

文献調査委員会

高架構造で海上に延長された滑走路
Civil Engineering/高崎 一郎
 グラウトしたスリーブ継手における鉄筋のすべり
Civil Engineering/青柳 征夫
 斜張橋の計算に用いるシミュレーション
Der Stahlbau/梅本 尚孝
 移動床流れの流速公式
Proc. of A.S.C.E., HY/石崎 勝義
 港湾の最適規模
Proc. of A.S.C.E., WW/大隈 正登

高架構造で海上に延長された滑走路

“La Guardia Runways Extended over Water”
 Lier, A. & Fasullo, E.J.
Civil Engineering Vol. 36, No. 8,
 pp. 32~37, August (1966)

商用航空機の高速化、大型化、とくに中短距離用ジェット機の実用化にともなって各地の空港はその滑走路の改修を余儀なくされているが、PSコンクリートの高架構造で滑走路を海上に延長したのはニューヨークのLa Guardia 空港が世界最初である。当空港は1700mと2000mの二本の滑走路を有していたが、本工事の完成によって双方とも2300mとなる。前者の延長工事は本年3月に完了しており、後者も来春には使用を開始できる予定である。

滑走路を海上に延長する場合必要な部分を埋め立てるのが普通である。La Guardia 空港の場合も約11000000m³の土砂をもって埋立て可能であるが、隣接するRiker島との間の水路をせばめ、模型実験の結果ニューヨーク港内の水位、流速に悪影響をおよぼし、海水汚染の危険もあると判断されて高架構造の採用となったわけである。さいわい海底の状態が良好なため工費も埋め立ての場合にほぼ匹敵する程度ですみ、しかも工期は2年も短縮することが可能である。

高架形式採用が決定された当初、その構造形式について多くの計画、試算がなされ、最後に二種の案によって工事の競争入札が行なわれた。第一の案は鉄筋を溶接して連続構造となす現場打ちRCスラブを主体とするものであり、第二の案はここにのべるごとくプレキャスト部材によるプレストレスト桁を主体とするものである。いずれも四社以上の共同入札となったが、落札価格は約85億5千万円で、一部の地上部分の工事費をのぞけば、床面積192000m²に対し約39000円/m²である。

本案の利点を列記すれば

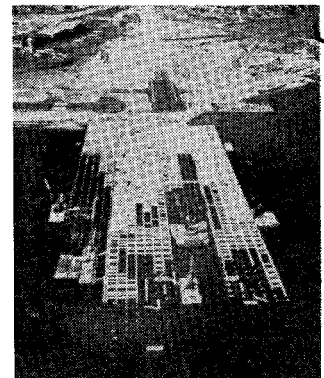
- 1) 海上での型わく設置箇所がきわめて少なく、しか

もあらかじめ地上で組立てられ、かつ自定式のものですむ。

- 2) 192000m²とうい広大な面積に使用する部材を標準化できる。
- 3) プレキャスト部材は製作時の品質管理が容易であり、完成後の維持管理が楽である。
- 4) 伸縮継手は温度変化の吸収に必要な最小限の数で済ますことができる。
- 5) 架設工法を単純化できるため工期がいちじるしく短縮される。
- 6) 上記の利点にもかかわらず工事費が低廉である。等である。

1) 概要 床面積は、滑走路、誘道路、分離帯に分けられ、1パネル125×110mで各パネルは用途にしたがってそれぞれの荷重で設計されている。本工事は非常に特異な構造形式を採っており、施工管理の良否は直接構造の成否に結びつくため、施工順序等は要領書によって厳格に指示されている。まず鋼管杭の打設が終ると内部に海底8mの位置にまで鉄筋の籠をおろしコンクリートを充てんする。杭頭は現場打ちコンクリートによって作られ、その上に杭頭桁が滑走路方向に配置される(写真-1)。

写真-1



桁列の中心間隔は8.3m、桁間の間げきは20cmである。端横桁が頭打ちされると、杭頭桁に製作時設けられたφ130、3本のシースにケーブルをとおし、1パネル分125mがプレストレスされる。このとき導入されるプレストレスは最終量の約半分である。この桁を支承として直角方向に逆複T断面のプレストレスされたプレキャスト床部材が敷き詰められ、断面の突出部に埋込まれたボイドおよび直角方向に設けられた穴をとおしてポストテンション用のケーブルが配置される。これらのケーブルが緊張されるのは、床部材上にさらに配力筋を組み、床面コンクリートを打設し終ってからである。PS導入時のコンクリート強度は280kg/cm²である。杭頭桁のプレストレスの残り半分は床版と同時に導入される。PSケーブルシース内にはただちにモルタルグラウトが行なわれるが、施工継目をモールドするにはコンクリートのクリープと乾燥収縮の終了を待って約2ヵ月後に行なわれる。こうして完成したパネルは隣接箇所を施工するための作業場として使用される。

2) 設計荷重 床面は設計時に①誘導時、待機時、減速時などにおける地上操作荷重を受ける部分。②正常着陸荷重を受ける部分。③墜落荷重を受ける部分。に分けて考えられ、荷重の一例を示せば表-1のごとくである。これ等の決定に当っては、機体ならびに床構造の動的応答、滑走速度と荷重の推定には主脚の破壊強度を集中荷重と見なした。

表-1 設計荷重

荷 重	主脚車輪形式	
	複車輪 (t)	複々車輪 (t)
最大離陸重量	69.5	88.5
最大着陸重量	59.5	70.5
離陸時脚荷重	33.3	41.8
着陸時脚荷重 (衝撃をふくむ)	69.3	81.5
誘導旋回時脚荷重 (衝撃をふくむ)	46.8	59.0
主脚破壊強度	100.0	127.0

3) 杭頭桁 杭頭桁はプレテンション PS コンクリート桁である。さらにポストテンション導入後は、杭を弾性支承とする連続桁として働くことになるが、杭のバネ係数と桁の曲げ剛性をパラメーターとして桁の断面力が大幅に変動するので、その解析に当っては、バネ定数を現場における載荷試験で測定し、さらに多数の杭のパラッキに対処するため桁設計時の断面力は理論値の50%増しとした。弾性沈下を考慮した場合の桁の曲げモーメントは、剛支承とした場合の二倍以上にもなるのは注目すべきである。この場合支承位置でも正の曲げモーメントが生ずるので、PSケーブルはパネル全長にわたって真直ぐに配置してある。ケーブルアンカーは床版とともに BBRV 方式によった。

4) 鋼管杭 施工位置の水深は最深部で13m、水底の地質は玉石混り砂層の上に有機シルト層が載っており、岩は30~50mの深さにある。水深に合わせて杭径もφ525とφ600の二種を用いた。一本当りの支持力は135tである。各パネルの中心位置には、相互に逆方向に傾斜した斜杭を設けた。傾斜の方向は滑走路と直角方向であるため、温度変化によって上部構造は滑走路方向のみ変位を許されることになるわけである。杭の外周はコールタールとエポキシ樹脂のペイントで塗装されている。(委員 高崎 一郎)

グラウトしたスリーブ継手に おける鉄筋のすべり

“Creep in Grouted Sleeve Splices of Reinforcing Bars”
Ivey, D.L.

Civil Engineering Vol. 36, No. 8,
pp. 54~55 August. (1966)

内側にリブをもった鑄鋼のスリーブにセメントグラウト

トを充てんして鉄筋を継ぐ方法(図-1)があるが、本論文はこのような継手における持続荷重下の鉄筋のすべり量を検討するために行なった実験の結果をのべたものである。

実験はテキサス大学で行なわれ、用いた鉄筋は直径1, 1 1/8, 1 1/4 および 1 3/8 in, 引張強度は 39~53 kg/mm² であって、最小降伏点は 23 kg/mm² である。スリーブは焼きもどした鑄鋼製であって、その強度は 42 kg/mm², 降伏点は 32 kg/mm² である。

スリーブと鉄筋の間には水セメント比 50% の非収縮セメントグラウトを充てんした。グラウトの7日強度は 250 kg/cm² であった。まず、スリーブにグラウトを満たし鉄筋をそう入し、余分のグラウトはスリーブから流れ出るようにした。スリーブは7日間実験室中で養生した後試験した。荷重端および非荷重端の鉄筋のすべりはダイヤルゲージで測定した。荷重は毎分の鉄筋応力の増加を 280 kg/cm² として 1400 kg/cm² まで作用させた。

図-2は、 L/D (L はスリーブ中の鉄筋の埋め込み長さ、 D は鉄筋の直径)とすべり量の関係を荷重の持続時間をパラメーターとして示したものであるが、荷重の持続時間に対数目盛を使用すれば、すべり量と持続時間は直線関係にあることが判明した。すなわち、持続時間が1~100時間の範囲について、

$$S_{8,T} = 27.8 + 7.8 \log_{10} T$$

$$S_{9,T} = 31.6 + 10.0 \log_{10} T$$

$$S_{10,T} = 33.2 + 11.0 \log_{10} T$$

$$S_{11,T} = 83.8 + 18.5 \log_{10} T$$

であった。ここに、 T は荷重の持続時間(時間)であって、 $S_{J,T}$ は直径 $J/8$ in の鉄筋を用いた場合のすべり量 (10^{-4} in) を示す。

図-1 スリーブ継手

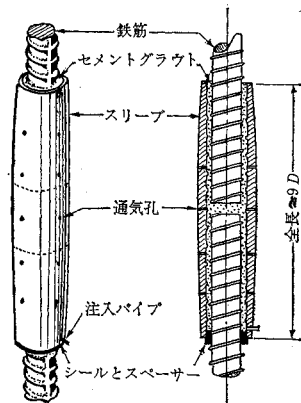


図-2 すべり量と L/D の関係

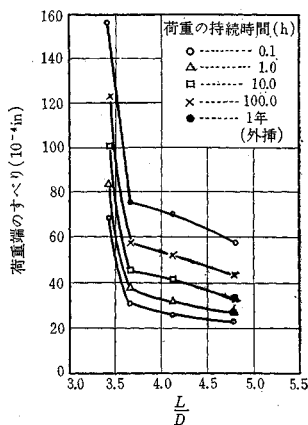


図-2 から明らかなように、 L/D が 3.67 から 4.80 の間ではすべり量と L/D は直線関係にあるが、 L/D が 3.67 から 3.44 に減少するとすべり量は 100% も急激に増大することがわかる。

実験の結果、このようなスリーブ継手を使用する場合には、つぎのようなことに注意する必要があることが認められた。すなわち、

- 1) 持続する引張力が作用するところにスリーブ継手を使用する場合、鉄筋の時間的なすべりを設計上考慮しなければならない。
- 2) スリーブのすべりは、少なくとも最初の一週間は時間を対数目盛でとれば、すべり量と荷重の持続時間の関係を直線で示すことができる。
- 3) スリーブ中の鉄筋の埋め込み長さ と 直径 の 比 は 3.7 以上とすべきである。 (委員 青柳 征夫)

斜張橋の計算に用いるシミュレーション

“Simulation als Vorgehensweise bei der Berechnung von Schrägseilbrücken”
von Protte, W. und Tross, W.

Der Stahlbau, pp. 208~211 7月号 (1966)

西ドイツの計算センターで、斜張橋の計算のためのプログラムを短期間で作らねばならなくなった。連続桁の計算にははすでに還元法によった能率のよいプログラムがある。そのプログラムを基本として、下端で固定され完全に独立な塔をもった連続桁を主系として選び、余力としてザイルの力を導入することが目的に適したものとイえる。しかし後日、ここに選んだ主系とは異なった条件の橋が計算されることが予想されるが、そのつどプログラムを作らなくてもよいように、主系と相違した条件を相似させるシミュレーション法が用いられた。

シミュレーションは、桁のある決った位置に付加的な部材を導入すること、あるいは曲げ剛性や伸び剛性を増減させることによって、よい結果を得ることができる。たとえば塔の下端部がヒンジ支承であるときは、非常に軟らかい弾性固定支持が選ばれる。そのため相似された系では単位状態 ($X_i=1$) の変形が主系のそれに比べて非常に大きく、したがって、システムマトリックスの要素は高次のものになる。しかしシステムマトリックスには、系の幾何学的寸法を示すような本質的に低次の要素もふくまれている。逆行列を求める際、このような低次の要素が消失してしまわないために、計算を実行する桁数は一般の場合よりも大きく取られる必要がある。このプログラムでは 18 桁の数字が用いられている。

シミュレーションには相似されるべき特徴がまだ十分に近似されていないという上限と、計算の安定に必要な下限とがある。

プログラムのなかでは、検算のためにシステムマトリックス U の逆マトリックス U^{-1} を作って次式が満足されるかどうか検討される。

$$U \cdot U^{-1} = E$$

E : 単位マトリックス

そして誤差が 10% 以上になると通報が出るよう作られている。18 桁の数で計算すると下限を越えることなく上記の誤差範囲に入った。

シミュレーション法において重要なのは相似させる特徴を数値的にどの程度極端化するかである。まずあまり極端化されていない数値を選び 1 つのテストケースで、相似されるべき特徴がどの程度近似されているかを調べ、このデータをもとにし、下限に至らぬ範囲で順々に近似して行く。この方法を前進法と呼んでいる。つぎに具体的な例をあげて説明しよう。

図-1 に基本系の幾何学的寸法と剛性が与えてある。テストケースの荷重として、右側のスパンに $p=2.0t/m$ を選ぶ。図-2 には本プログラムが対象とした系を示している。これを系 1 とする。図-3 は系 2 を示すが、これは主桁が水平方向に固定されたシューをもっていないという点で系 1 と異なっている。ザイルの力 $X_i=1$ という単位状態で、水平方向に固定された支承を持たな

図-1 寸法、剛性および荷重

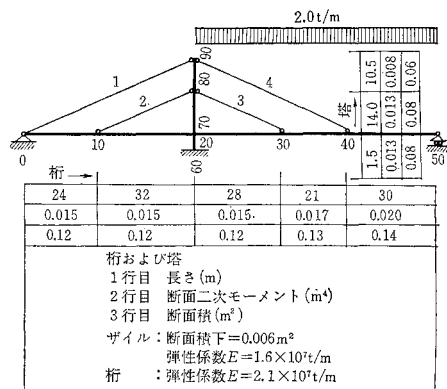


図-2

系 1: 塔は根本で剛結され、主桁には水平方向に移動しない支承がある。塔と桁とは結合されていないがザイルは塔に固定されている

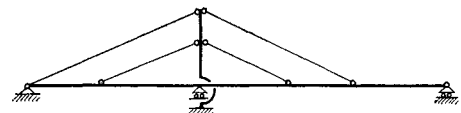
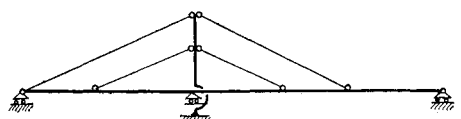


図-3

系 2: 水平方向固定支承がない点で系 1 と異なっている



い主桁は不安定であるので、ここに1つのシミュレーションが必要となりつぎのように行なわれる。点50に水平方向に移動しない支承を仮定する。つぎに点40と50の間の主桁部材を非常にひずみやすくする(断面積 F を非常に小さくする)。しかし実際にはこのような桁は存在しないので、桁を右の端支承からひずみやすくされた桁の分だけ延長しその端部に水平方向に移動しないシユを置く。種々の理想化された断面 $F_i = F_{50} \cdot \alpha$ について計算されたが、その結果を表-1に示す。表から理解できるように α を1桁小さくするにしたがって誤差も1桁ずつ小さくなって行く。なお、この他に $\alpha = 10^{-14}$ についても計算されたが、数値計算上の不安定は現われなかった。またその結果は正確な値と6桁まで一致した。計算して得られた断面力を表-2に示す。構造要素の相違の与える影響がよく示されている。

表-1 系2: 垂直力 N_{50} , 曲げモーメントの誤差 L_M および直応力の誤差 L_N の比較

		α	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}
		N_{50} (t)	1.99	0.21	0.02
主桁	max L_M [%]		9.22	0.98	0.12
	min L_M [%]		0.34	0.03	0.00
	max L_N [%]		2.85	0.29	0.03
	min L_N [%]		0.34	0.03	0.00
塔	max L_M [%]		25.9	2.69	0.27
	min L_M [%]		8.70	0.90	0.09
	max L_N [%]		0.77	0.07	0.01
	min L_N [%]		0.36	0.03	0.01

表-2 テストケースの荷重 $p=2.0$ t/m に対して得られた断面力

		系 1	系 2
ザイル 1	N [t]	122.90	133.75
ザイル 2	N [t]	28.05	60.65
ザイル 3	N [t]	109.06	71.61
ザイル 4	N [t]	97.25	127.51
点 10	M [t·m]	-199.46	-374.76
	N_l [t]	-158.83	-122.53
	N_r [t]	-184.53	-178.10
点 30	M [t·m]	15.75	180.46
	N_l [t]	-184.53	-178.10
	N_r [t]	-86.98	-114.05
点 40	M [t·m]	102.01	31.74
点 60	M [t·m]	-447.73	89.11
	N [t]	-152.77	-166.97
点 80	M [t·m]	268.92	89.11
	N_l [t]	-152.77	-166.97
	N_r [t]	-92.75	-110.65

原論文においては他に7つの系のシミュレーションと断面力の比較を行なっているが、ここでは割愛する。以上のように主系のプログラムを基本として、種々の構造要素の異なった橋をシミュレーション法によって、必要な精度で解析できる。
(委員 梅本 尚孝)

移動床流れの流速公式

“Resistance Relationships for Alluvial Channel Flow”
Garde, R.J. and Ranga Raju, K.G.
Proc. of A.S.C.E., HY Vol. 92, No. 4,
pp. 77~100 July (1966)

河川や移動床水路の流速公式としてマニング公式

$$v = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

(v : 平均流速 S : 勾配 R : 径深)

がよく用いられるが、この公式中の粗度係数 n は水量量によって変化するので適切に推定することが大事である。その方法として、従来提案されてきたものは

- 1) Einstein, Barbarossa の方法
- 2) Shen の方法 (1) を一部修正したもの)
- 3) Liu, Hwang の方法
- 4) 棒他の対数則による方法

などである。

著者は、約45種の粗度資料(うち25種位が河川または用水の資料と思われる)を用いて上記方法を検討したところ、1)については

$$\psi' = \frac{\rho_s - \rho_f}{\rho_f} \frac{d_{35}}{R_b' S} > 5$$

(ρ_s, ρ_f は砂, 水の密度, d_{35} は35% 粒径, R_b' は粒径に関する径深)において、かなり実測値と異なり、2)についても修正の効果はあまり認められず、3)、4)についても資料をプロットしてみると提案された関係からかなりずれることがわかった(原文にはこのことを示すグラフがつけられている)。

その理由を考えてみると、流れの抵抗係数は河床の状態(レジーム)によって主として定められると考えられるのに対して、上記方法において用いられている指標は河床の状態を表わすのに不十分であることが推定される。そこで、著者は河床の状態を定めるのに適当と思われる指標として $S/(\Delta r_s/r_f)$, R/d を用いてつぎのような流速公式を提案した。

$$U \sqrt{\frac{\Delta r_s}{\rho_f} d} = K \left(\frac{R}{d} \right)^{2/3} \left(S / \left(\frac{\Delta r_s}{r_f} \right)^{1/2} \right)$$

ここに $\Delta r_s = r_s - r_f$, r_s, r_f は砂, 水の単位重量、 d は粒径

この式に先にあげた資料をあてはめてみると図-1のようになりよく合うことがわかった(原文には transition の資料をのせたグラフもある)。

係数 K は図-2のごとく主としてフルード数によって定められるようである。

なお固定床の場合には $K=7.66$ となる。これは従来からの公式

$$\frac{U}{U_*} = 7.66 \left(\frac{R}{d} \right)$$

図-1 砂連および砂堆の資料 (比重 2.65)

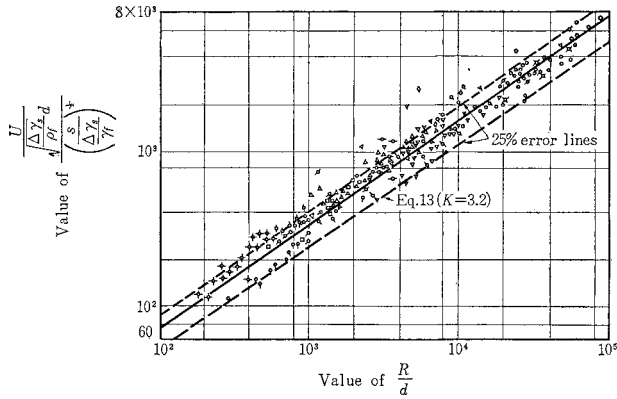


図-2 砂連, 砂堆, transition の資料

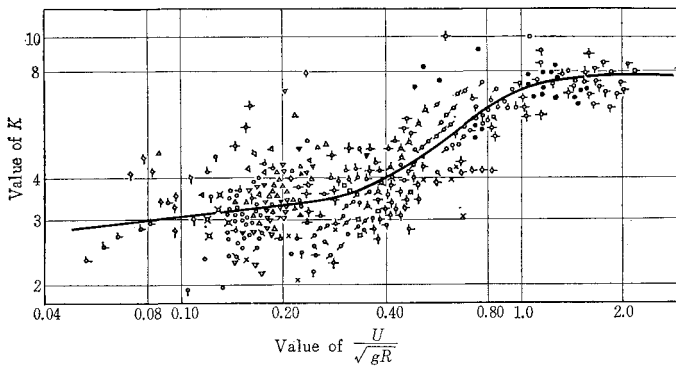
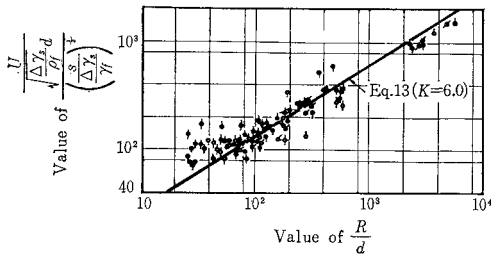


図-3 Antidune の資料



と一致する。

また比重の異なる粒子についても, 提案された公式はよくあう。

Antidune については資料が少ないのははっきりしたことはわからないが, 図-3 のごとく R/d が大きいときは $K=6.0$ と考えてもよいようである。

(委員 石崎 勝義)

港湾の最適規模

“Optimum Size Seaport”

Plumlee, C.H.

Proc. of A.S.C.E., WW, Vol 92, No. 3,

pp. 1~24 August (1966)

- 1) はしがき 港湾における最適なバース (岸壁)

数はどれだけか?, この解はその港が対象とする船輸送の大きさ, および動態 (性格) などの多くの問題により左右される。著者はこの点から, 問題を簡略化するために下記の三つの方向からアプローチを行ない研究を進めている。

- 1) 港における輸送形態の把握
- 2) 遊休施設の費用を最小にするバース数と在港平均船舶数との理論上の相関の決定
- 3) 遊休施設と沖待ち船舶の費用を最小にするバース数とバースの利用 (度) との理論上の相関の決定

本研究により港湾の計画者および管理者に万全の方法を示すことはできないけれども, 何等かの参考意見を示していると思われる。

2) 最適バース数を検討するに際しての問題 港の能力は船舶相互間の貨物輸送, および港湾地域内外の貨物輸送の能力ということであり, それに影響する要因としては下記が考えられる。

- 1) 岸壁の利用能力
- 2) 港の対船舶輸送能力
- 3) 港の港湾地域内外の間の輸送能力

- 4) 港湾地域内における貨物蓄積能力

また, 最適なバース数, 最適な埠頭施設規模は基本的に下記の三つの要因に関係している。

- 1) 船舶到着の形態 (平均的に到着するか? ということ)

- 2) 港湾施設の固定設備費

- 3) 港中における滞留にともなう船舶の費用

すなわち, 計画者が当面する問題はこれらの要因の相関を求め最適な港湾規模を導き出すことである。

3) 船舶による貨物輸送流の動態 船舶の到着動態が将来にわたって正確に予測できるものであれば, 港の計画者は自信ある港湾計画を作成することができる。港湾規模の理論上の解を求めるに際して船舶の到着動態は非常に重要であり, 著者は多くの港に対してその船舶到着動態に関して明細な調査を行なった。

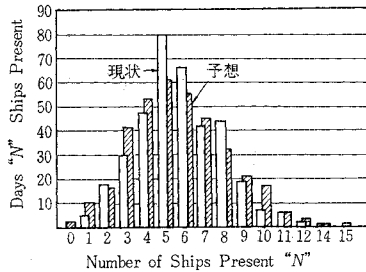
表-1 は調査結果による船舶在港延べ日数とポアソン分布を基にして計算した船舶在港延べ日数を比較したもので, 概して, Fratar, Goodman, Brant などがアメリカ港湾に関して出した結論と一致している。

図-1 はグアテマラのバリオス港の船舶到着動態に関して実測値とポアソン分布を基にした計算値とを比較したものである。

表-1 船舶到着動態の解析結果

港名	対象期間	実際の船舶在港延べ日数	実際に合わせて算出した船舶在港延べ日数	比
Barrios, Guatemala, C.A.	Jan-Dec, 1963	365	322	88.2
Cortes, Honduras, C.A.	Jan-Dec, 1963	365	342	96.2
Limón, Costa Rica, C.A.	Jan-Dec, 1963	365	330	90.3
Acajutla, El Salvador, C.A.	Jan-Dec, 1963	365	334	91.5
Cutuco-La Union El Salvador, C.A.	Jan-Dec, 1963	365	325	89.0
Puntarenas, Costa Rica, C.A.	Jan-Dec, 1963	365	343	94.0
Matias de Gálvez, Guatemala, C.A.	Jan-Jul 1964	212	173	81.5
Corinto, Nicaragua, C.A.	Jan-Dec, 1964	366	343	93.7
All Port Facilities Guayaquil, Ecuador SA	Jan-Dec, 1964	366	341	93.0
Estuary Anchorage Guayaquil, Ecuador SA	Jan-Dec, 1964	366	360	98.5
Guayas River Anchorage Guayaquil, Ecuador SA	Jan-Dec, 1964	366	354	96.6
All Anchorages, Guayaquil, Ecuador SA	Jan-Dec, 1964	366	328	89.6
New Seaport, Guayaquil, Ecuador SA	Jan-Dec, 1964	366	337	92.0
New Seaport & Estuary Guayaquil, Ecuador SA	Jan-Dec, 1964	366	351	95.8

図-1 船舶到着動態の比較



しかしながら、これらの結果を基にしてただちに将来の予測が正確にできるかという点では問題がある。すなわち、船舶の入港に関しては、人為的要因が強く影響するものと考えなければならない。

4) 最適バース数 最適バース数は船舶側から見た理想的なものと、港湾施設投資の元償却により規定される管理者側における最上のものが総合されたものであろう。すなわち“船舶の沖待ち費用遊休岸壁および遊休港湾施設の費用の年間の統計が最小になる”状態が合理的といえよう。最適バース数を求めるには船舶の動態を決める必要があり、この点から議論を進めて行く。船舶の動態をポアソン分布を用いて、式(1)に示すことができる。

$$F = \frac{N(\bar{n})^n e^{-\bar{n}}}{n!} \dots\dots\dots(1)$$

ここに F : n 隻の船舶が N 期間中に在港する延べ日数、 \bar{n} : N 期間中に在港する平均船舶数、

また、 S : N 期間中に到着する船舶数、 T_b : N 期間中に上屋を通過するばら荷の総量、 T_g : N 期間中に上屋を通過する雑貨総量、 C_b : 一般船舶へのばら荷貨物量の平均値、 C_g : 一般船舶への雑貨貨物量の平均値、とした場合

$$S = \frac{T_b}{C_b} + \frac{T_g}{C_g} \dots\dots\dots(2)$$

と表わすことができる。また H : 全貨物を荷役するに要する総時間、 H_b : ばら荷を荷役するに要する時間、 H_g : 雑貨を荷役するに要する時間、 R_b : ばら荷の平均荷役時間、 R_g : 雑貨の平均荷役時間とした場合、全貨物を荷役するに要する総時間は式(3)のとおりとなる。

$$H = H_b + H_g = \frac{T_b}{R_b} + \frac{T_g}{R_g} \dots\dots\dots(3)$$

バース数を X とすれば、 N 期間中の接岸延べ時間数は XN であり、 N 期間中の平均利用率 U は式(4)のとおりとなる。

$$U = \frac{H}{XN} = \frac{T_b/R_b + T_g/R_g}{XN} \dots\dots\dots(4)$$

また、 N 期間中の在港平均船舶数 \bar{n} は

$$\bar{n} = \frac{H}{N} = \frac{1}{N} \left(\frac{T_b}{R_b} + \frac{T_g}{R_g} \right) \dots\dots\dots(5)$$

となり、式(1)は式(6)に改められる。

$$F = \frac{N \left(\frac{T_b/R_b + T_g/R_g}{N} \right)^n}{n! e^{\left(\frac{T_b/R_b + T_g/R_g}{N} \right)}} \dots\dots\dots(6)$$

表-2 遊休施設、船舶沖待ちにともなう総費用

現在船数	1年間に船が在る時間数	1年間にバースが空になる時間	1時間に25ドルのあきバースの値	1年間に船がバースで待機している時間	1時間につき100ドルの待機船時間の値
0	3	27	675	—	—
1	24	192	4 800	—	—
2	94	658	16 450	—	—
3	251	1 506	37 650	—	—
4	502	2 510	62 750	—	—
5	791	3 164	79 100	—	—
6	1 072	3 216	80 400	—	—
7	1 226	2 452	61 300	—	—
8	1 222	1 222	30 550	—	—
9	1 088	0	0	0	0
10	872	—	—	872	87 200
11	635	—	—	1 270	127 000
12	423	—	—	1 269	126 900
13	259	—	—	1 036	103 600
14	148	—	—	740	74 000
15	79	—	—	474	47 400
16	39	—	—	273	27 300
17	18	—	—	144	14 400
18	8	—	—	72	7 200
19	4	—	—	40	4 000
20	2	—	—	22	2 200
運延時間バース/船舶	14 947			6 212	
運延値バース/船舶			373 675		621 200
空きバースと待機船舶の年間値				994 875	

すなわち、対象期間 (N) ばら荷および雑貨貨物量 (T_b, T_g)、貨物の荷役時間 (R_b, R_g) が与えられた場合式 (6) は期間中の在港延べ日数 (F) と在港隻数との関係として把握できることになる。

5) 具体計算例 対象時間：1年 (8760時間)、ばら荷：300万t、雑貨：200万t 船舶一隻当り平均貨物量：4000t/隻(ばら荷)、2000t/隻(雑貨)、荷役時間：100t/時間(バラ荷)、50t/時間(雑貨)の場合。

到着船舶数は式(2)により1750隻、船舶の平均荷役時間は式(2)、(3)により40時間、平均在港船舶数は式(5)より8隻となる。

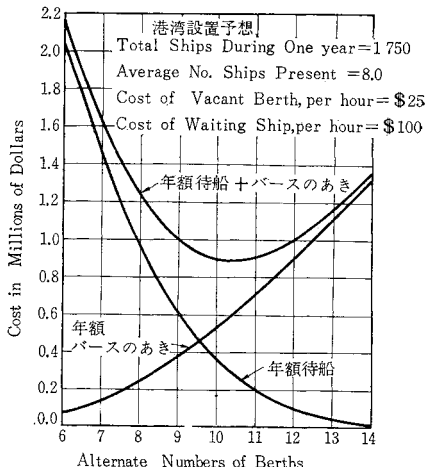
また、式(6)は

$$F = \frac{8760(8)^n e^{-8}}{n!}$$

となり、在港船舶数 n を与えれば、 n 隻の船舶の在港延べ日数が分ることになり、後は数値計算により遊休バース時間、船舶の沖待ち時間を求め、それぞれに時間当りの単価を乗ずれば総費用がでることになる。表-2 はバース数を9とした場合の計算を示す。

これらの計算をバース数を変えて試算を進めて行けば最適なバース数を決定することができる。図-2 はこれ

図-2 最適バース数



らの計算結果を図示したものである。

また式(5)から岸壁の利用度も求め得るのであるが、著者は経済的な港湾管理のためには、利用率65~79%がよいとしている。(委員 大隈 正登)

構造力学 I

小西一郎・横尾義賢 著
成岡昌夫・丹羽義次
A 5・¥1,300

構造力学(II)
A 5・¥980

土木、建築の学生の教科書として、新しい構成のもとに適切な内容と解説を加えて作成されたものです。II巻刊行を機会に全面的に検討しなおし、各章とも補足改訂がされたほか、ねじりの章が加えられ、静定ばり、不静定ばり、柱、静定トラスなどの章は大幅に加筆されるなど、新たな理論、知識が導入され、最近の課題が数多く取上げられています。

■主要内容 緒論 / 力およびモーメント / 構造材料の力学的性質 / 引張および圧縮 / 組合せ応力 / せん断 / 断面諸量 / 静定ばり / 不静定ばり / 柱 / 静定トラス / 静定アーチおよびチェーン / ねじり

岩石力学とその応用

日本材料学会編
A 5・¥2,500

構造物の基礎工学、採鉱学およびトンネル工学などの基礎科学としての岩石力学を体系化したもので、岩盤に対して種々の力学的モデルを仮定して応用および変形状態を解析し、有用な計算式、グラフ、データなどで具体的に解説、岩盤試験、岩盤補強工法、坑道維持、掘削と爆破の工法などの実際面も基礎から詳説しています。



丸善
東京・日本橋
振替東京5番

● テルツァギ
ベック

土質力学

小野・星楚 共訳
加藤・三木

〔基礎編〕A 5・¥ 800
〔応用編〕A 5・¥1,000

丸善金属重量表

丸善出版部編
ポケット判・¥500