

コンテナ埠頭における連続バース方式に関する基礎的研究

鳥取大学工学部 正会員 奥山 育英
鳥取大学大学院 学生員 ○戸田 大輔

1. 背景・目的

昭和40年代前半にはじまった海上輸送のコンテナ化は、今日、世界的にはなお拡大傾向にあり、フルコンテナ船、岸壁荷役施設等、コンテナハンドリングの大規模投資を有効に活用することは、必須の課題である。

そこで、本研究ではコンテナ埠頭の効率化を図るために、従来多く見られる1ターミナル1バースの単独バース方式でなく1ターミナル複数バースの連続バース方式を提案し、単独バースと連続バースによる効率の差異を測定した。具体的には、コンテナ船のバース待ち時間、コンテナの貯留時間、貯留コンテナ数が求められるようなシミュレーションを、単独バース方式・連続バース方式について実行し、連続バースによる効率化を測定した。連続バース方式は船舶や荷役機械等のハードなシステムだけでなくソフトのシステムに大きく依存することから、今後の連続バースのターミナル運営におけるソフトウェアへの問題へとつなげることも目的としている。

2. コンテナターミナルの運営方法

コンテナターミナルの規模を決定する方式は、以下のとおりである。

- 1) 1ターミナル1バース：1つの船社、あるいは1船社グループで1つのターミナルを利用する方式である。莫大な設備投資が各ターミナルごとにかかり、バース待ち、コンテナ貯留も生じ易い。
- 2) 1ターミナル複数バース：1つのターミナルで複数のバースとその直背後のヤードを管理・運営する方式である。規模のメリットがあり、コンテナハンドリングと荷役機械の管理でソフトウェアに大きく依存する。

本研究では、わが国で一般的に利用されている単独バース単独ヤードと今回提案した連続バース（1ターミナル複数バース）を比較しターミナルの効率化を計測する。

3. 埠頭における船とコンテナの挙動（図-1参照）

- 1) 船の挙動：船は、バースが空いていれば接岸し荷役を開始する。バースが空いてなければバース待ちとなり、バースが空くまで待つ。そして船に積んでいるコンテナをターミナルに揚げ、ターミナルにあるコンテナを積んで出港する。

揚げ



積み



図-1 貨物の流れ

2) コンテナの挙動：コンテナには、実入りコンテナ・空コンテナの区別および、揚げコンテナ・積みコンテナの区別がある。揚げコンテナは、船が接岸しターミナルにおろされる。空コンテナであればそのままターミナルに貯留し、実入りコンテナであればターミナルに数日滞留し内陸の荷主へ搬出され貨物がおろされ空コンテナとなって再びターミナルに搬入される。積みコンテナは、まず空コンテナがターミナルから内陸の荷主のところへ搬出され、そこで貨物が積まれて実入りコンテナとなってターミナルへ搬入される。その後、接岸した船に船積みされターミナルから消える。

4. 分析方法

コンテナターミナルにおけるコンテナ貯留個数を決定することは、コンテナ荷役方式を定めると、コンテナヤードの所要面積につながり、コンテナターミナルの規模を決定することになる。貯留個数に影響を及ぼす要因には、船とコンテナの挙動があげられる。

3をもとに船・揚げコンテナ・積みコンテナ・空コンテナについてそれぞれを分析し系内船数・待ち船数・ターミナル内積実入りコンテナ数・ターミナル内揚実入りコンテナ数・ターミナル内空コンテナ数・内陸実入りコンテナ数・内陸空コンテナ数・ターミナル内総コンテナ数等を求める。それにより、単独バースと連続バースの効率性を比較できる。

- 1) 船の処理：船の到着時間分布・荷役時間分布を既存の値あるいは、観測値から求める。
- 2) コンテナの処理：揚げコンテナの処理では船の処理で判定した結果に従い、実入りコンテナ数・空コンテナ数を変化させる。実入りの時だけコンテナは内陸へ搬出され空になって再びターミナルへ搬入される。積みコンテナの処理では、実入りコンテナとなるための空コンテナがターミナルから内陸へ搬出され実入りコンテナとなって再びターミナルへ搬入され船に積まれターミナルから搬出される。この時、空コンテナの偏在を避けるため、コンテナ船はターミナルに実入りコンテナがあれば実入りコンテナを積むが、なければ空コンテナを積むこととする。
- 3) 必要とする分布：船については、到着時間間隔分布・荷役時間分布を必要とする。揚げコンテナについては、実入りコンテナのターミナル滞留時間分布・内陸時間分布。積みコンテナについては、空コンテナのターミナル出発時間間隔分布・実入りコンテナの内陸時間分布。以上の分布を、プログラムではサブ・ルーチンで求めているため、簡単に任意の分布に従う時間間隔を作ることができるようにしてある。

以上簡単に述べたが、単独バース・連続バースについて入力データを同一の条件としてそれぞれシミュレーションを行い状態確率や他の統計量を求めて、在港船数、貯留コンテナ数、待ち時間について両方式の比較が可能となる。

5. 結果と考察

連続バースのバース数を4としてシミュレーションプログラムを作成した。その結果、平均系内船数、平均待ち船係数、平均系内時間、平均待ち時間の全ての値が連続バースの方が効率的であるということを示した。コンテナに関しても、船のデータと同様に連続バースの方が効率的であるという結果を示した。

以上より、連続バース方式を用いれば、拡大化傾向にあるコンテナ化に効率良く対応できると考えられ、残るは、それらを円滑に管理するソフトウェアの問題の解決に移行される。

6. 今後の課題

今回は仮定した条件でのシミュレーションであるため実際のデータを用いていない。よって、船の到着時間分布や船一隻あたりのコンテナ積載量・船舶の目的地などの正確な入力データを用いることが必要である。