

C F Sのフロアレイアウト方式の作業面からの比較検討

森田朋子（流通情報工学専攻）、鶴田三郎、黒川久幸

1．はじめに

C F Sをはじめとする荷捌き施設においては、基本的には作業の能率化が要求される。しかしC F Sにおいては、取扱う貨物の形状が様々であること、貨物の再取扱いが多いことから、フロアでの作業が他の施設よりも複雑であると言える。そこで我々はC F Sを例に取り、フロアのレイアウト方式を作業面から比較検討した。

C F Sで通常行われている作業の内、今回はフロアでの作業を検討対象とすることとした。輸出貨物を例にとるとC F Sのフロア作業は以下ようになる。

屋外またはトラックサイドのエプロン部でトラックから荷卸しされた貨物は、フォークリフトにより、フロア内の行先方面別に定められたエリア（このエリアを一次格納エリアと呼ぶこととする）に格納される。以下この作業を行うフォークリフトをF 1と呼び、作業をF 1作業と呼ぶこととする（以下同様）。その後積み付けるコンテナが割り当てられると、フロアのコンテナサイド近くのエリア（二次格納エリア）に、割り当てられたコンテナ1本分ずつにまとめて置かれ（F 2作業）、最後にコンテナサイドエプロン上に運ばれ（F 3作業）、コンテナへ詰め込まれる（バンニング作業）。輸入貨物の場合にはこれらの作業が逆に行われる。

2．シミュレーションの概要

本研究においては、取扱い貨物量の多い輸出エリアを対象とし、フロアにおける各作業の関係を多段階の容量付き待ち行列問題として扱うとともに、待ち行列シミュレーションが不得意とする作業安全性を評価するために、フォークリフトの動線をネットワークを用いて表現し、モデル化した。

本研究におけるレイアウトを評価するための項目としては、作業能率、面積利用効率、作業安全性をとりあげ、レイアウト案の評価を行うこととした。

作業能率については、F 1、F 2、F 3の各フォークリフト作業にかかる1回あたりの平均時間と、施設で朝作業が始まってから、全ての作業が終了するまでの時間（最長作業時間）を用いて評価を行うこととした。

面積利用効率については、通常用いられる利用効率のかわりに「面積利用の有効度」を用いることとした。これは面積の利用効率が低くとも、作業時間中に格納可能なロケーションが全てふさがり、フォークリフトが作業できないことなどがあるためである。面積利用の有効度は、対象となるエリアに格納可能なロケーションがないために他のエリアに格納したり、対象となるエリアが空くの待つこととなった貨物が必要としていたロケーション数で評価することとした。ここではロケーションという用語で、パレット1枚を格納できる床区画のことをさすこととする。

作業安全性については、通路交差部での交通混雑度により評価することとした。今回は交通混雑度を、1日当たりのフォークリフトの交差部通過回数を、輸出エリア全体での取扱いパレット総数で割った値で表現した。

レイアウト変更案としては、エリアへの方面別貨物の割り当ての変更と、貨物の格納方式の変更を考え、それぞれ比較検討を行った。またシミュレーションは2ヶ月間行い、後半1ヶ月分を解析の対象とした。

3. 割り当ての変更

3.1 割り当て変更パターン

今回、我々は作業能率、面積利用の有効度、作業安全性について、それぞれの向上を目的とし、現状のレイアウトに対し、まずエリアの割り当ての変更と、フォークリフトの進入方向の変更を行った。

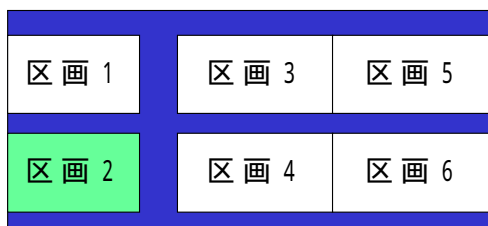
エリアの割り当ての変更とは、輸出エリアを同程度の面積を持つ6つの区画に分け、各区画の方面別エリアへの割り当てを変更することを意味する。区画は貨物量の多い「米国向け」、「欧州向け」貨物にそれぞれ2区画、残った1区画に「その他」の貨物を割り当てた。各区画への割り当てパターン（基本パターン～パターン8）を表1中に示す。右側の番号は、「欧州向け」貨物と「米国向け」貨物の割り当てを逆にしたパターンである。例えばパターン3は、区画3、5に「米国向け」貨物、区画4、6に「欧州向け」貨物を割り当てたパターンである。

通路及び各区画の位置と面積は、1994年12月にN社のCFSに対して行った現地調査をもとに図1のように決定した。

フォークリフトの進入方向の変更とは、一方の通路からのみ「一方向」で貨物の格納を行っていたものを、両側の通路から「両方向」で行うことを意味する。

またこの時、二次格納エリアの位置を、エリアの中央部分（区画4）に変更し、更に区画3、4と区画5、6の間に縦方向の通路を新設したパターンについても検討を行った。割り当てパターン（パターン9～パターン14）を表1中に示す。

- 区画1 333平方メートル
 - 区画2 401平方メートル
 - 区画3 387平方メートル
 - 区画4 490平方メートル
 - 区画5 419平方メートル
 - 区画6 531平方メートル
- トラックサイド



コンテナサイド

図1 区画の位置と面積

表1. 割り当てパターンの分類表

パターン番号	区画1	区画2	区画3	区画4	区画5	区画6
パターン 基本、3	その他	二次格納	欧州	米国	欧州	米国
パターン 2、4	米国		米国	欧州	その他	欧州
パターン 5、7	その他		欧州	欧州	米国	米国
パターン 6、8	欧州		欧州	その他	米国	米国
パターン 9、10	米国	米国	その他	二次格納	欧州	欧州
パターン 11、12	米国	米国	欧州		欧州	その他
パターン 13、14	米国	その他	米国		欧州	欧州

3.2 割り当て変更の影響

CFS作業に対する、エリアへの貨物の割り当て変更の影響を表2に示す。表に示したパターンは、レイアウトの各変更案において最も最長作業時間を短縮したものである。エリアへの方面別貨物の割り当てを変更したパターンの内、フォークリフトの進入方向「一方向」で最も最長作業時間を短縮したのは「パターン4」、「両方向」で最も短縮したのは「パターン2」であった。また二次格納エリアの位置を変えたパターンで最も短縮したのは、通路現状の場合においても、通路を新

設した場合においても「パターン10」であった。

表中の値は最長作業時間、輸出エリア全体でのロケーション不足数、通路中央交差部の交通混雑度の、シミュレーション期間中の平均を、基本パターンに対する比で示したものである。

表2．割り当て変更の影響

レイアウト変更案	一方向	両方向	二次格納エリア変更	
			通路現状	通路新設
パターン番号	4	2	10	10
最長作業時間	0.88	0.92	0.85	0.83
ロケーション不足数	0.90	1.33	0.83	1.00
交通混雑度	1.02	1.22	0.86	0.79

最長作業時間について言えば、通路を新設しないパターンにおいては、二次格納エリアの位置を輸出エリアの中央に変更したパターン10において、最も作業時間を短縮できた。また通路新設を含めた全てのパターンにおいて最も最長作業時間を短縮できたのは、パターン10で通路を新設した場合であり、最長作業時間を0.83と大幅に短縮できた。

ロケーション不足数について言えば、「米国向け」エリアを基本パターンに対して7%増加させたパターン10において、最も値を減少することができた。また通路を新設したパターンにおいてもロケーション不足数は基本パターンと同程度であった。

交通混雑度について言えば、二次格納エリアの位置を変更したパターン10においては、通路現状の場合も、通路を新設した場合も通路中央交差部の交通混雑度を、0.86~0.79と大幅に減少することができた。

全ての評価項目において値を減少できたのはパターン10（通路現状）であった。また通路を新設したパターンにおいては、ロケーション不足数を基本パターンに対して増加させることなく、最長作業時間及び交通混雑度を最も短縮することが可能となった。

4．格納方式の変更

4.1 格納方式変更ケース

次にエリアへの貨物の割り当ては変えずに、貨物の格納方式を変え、CFSの作業に与える影響について検討を行った。この時の通路及び区画位置、エリアへの貨物の割り当てパターンは、前回の調査時とは異なったため、1995年8月に調査を行った際の新しいレイアウトをもとに、図2のように決定し、全てのケースについて用いた。貨物の格納方向、進入方向と入出荷方式により分類した貨物の格納方式を表3に示す。

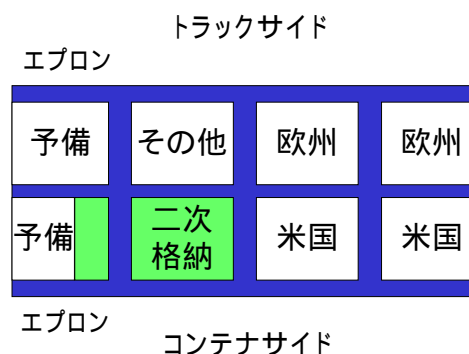


図2 割り当てパターン

表中の「縦方向」とは、貨物をトラックサイド・エプロンに対して垂直に格納する方式、「横方向」とは、貨物をトラックサイド・エプロンに対して平行に格納する方式である。また「先入れ後出し」とは、最初に格納した貨物を一番最後に取り出す方式、「先入れ先出し」とは、最初に格納した貨物を一番最初に取り出す方式である。

ケース6、8においては、先入れ先出しが不可能であり、かつ実例がないため、またケース7に

については効果が期待できないため、検討対象とはしなかった。

表3．格納方式の分類表

格納方向	進入方向	入出荷方式	
		先入れ後出し	先入れ先出し
縦方向	一方向	ケース1	ケース5
	両方向	ケース2	ケース6
横方向	一方向	ケース3	ケース7
	両方向	ケース4	ケース8

4.2 格納方式変更の影響

CFS作業に対する、貨物の格納方式変更の影響について表4に示す。表は最長作業時間、輸出エリア全体でのロケーション不足数、交通混雑度の、シミュレーション期間中の平均を、ケース1に対する比で示したものである。

表4．格納方式変更の影響

ケース番号	1	2	3	4	5
最長作業時間	1	0.92	0.95	0.94	0.95
ロケーション不足数	1	1.05	0.97	1.11	0.97
交通混雑度	1	1.03	0.82	0.86	0.96

1日の最長作業時間について言えば、ケース2で0.92と、最も短縮されている。またこの時、進入方向についてみると、格納方向が「縦方向」ではケース1よりも2の「両方向」で、また格納方向が「横方向」ではケース3よりも4の「両方向」で時間が短縮されていることから、進入方向「両方向」で、「一方向」よりも最長作業時間が短縮できると言える。

ロケーション不足数について言えば、最長作業時間とは逆にケース2よりも1の「一方向」で、ケース4よりも3の「一方向」で減少していることから、進入方向「一方向」で、「両方向」よりもロケーション不足を解消することができる言える。

通路交差点における交通混雑度について言えば、ケース3で最も値を減少できた。またこの時、格納方向についてみると、進入方向が「一方向」ではケース1よりも3の「横方向」で、また進入方向が「両方向」ではケース2よりも4の「横方向」で大幅に減少していることから、格納方向「横方向」で、「縦方向」よりも交通混雑を緩和することができる言える。

また表に示したように、3つの評価項目全てにおいて、基準としたケース1よりも改善されているのはケース3とケース5である。ケース3においては、交通混雑度も最も緩和することができた。

5. 結論

レイアウトの変更がフロアでの作業に与える影響について、次のようなことがわかった。

- ・ 格納エリアへの貨物の割り当てや、格納方式を変えることで、フロア作業の能率や面積利用の有効度を高め、通路交差点における交通混雑を緩和することができる可能性がある。
- ・ 目的の違いによって、適切なレイアウトが異なる場合がある。