

文献調査委員会

変断面柱の座屈近似計算法 <i>The Structural Engineer</i> /梅本 尚孝
交通学入門 土地利用活動 <i>Traffic Engineering and Control</i> /黒川 洸
シェル構造物の簡易建造法 <i>Jour. of American Concrete Institute</i> /藤井 敏郎
港湾の未来像 <i>Dock &amp; Harbour Authority</i> /大隈 正登

変断面柱の座屈近似計算法

“Determination of buckling load for columns with varying section—an approximate easy procedure for certain cases”  
Desayi, P.  
The Structural Engineer  
Vol. 45, No. 6 (1967)

変断面柱の弾性座屈荷重を数式で厳密に求めるのは困難な場合が多く、一般には近似計算によらなければならない。一般には解を仮定し、それを順次訂正して行くのである。大抵の場合たわみを仮定しそれによるモーメントを計算し、さらにモーメントに対応するたわみを計算

する。仮定したたわみと計算されたたわみを比較することによって限界座屈荷重が得られる。くり返しを多く行なえば精度はそれだけよくなる。

また数値計算によって座屈荷重を求める方法には、Timoshenko の共役ばりの方法や Newmark の方法それに緩和法による方法などがある。これらの方法の大部分はたわみを決定する素早い方法が望ましいのである。

この論文では、たわみの微分方程式を差分形式で表わし、(1) 柱が両端でヒンジされ断面 2 次モーメントが対称的に変化する。(2) 一定あるいは変断面柱が一端で固定され他端が自由な場合の 2 ケースについて簡単にたわみを求めている。

計算誤差は大きくとも ± 2% 程度であり、計算尺でも計算できる方法である。つぎに例題によって方法を紹介する。

両端がヒンジされ、断面 2 次モーメントが

$$I = I_0 \left( 1 + \sin \frac{\pi x}{L} \right)$$

にしたがい変化する場合を考える (図-1 参照)。表-1

図-1

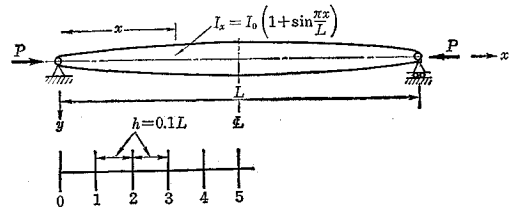


表-1

断 面	0	1	2	3	4	5	共 通 項
$EI$	1.0	1.306	1.589	1.81	1.951	2.0	$EI_0$
$Y^I$ (仮定)	0	36	64	84	96	100	$\delta_1/100$
$M$	0	36	64	84	96	100	$P\delta_1/100$
$\frac{Mh^2}{EI}$	0	27.6	40.3	46.4	49.2	50.0	$\frac{P\delta_1 h^2}{100 EI_0}$
$Y^{II}$	0	188.5	349.4	470.0	544.2	569.2	— do —
$Y^I/Y^{II}$	—	0.1950	0.1830	0.1788	0.1755	0.1760	$\frac{EI_0}{Ph^2}$

結 果  $1.78 \pi^2 \frac{EI_0}{L^2} < P_{cr} < 1.978 \pi^2 \frac{EI_0}{L^2}$   $Y^I_{av} = \frac{h \sum Y^I}{L} = \frac{h 660}{L}$ ;  $Y^{II}_{av} = \frac{h 3673.4}{L}$ ;  $P_{cr}^{av} = 1.82 \pi^2 \frac{EI_0}{L^2}$

2 回 目

$Y^{II}$	0	33.1	61.3	82.5	95.5	100	$\delta_2/100$
$M$	0	33.1	61.3	82.5	95.5	100	$P\delta_2/100$
$\frac{Mh^2}{EI}$	0	25.4	38.6	45.6	48.9	50.0	$\frac{P\delta_2 h^2}{100 EI_0}$
$Y^{III}$	0	183.5	341.6	461.1	535.0	560.0	— do —
$Y^{II}/Y^{III}$	—	0.1802	0.1795	0.1790	0.1785	0.1785	$\frac{EI_0}{Ph^2}$

結 果  $1.81 \pi^2 \frac{EI_0}{L^2} < P_{cr} < 1.825 \pi^2 \frac{EI_0}{L^2}$ ;  $P_{cr}^{av} = 1.815 \pi^2 \frac{EI_0}{L^2}$

に計算過程と結果を示す。

たわみと曲げモーメントの関係は次式で表わせる。

$$\frac{d^2 Y}{dx^2} + \frac{M}{EI} = 0$$

これを差分形式で書くと、任意点  $i$  に対し

$$Y_{i-1} + Y_{i+1} - 2Y_i + \left(\frac{Mh^2}{EI}\right)_i = 0$$

となる。上式によってたわみを計算するのであるが、境界条件を考慮すると以下ようになる。はりの中央断面を  $r$  番目とすると、 $(r-1)$  番目と  $(r+1)$  番目のたわみが等しくなることから

$$Y_r - Y_{r-1} = \frac{1}{2} \left(\frac{Mh^2}{EI}\right)_r$$

さらに  $(r-2)$ 、 $(r-3)$  番目の断面についても前式を立て、順次代入して行くにつぎの一般式が得られる。

$$Y_i - Y_{i-1} = \sum_{n=i}^{r-1} \left(\frac{Mh^2}{EI}\right)_n + \frac{1}{2} \left(\frac{Mh^2}{EI}\right)_r \quad i < r$$

上式を例題の断面 1 から 4 に適用すれば簡単にたわみを決定することができる。断面 1 に対し

$$Y_1 - Y_0 = 188.5$$

であり、 $Y_0 = 0$  であることを考えれば  $Y_1 = 188.5$  となり、 $Y_2$  以後も同様に計算できる。

座屈荷重は仮定した  $Y^I$  といま計算した  $Y^II$  を比較することによって求められる。すなわち  $Y^I/Y^II$  を計算する。値は真値を中心にばらつくが、最大値が上限を与え最小値が下限を与えている。平均値  $P_{cr}^{av}$  が真値に一番近いようである。計算の精度は  $Y^II$  を仮定のたわみとして  $Y^III$  を求めればさらに高められ、 $h$  をさらに小さくとも高められる。なおこの問題に対し Mieses は

$$1.814 \pi^2 EI_0 / L^2 < P_{cr} < 1.830 \pi^2 EI_0 / L^2$$

と解答している。

(委員 梅本 尚孝)

### 交通学入門 3. 土地利用活動

“Introduction to Traffic Science  
3. Land Use Activity”

Blunden, W.R.

Traffic Engineering and Control Vol. 8,  
No. 12, pp. 732~736, April (1967)

本文は、パーミンガム大学の大学院の講義を 6 回に分けて紹介しているうちの 3 回目のものである。

土地利用は発生交通と密接な関係があり、各土地利用によって発生交通の特徴は異なる。発生交通を測る尺度としては以下に述べるものがある。

a) 交通発生力 例えば 1000 台収容するスペースのある駐車場は 1000 台の交通発生力を有すると考えられる。この発生力は各土地利用の規模に直接関係している。

図-1 シドニー中心地区の駐車場の入車密度特性

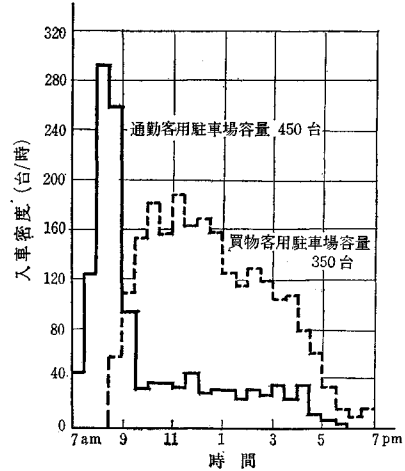
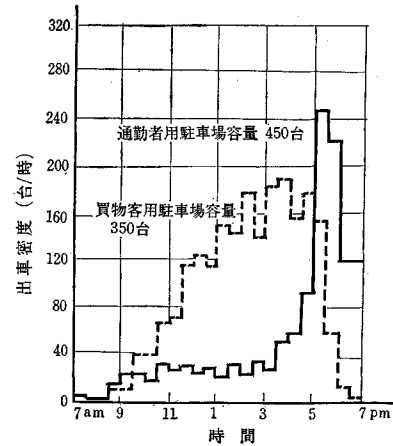


図-2 シドニー中心地区の駐車場の出車密度特性



b) 交通発生密度 これは各土地利用(施設)に入車する人や車の数を入、台/面積/時間を単位として測定されるもので、面積と同時に時間によって大きく変動する。図-1, 2 はシドニーの中心地区の駐車場における調査結果を示したものであり、これから時間によって大きく変動すると同時にその変動が交通目的によってかなり異なることが明らかである。

c) トリップエンドと流出入率 発生密度は面積・時間当りのトリップエンド数のことである。多くの交通発生源は複数個のサービスチャンネルで待ち行列を発生させる施設であると考えられる。このような施設の最大流出入量は次式で表わされる。

$$Q = 2M\mu$$

$M$ : サービスチャンネルの数

$\mu$ : チャンネル当りの平均サービス率(回転率)

さらに利用率を  $\rho$  とすると平均流出入率は  $q = 2\rho M\mu$  で表わすことができる。

d) 占有率 人または物の発生量を各交通手段の

交通量に換算するもので、乗用車の場合は平均乗車人員がこれに相当する。

(1) 発生交通のモデル式

発生交通に関するモデル式はすでに数多く提案されている。これらを方法論的に分類するとつぎのようになる。

a) 原単位法 各土地利用別の発生原単位を求める方法である。これに関しては多くの交通計画で分析が行なわれている。一例としてサンディエゴ都市圏交通計画での値を挙げる。

住宅地	1台/世帯以下の場合	2.7人/世帯/日
	1~1.5台/世帯	3.2人/世帯/日
	1.5台/世帯以上	3.7人/世帯/日
郊外ショッピングセンター	250~300人/エーカー/日	
中心地域	7000人/エーカー/日	
工業地域	駐車場なし	150~200人/エーカー/日
	駐車場あり	50~60人/エーカー/日

この方法は20年先の予測を行なう場合の妥当性に対して問題があると考えられている。

b) 回帰モデル この種のモデルはかなり良い結果を出してきている。しかしこれらは主に住宅地の発生交通についてのモデルである。例えばアメリカの連邦道路局の Merz と Hammer がワシントンの住宅地について作ったモデルは次式で示されるものである。

$$T_R = 4.33 + 3.89 L_1 - 0.005 L_2 - 0.128 L_3 - 0.012 L_4$$

$T_R$ : 世帯当りのトリップ数

$L_1$ : 自動車保有指標

$L_2$ : 人口密度

$L_3$ : 都心からの距離

$L_4$ : 経済指標

c) 関数モデル 以上述べた方法の欠点は交通体系自身の影響を分離することが不可能なことである。したがって真の交通発生力を知るには別の考え方が必要である。そこで New South Wales 大学では待ち行列の理論を利用したモデルが考えられた。それが先に述べたMチャンネルの最大流出量 ( $2\rho M\mu$ ) である。

d) 交通需要係数 これは、その土地の発生力はその土地利用と同時にそこにある交通体系にも影響されると考える方法で、グラビティモデルの係数の取り方はその一例である。ここでは、Bell がシドニーで開発したモデルを示す。

$$T = a + \frac{D}{D_1} + CL_1 + d \frac{L_1}{D_1} + eL_2 + f \frac{L_2}{D_1} + gD_2 + h \frac{D_2}{D_1} + iD_3$$

$T$ : ゾーン間トリップ数

$D_1$ : ゾーン間の直線距離

$L_1$ : ゾーンの人口または雇用数

$L_2$ : ゾーンの製造業就業世帯の割合 (%)

$D_2$ : ゾーンの CBD からの距離

$D_3$ : ダミイ変数(鉄道があるか否かで0または1)

(2) 相対的成長率モデル

これはいわゆる立地論的思考方を利用したもので、各地区の立地の可能性から相対的成長率を求めようとするもので、一例としてロスアンジェルス地域交通計画の場合の式を示す。

$$RGI = [x(HC) + yA + Z(\bar{C} - C)] \times 100 / \Sigma GI$$

$RGI$ : 各土地利用別の相対的成長率 (%)

$HC$ : 容量

$A$ : テクセシビリティ

$\bar{C} - C$ : 地価の指標 ( $\bar{C}$  は平均地価)

これを具体的にするため 図-3 に示す例を考える。これは1つの雇用市場と ABC という3つの住宅地の場合である。ABC 各ゾーンは10年間の人口増加が2100, 2500, 3700で、平均地価が3000ポンド/エーカーで、その他係数  $x, y, z$  を決めるのに必要なデータは表-1に示すとおりである。これより以下の式が成り立ち、 $x, y, z$  は求まる(一般に未知数の数よりデータの数が多く、回帰分析を必要とするが、ここでは簡単のため連立方程式とする)。

$$\begin{cases} 2100 = 10x + 20y - 2z \\ 2500 = 20x + 10y \\ 3700 = 30x + 5y + 2z \\ x = 45, y = 160, z = 775 \end{cases}$$

したがって相対的成長率の式はつぎのようになる。  
成長率 (%) =  $0.012\{45(HC) + 160A + 775(3 - C)\}$

図-3 土地利用と交通体系の模式的配置図

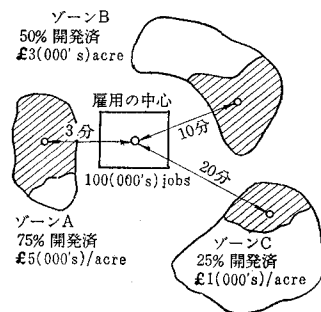


表-1 回帰モデルに必要なデータ

ゾーン	空地規模 (1000人)	雇用に対するアクセシビリティ {雇用数(千)} {所用時間}	地価 (£000'sp/acre)
A	10	100/5=20	5
B	20	100/10=10	3
C	30	100/20=5	1

表-2 イギリスのニュータウンの土地利用現況データ

ゾーン	人口	雇用		開発程度 (%)	地価 (£)
		商業	工業		
1			4500	26	4000
2	3000			25	1000
3	12100			63	1000
4	3800			20	3000
5	17600			91	6000
6			9000	63	6000
7	1900			10	3000
8		8000	1000	47	10000
9	8800			92	7000
10	12800			67	6000
11	2000			12	6000
12	5000			26	6000

表-3 将来人口および雇用の分布

ゾーン	人口	雇用	
		商業	工業
1		9200	
2	10000		
3	18600		
4	11200		
5	19100		
6		11600	
7	10000		
8		1900	14300
9	9200		
10	15200		
11	6700		
12	9900		

### (3) 実 例

上述のモデルの実例として、イギリスのニュータウンに適用した場合を示す。土地利用現況に関するデータは表-2 のとおりである。

### (4) インプットデータ

- 人口増加 43000
- 雇用増(商業) 6300 (全ゾーン8)
- 雇用増(工業) 8200 (ゾーン1, 6, 8)

これに対し、将来人口と雇用の分布をつぎの相対的成長率の式を利用して求める。

$$\text{住宅地 } GI=100(HC)+350A+200(\bar{C}-C)$$

$$\text{工業地 } GI=100(HC)+500A+300(\bar{C}-C)$$

$$A=\text{雇用または人口}/(\text{ゾーン間走行時間})^2$$

この計算結果は表-3 に示す。(黒川 洸)

## シェル構造物の簡易建造法

"Simplified Erection Method for Shell Structures"  
Oleszkiewicz, S. and Parzniewski, Z.

本報文は、薄肉のシェル構造物をショットクリートで施工することにより、従来の複雑な型わくを使用しない、いわゆる簡易建造法についてのべたものである。

### 1. 予備実験

実構造物の施工に先立ち、数回の予備実験を行なった。最初、鉄筋のみでシェル形に組み、ワイヤメッシュで覆い、ショットクリートで施工したが、構造物自体に剛性がなく所望の形状を保ち得なかった。

つぎに、地上で平面の状態鉄筋組みを行ない、中央部を引き上げた場合、容易に3次元の形状になりうるものかどうかを検討するため、1/10と1/5の縮尺模型で実験を行なった。鉄筋の補強方法として、図-1の輪状放射状型および図-2の直交型について実験した。

実験の結果、鉄筋を平面状態で組み、それを引き上げて3次元の形状(ドーム型)に変化させる場合、曲げ応力により局部的なたわみを生じた。

これは、主に引き上げ方法に左右されることを確認した。また、補強方法としては直交型が有利であった。

図-1 輪状放射状補強型

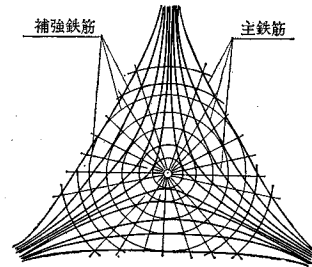
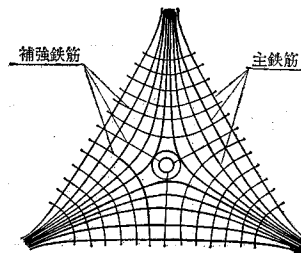


図-2 直交補強型



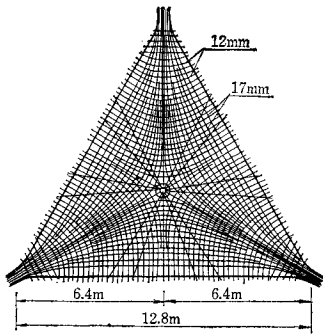
### 2. 実構造物の施工

予備実験の結果から、曲げ応力を規制するため、高強度でしかも太い鉄筋を使用し、組み鉄筋の引き上げ方法を改良した。

平面での鉄筋の配置を図-3に示す。

鉄筋は、降伏点が36kg/mm<sup>2</sup>のものを採用し、主鉄

図-3 鉄筋の配置



筋には  $\phi 17$  mm, 補強鉄筋には  $\phi 12$  mm を使用した。

建造方法の概略をつぎに示す。

- 1) 地上をレベリングする。
- 2) 中央に高さ約 9 m のマストを立て、基礎を一時的に補強し、先端を 4 本のロープで支える。
- 3) 地上で鉄筋を組み、可動クレーンにより引き上げる。この場合、引き上げる力は支持部の 3 点を中心方向に引きよせる力に重点をおき、この力と平衡を保ちながら、中央部を引き上げる。

この操作には、7 個のプリーブロックを使用し、連動するようにした。

- 4) 引き上げを完了した所で、3 点の支持部を固定する。この段階で、すでに組み鉄筋の上で人が作業できる。
- 5) 支持部をのぞいた全面をワイヤメッシュ ( $5 \times 5$  mm,  $\phi 0.3$  mm) で覆い、ショットクリートで約 6 cm 厚に吹付け施工した (支持部は 12 cm 厚)。
- 6) 表面を、シリコ有機材で防水処理した。

組み鉄筋の引き上げを完了した時点での、図-4 に示した 2 断面における縦方向のたわみの実測値を 図-5 および 図-6 に示す。

破線は実測値から得た実験式により求めた値である。

図-4 実験ドーム

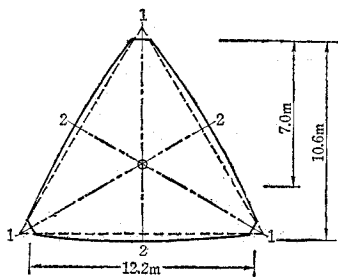


図-5 断面 (1-1) におけるたわみ曲線

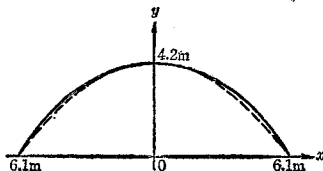
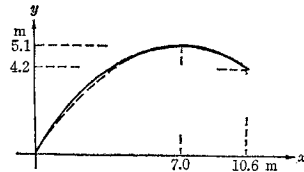


図-6 断面 (1-2) におけるたわみ曲線



以上の施工結果によれば、

- 1) この建造法による場合は、軽量コンクリートと同時に、高張鋼を使用すべきである。
- 2) 直交型補強によれば、平面から 3 次元の構造物に容易に変形できる。

この場合、曲げ応力を規制するように心がける。そのためは、支持部分を中心方向に引きよせながら、中央部を引き上げるようにする。

- 3) この建造法は、鋼材をやや多く必要とするが、型わく作業が不要で、しかも建造期間を短縮できるためコストが約 27% 低減した。

この方法は、さらに他の形状のものにも応用できると思われる。  
(委員 藤井 敏郎)

## 港湾の未来像

“The Port of the Future”  
Costa. F.V.

The Dock & Harbour Authority, Vol. XLVII,  
No. 558, pp. 370~374, April (1967)

海上輸送コストは鉄道、道路輸送コストに比べて非常に安い。船舶は一定速度、水平に走るのがほとんどで、エネルギー必要量は陸上のそれに比べて非常に少ない。また、労働力も、特に大型船において単位貨物当りの労働力は陸上のそれに比べて非常に少ない。しかし、荷役コスト、港湾倉庫の建設費、貨物の選別、書類の確認等に要する時間、さらには盗難などの理由から、海上輸送の有利性はその能力以下にしか評価されていない。

現在の港湾の管理は今世紀の当初に比べると大きい変遷を経ており、最近の技術革新は港湾の一般的な運営に影響をおよぼしてきた。

航空輸送は急速に改善され、運搬コストは陸上、海上の輸送機関と競争できるまでになった。これは高速度による外に、高い効率による所が大きい。

鉄道輸送は 2260 年間に大いに発展してきたが、今後さらに抜本的な変化が予想される。

港湾運営の簡素化、料金を合理化するために電気通信、新材料、荷役装置、新しい計画、管理技術を取り入れることは有効かつ意味のあることであろうか？

本論文はそれの可能性を示唆している。

a) 貨物の最近の傾向 最近の傾向としてはコンテナ

ナー、およびトレーラーを上げることができる。すなわち、個々の貨物は、上屋において選別し、郵便物が封印列車で国境を越えて運ばれるのと同じように、陸路—海路—陸路の全行程を通して同じコンテナ、トレーラーによって発送地から目的地へ運ばれる。このように全ての貨物が大きなコンテナまたはトレーラーによって運ばれるようになれば盗難は皆無になり、保険料、荷役費用は小さくならう。また時間は行程途中における各種作業が不必要になったことによって短縮されることになる。海路運ばれる貨物のほとんどははっきりした地域間を往来するものであり、コンテナまたはトレーラー集積所および貨物荷さばき所を決めるのは困難ではない。

これらの方式は貨物の輸送費用と時間を短縮し、特に多くの国境を経由する場合に重要な役割をはたすと考えられる。

**b) 船舶の接舷** 船舶は岸壁において多くの時間を費す。港へ到着してから接岸するまでの沖待ち時間は、あるポートオーソリティーの調査によれば、船舶が港において費す時間の30%以上になるといわれている。船舶は入港するとパイロットを乗せるために速度を下げ、さらに港内に入ると速度を低下させる。

**e) 岸壁のクレーン** 多くの港において、船舶への貨物の積み込みはつぎの操作によって行っている。

- ① 貨物は鉄道、トラックによって上屋へ運び込まれる。
- ② 貨物はさらに小型車両によって上屋の中へ運ばれる。
- ③ 貨物は船舶の到着まで上屋内に保管される。
- ④ 船が接岸すると、貨物はつり下げられ、クレーンのリーチの範囲内まで運ばれる。
- ⑤ クレーンを貨物と船舶の入荷口から下す。
- ⑥ 貨物は運ばれ、船艙内に積み込まれる。

このように、貨物の荷役、運搬は複雑で無駄が多く時間が浪費されている。しかし、ロールオン・ロールオフ方式のように貨物の運搬車両が直接船艙内に入るようになればこのような無駄はなくなる。

**d) 荷役と雨** 貨物の荷役は雨によって影響されやすい。オーストラリアの荷役工業報告によると、1962～63年の間に約百万ポンドが雨により作業から離れた労働者に支払われたと見込まれている。この中には、船が作業を待つ間の損失はふくんでいない。これに対して、船とクレーンを屋根で覆うのは非常に費用がかさみ、雨によって容易に破損を受けやすい貨物を運ぶ小型船の場合にのみ経済的に利用されている程度である。

**e) 上屋** 無線通信が一般化する前は、船の到着時間を前もって知ることは困難であった。しかし、いまは無線通信ばかりでなく、さらに信頼できる天気予

報、航行時間の短縮によって船舶の到着時間が前もって良く知られるようになった。また、海上において予期せざる遅れがあった場合は船舶の速度を早めることによって遅れを取りもどすことが可能になった。他方、陸上輸送においても、何日でも必要なときに予定された岸壁に予定された貨物が到着するように改良されてきた。こうして船舶が入港する前に岸壁に近接した上屋に貨物を集積する必要は段々となくなってくるといえる。また、これらには貨物を運搬する車両の到着の正確な調整が必要になる。貨物を異なった上屋に運び込む代りにトラックは限られた時間内に荷役する数隻の船舶に対して内陸部の倉庫から直接に貨物を運ぶようになる。岸壁に近接した上屋、コンテナおよびトレーラーの駐車場等の唯一の存在理由は税関、港湾管理者による貨物の管理が容易である所にある。しかし、コンテナ、トレーラー利用の傾向や、内陸における倉庫の税関検査の縮少の傾向は、そのような管理の重要性を弱めている。上屋における中間的な保管なしに、貨物を倉庫から船舶に直接に積み込む傾向、および岸壁の改良の傾向は海上輸送の競争状態を増加させるであろう。

**f) 繫留施設** 走行クレーンを設置している繫留施設の多くの形式は、特に深い吃水の船舶を対象とする場合に高費用を要する。もし貨物が船舶に平行に岸壁上を走行するクレーンの代りに船主または船尾から船内に運び込まれるのであれば繫留施設はなしですませることができるようになる。この場合は、車両用の連結ばりを用いることができ、通常の繫留施設に比べて非常に安い。このような考え方はフェリー、ロールオン・ロールオフ方式等ですでに用いられている荷役方式の一般化に過ぎない。

**g) 水際線と船舶** 水際線に隣接した陸地、水域の価値は全ての港で急速に高まりつつある。荷役中に船舶が必要とする水域の長さを最小にもって行くのは利益のあることである。水際線に平行した船舶の接岸のために水際線に沿った岸壁を利用することは船長と船相互間の余裕約15～20mの距離に等しい水際線の占用を意味している(図-1参照)。

水際線に対して直角な突堤式埠頭は水際線をより合理的に利用するが、突堤においてトラック輸送等のために上屋間に十分広い空地をつくる場合には少しの水際線が儲かるに過ぎない(図-2参照)。

図-1 平行式埠頭

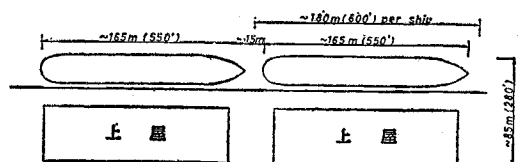
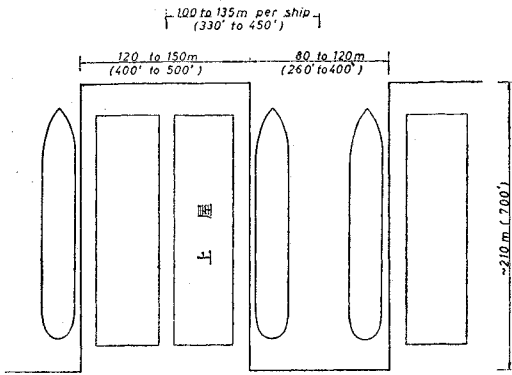


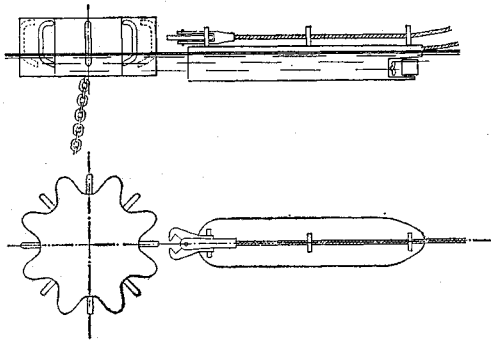
図-2 突堤式埠頭



船舶当りの水際線を短縮するために、上屋間を空地をなくし、その幅を縮める必要がある。しかし、この場合には埠頭運営のコストが上昇する。船舶相互間の余裕を少なくして、水際線に対して直角あるいは斜角に接岸させるのも不可能ではない。水際線に対する角度は有効な水際線、風、潮流の方向、操船の状態、その他の条件を考慮し選ばれる。

**h) 繫留用ランチ** 船舶の繫留においてランチは船舶の繫留索を岸壁、ドルフィン、ブイの直柱類に運ぶ。無線通信または電気ケーブルによって無人の繫留用ランチを走らせるのは、今日では困難なことではない。無線で管制されるホッパーバージはすでに多くの港で実用されている。無人の繫留用ランチは大変小型で、船首から突出部のある魚雷みたいなものが考えられる(図-3 参

図-3 無人繫留用ランチ



照)。

このような方式によると、ブイ、ドルフィン、岸壁の直柱に繫留索を運ぶ時間が短縮されるばかりでなく、海象、気象条件が乗組員を用いたランチでは非常に危険な場合でも繫留ができることになる。

**i) タグボート** 船舶が港に入ると、その速度はただちに低下しなければならない。このため管制力が低下し、それを補い、船舶を岸壁へ着けるためにタグボートが用いられる。操船面で最近発達した装置はタグボートの重要性を少なくしているが、まだ完全に不必要という所までいっていない。もし十分なドルフィン、ブイが港内に適当に配置され、繫留用ランチがすみやかに繫留索を運ぶようになれば、港内における操船は容易かつ安全になり、タグボートは完全に不必要になろう。現在においても十分な水域がない場合はタグボートなしで繫留索とウインチで操船されている。

**j) 補助索と直柱** 繫留索は非常に重く、船から陸上またはブイに直接運べるものではない。通常は最初に軽い索(補助索)を送り、それを用いて繫留索を運ぶ。もし、前述したような繫留用ランチが用いられるようになれば、補助索は不必要になる。また直柱も不必要になり、それに代って図-3 に示したような繫留索取付装置が用いられるようになろう。この装置のコストは現在の直柱と大差ないかも知れないが、空間から荷役を妨げる障害を取りのぞき、この面での利益が考えられる。

**k) 防舷材** もし、船舶が繫留索に引張りだけが働き、繫留施設に全然接しないような位置にある場合、船舶の破損は考えられず、防舷材は不必要になる。繫留索だけで繫留し、連結ばりで通路としている場合の難しさはさらに調査しなければならない。繫留されている船の運動の幅は波の周期と振動の固有周期の比に支配され、もしこの比が1程度であれば、共振が起り、運動の幅および繫留索に働く力は最大になる。繫留施設に直接接舷した大型船舶の危険をなくする利益は非常に重要で、各種繫留索を使つての調査を行なう必要がある。

(委員 大隈 正登)

図 書 案 内

コンクリート標準示方書

B 6判 438 ページ 定価：1000円 会員特価：800円

コンクリート標準示方書解説

A 5判 356 ページ 定価：1300円 会員特価：1000円

人工軽量骨材コンクリート設計施工指針(案)

B 6判 53 ページ 定価：300円 会員特価：250円

プレキャストコンクリート施工指針(案)

B 6判 38 ページ 定価：220円 会員特価：180円

夏期講習会資料

B 5判 128 ページ 定価：900円 会員特価：700円