムを図3に示す。

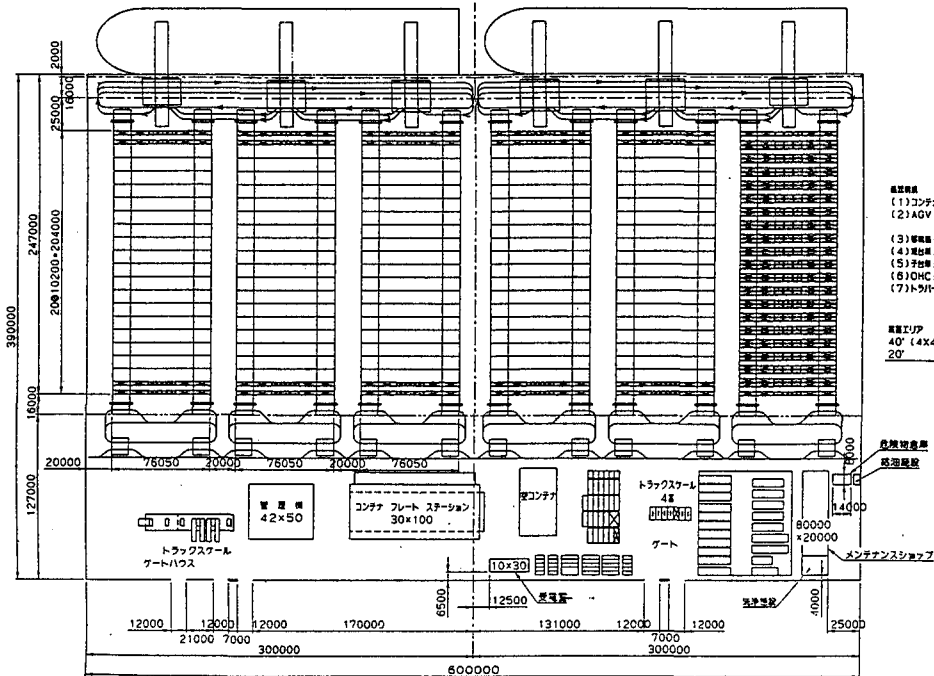


図3 コンテナターミナル全体システム図

3. シミュレーションによる性能確認

自動立体コンテナターミナルが目標コンテナ個数を所定の時間内に円滑に取り扱い、設計目標通りの機能を発揮するかを確認するためコンピュータシミュレーションで確認を行った。

シミュレーションの条件として前述の既存ターミナルの事例を基に1週間のデータをもとに1バース当たり（以下同）ヤード内蔵置コンテナ3,362個（輸出1,300、輸入2,062）とし最大取扱個数の船舶が入港している日で揚げコンテナ480個、積みコンテナ530個、計1,010個（実数）、陸上ゲートでの通過コンテナを輸出搬入498個、輸入搬入486個の状態で実施した。

本船荷役の稼動時間を24時間とし休憩時間などは実態に合わせ、1バース当たりの主要機器はコン

テナクレーン3台、AGV30台、移載機15台、親台車12台、子台車60台、天井クレーン20台となった。結果は図4に示したコンピュータグラフィックス画面に出力しコンテナの動きや各機器の作動状況を確認した。

シミュレーション結果を表2に示すが、コンテナクレーンを3台投入することにより既存の約13～4時間かかっていたものを平均11.5時間に短縮でき、従来のコンテナターミナルでは1バース当たり年間20万TEUの処理能力に対し、本自動格納ターミナルでは50万TEUを取扱うことができることが立証できた。

なお、表1のデータがシミュレーションに使用したデータより多くなっているのは、シミュレーション結果、性能が約2割向上しており、表1では比例計算した数値を示したためである。

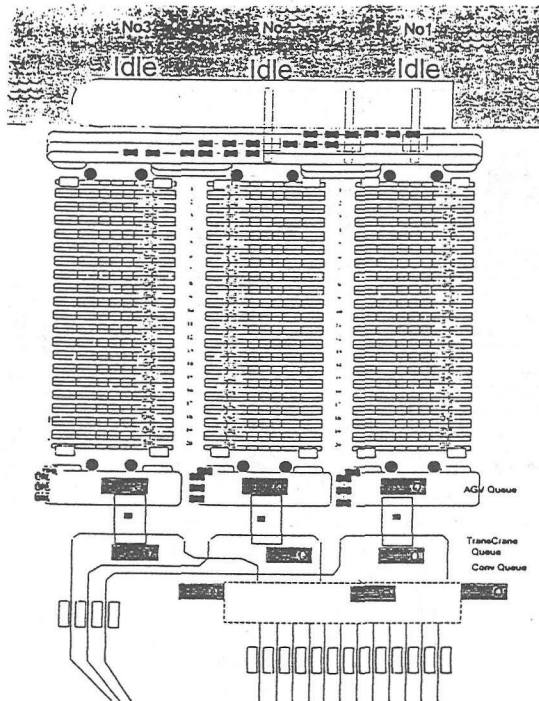


図4 コンピュータグラフィックス画面

4. 経済性の評価

自動格納ターミナルについて償却費、維持管理費、人件費などのターミナル運営費について既存のターミナルと経済比較を行った。経済比較の詳細は紙面の都合で省略するが、総合して本ターミナルは機器の初期投資は1バース当たり約100億（段階投資可能）かかるが、格納倉庫の償却が35年であり各機器も機構がシンプルで保守費用が少ないこと、および、ヤード内自動化によりヤード内荷役・搬送機器運転員の大幅削減など可能なため既存のターミナル1個当たりの運営費（計算上）約1万3千円が約9千円となり約35%の削減が可能となることが明らかになった。

5. おわりに

本研究は、我が国の港湾物流の重要な課題である

[illegible]

表2 シミュレーション結果

高効率なコンテナターミナルの整備に対し自動立体格納システムによるコンテナの岸壁クレーンから立体倉庫および陸上ゲートまでの移動を完全自動化することにより取り扱い能力の向上・コストの削減を目指したものであるが、シミュレーションの繰り返しにより最終的なコンテナターミナルのレイアウトを完成し、当初既存の能力の倍程度の目標に対し2.5倍の能力まで可能となり、また取り扱いコストも3割以上削減できることがわかり有効な方式であることが立証できた。

今後、当方式について実用化を期待するとともに、さらに有効なシステムについて研究が進むことを期待したい。

最後に、本研究に対し補助をいただいた日本財団、
委員会の委員はじめ関係各位に感謝したい。