

新方式の荷役機械の特性を反映したコンテナターミナルシミュレーション

独立行政法人 港湾空港技術研究所 施工・制御技術部 正会員 ○吉江 宗生
 独立行政法人 港湾空港技術研究所 施工・制御技術部 正会員 白石 哲也
 独立行政法人 港湾空港技術研究所 施工・制御技術部 非会員 園田 雄一
 独立行政法人 港湾空港技術研究所 施工・制御技術部 正会員 平林 丈嗣

1. 目的

2008 年のわが国のコンテナ取扱量は 18,794,991TEU で、世界第 5 位の取扱量であった。しかしながら港湾別の統計を見ると、わが国の港湾は、最も取り扱い個数が多い東京港で 4,155,988TEU、24 位となっている¹⁾。世界的にはメガコンテナシップ時代を迎えつつあり²⁾、取扱個数を増やしてコストダウンを目指す方向にある。ターミナルに大幅に高度な機能を付加するためには、新たな機能や能力を持つ荷役機械等を採用することとなり、これにあわせたターミナルレイアウトやオペレーションを評価する必要がある。しかしながら実際に供用された例のない荷役機械とターミナルのロジックを理論的に検討することは、仮定が多くなり、単純に評価できない。

そこで本研究では汎用の物流シミュレーション開発ソフトである AutoMod により、個々の荷役機械及びコンテナターミナルの特性や状態を物理的な数値に再現する手法で高規格コンテナターミナルのターミナルシミュレーションを試作した。本研究は高規格コンテナターミナルについての総合的な評価に資すると考えられる。

2. シミュレーションの条件

シミュレーションでは、コンテナターミナルが目標とする能力及びターミナルの諸元等を Table 1 のように設定した。また、主要なオペレーションのロジックは Table 2 のように設定した。なお、荷役機械の詳細な諸元は、ガントリークレーンについては、(社)港湾荷役機械システム協会からコンテナの本船内の位置で取扱時間を推算したデータシートを用いた。その他についてはそれぞれのトロリや巻上げ下げ等の速度、加速度、位置合わせ時間等のハードウェアの仕様によったデータを入力した。また、AGV はそれぞれのガントリークレーンに紐付けられ、ガントリー

クレーン間の移動はないものとした。AGV の経路は本船側に 3 車線とり、ガントリークレーンのコンテナの置き台を千鳥配置とした。置き台と AGV 及び軌道式搬送台車間のコンテナの積みとりは、リフトによる自動制御としている。なお、本船荷役とゲート側の荷役は平行して同時に行われるが、本論文ではシナリオ 1 の本船荷役のシミュレーションを紹介する。

3. シミュレーションの実施と結果

Fig. 1 にシナリオ 1 のシミュレーション実施中の画像を示す。シミュレーションでは AGV の台数の影響及びガントリークレーンの能力の妥当性について評価した。本船からの荷役本数は 2400 本である。Table 3 に AGV の投入台数と目標の達成数を示す。シミュレーションの結果からは、全 84 パターンのうち 58 のパターンで荷役時間が 8 時間を切っており、目標の 5 基で 300 本/h を約 70% のパターンで達成できた。しかしながら、ガントリークレーンの能力が低下する本船内のコンテナ配置が海側に寄ったパターンではほとんど 8 時間を切った荷役ができなかった。

また、全体で見ると AGV が 3 台でも 4 台でも荷役を 8 時間以内に終わられる例が 6 割を超えている。レーン内の位置については本船から遠いゲート側に蔵置する場合でも 8 時間を越える例は大きな変化がない。これは軌道式搬送台車の速度が十分であるため、蔵置場所による差が生じないためと考えられる。これらの結果から、本船内の積みつけ配置とヤードの蔵置位置について十分にコントロールできるならば、AGV の台数はガントリークレーン 1 基あたり 3 台で十分であると見ることができる。

4. 課題と考察

本シミュレータによれば、軌道式搬送台車の待ち時間や AGV による経路上での渋滞の発生などをシミュレータ画面で観測でき、ロジックの問題等を検

キーワード コンテナターミナルシミュレーション, 自動化ターミナル, AGV, RMG, スーパー中核港湾
 連絡先 〒239-0826 横須賀市 長瀬 3-1-1 TEL 046-844-5066

Table 1 ターミナルの諸元

	設定
バース規模	幅400m×奥行き500m, 1バース
最大取扱本数	300本/h, 2400本/日(1日10時間稼働)
本船荷役	ダブルトロリ式ガントリークレーン5基, 荷役能力60本/h
トランスファークレーン	RMG(横行速度最大4m/s, 走行速度最大2m/s, 本船対応1台/レーン 外来シャーシ対応1台/レーン)
ヤードシャーシ	リフト付きAGV(最大速度6m/s) およびリフト付き軌道式搬送台車(最大速度15m/s)
ターミナルレイアウト	縦型8レーン, 4段積み

Table 2 シミュレーションのロジック

シナリオ1(本船荷役)	
経路	ロジック等
ガントリークレーン→AGV	ガントリークレーンに設けられた置き台にコンテナが置かれると、紐付けられたAGVこれを積みとって、コンテナに予め設定されたコンテナヤードのレーンへ走行する。
AGV→コンテナヤード	AGVはヤードの置き台が空いたらコンテナを置き、紐付けられたガントリークレーンへ戻る。
軌道式搬送台車→RMG	移動式搬送台車は置き台にコンテナが置かれるとこれを積みとって、予め蔵置場所にて待機しているRMGに搬送する。RMGがコンテナを積みとると直ちに置き台に戻る。
RMG→コンテナヤード	RMGは積みとったコンテナをレーンの中央から順番に外へ向かって蔵置する。軌道式搬送台車はRMGの左右に配置され、RMGは左右順番に積みとって蔵置する。

Table 3 シミュレーションの実施結果(シナリオ1)

AGV投入 台数	ガントリークレーンの位置			ヤードレーンの位置			レーン内の位置		全体 (本船海側配置)
	船首	AVERAGE	船尾	船首	AVERAGE	船尾	海側	ゲート	
3台×5	9/18	6/6	12/18	9/14	10/14	8/14	14/21	13/21	27/42 (0/12)
4台×5	12/18	6/6	13/18	12/14	9/14	10/14	15/21	16/21	31/42 (2/12)

表の数字は、8時間以内に荷役が終了したパターン数/該当する全パターン数

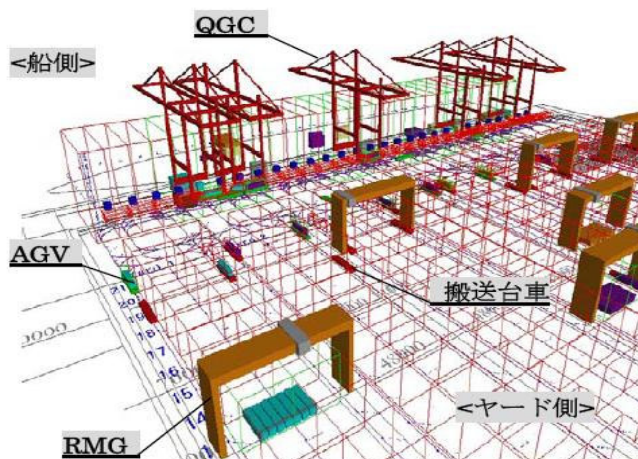


Fig. 1 シミュレーションによるモデル

討、修正しながら結果を導き出すことができた。このため、高規格コンテナターミナルのような複雑なシステムのシミュレーションでも簡単にオペレーションの可否や荷役機械の合理性を判断できることがわかった。

その結果、シミュレーションの前提として 60 本/h のコンテナ取扱能力を持つダブルトロリ式ガントリークレーンを 5 基、リフト付き AGV を 15 台、リフト付き軌道式搬送台車と縦型のヤードレイアウト及びオペレーションの工夫により、最高 300 本/h

のコンテナを取り扱うことができると見られる。

しかしながら、ゲート側荷役との連動による影響や、輸出コンテナの荷役作業の混在などについては今後シミュレーションに付加していくこととしている。また、ダブルトロリ式ガントリークレーンおよび外来シャーシなどは人が運転するものであり、これらについてヒューマンファクターを考慮していない。このため、これらの条件の取扱について今後検討する必要がある。

本シミュレータは荷役機械 1 台 1 台の物理的な動きを再現しているため、それぞれの環境負荷や燃料消費についてのデータを用いることで、ターミナルの荷役状況と CO₂ などの環境負荷量や燃費の違いなどについての評価にも資すると考えられる。また、オペレーションシステムへの移行のための基礎的な検討材料としても有効と考えられる。

参考文献

- 1) "CONTAINERISATION INTERNATIONAL YEARBOOK 2010", Informa UK, 2009.
- 2) 今井昭夫「国際海上コンテナ輸送概論」pp72-73, 東海大学出版会, 2009