

今回は論文集第123号(40年11月発行)掲載論文としてつぎの5編を紹介しします。今月紹介した論文に対する討議は昭和41年5月20日まで受け付けます。次号では第124号(40年12月発行)掲載予定論文として下記の5編を紹介しします。

島田静雄：Ripple Web Girderによる鋼板のせん断試験

明神 証：信号交差点におけるトラフィックシミュレーション(英文)

高田 弘・栗本 謙：系統信号方式による街路交通制御に関する一考察

天野光三：都市交通網における通勤交通需要の予測について

高田 弘：電子計算機を利用したシミュレーションによる道路交通流の解析

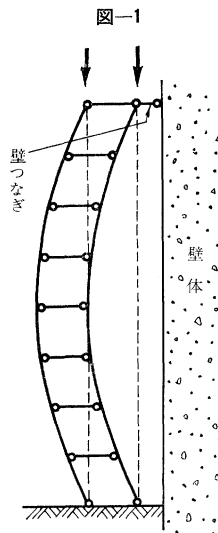
単管足場の座屈強度

森 宣 制

現在わが国で使用されている鋼管足場には二つのタイプがある。一つは単管足場といって各部材に単一の鋼管を用い、これをクランプ(部材交点の止め金具)で組立てるものであり、他はわく組足場といって溶接組立ての鋼管わくを用いるものである。

単管足場は正面から見ると格子状を、側面から見るとはしご状を呈している。ところが部材交点を結合しているクランプは、部材から部材へモーメントを伝達する能力がほとんどないため、足場は図-1のように格子面に直角の方向に容易に座屈を起こす不安定な構造になっている。しかし実際にはこの不安定さを補うために足場を一定の間隔ごとに堅固な物へ定着している。これを壁つなぎと称するが、壁つなぎは足場の変形を拘束するので、そのそう入密度によって単管足場の座屈強度は異なるわけである。

壁つなぎのそう入密度と座屈強度との関係は興味ある問題であるが、一般的な場合について解析することは困難なので、ある仮定のもとに現状の足場について解析を行なった。



本文ではその解析と、以前に行なった実験の概要について述べた。

(1965.3.20・受付)

[正会員 労働省産業安全研究所]

淡水水境界面の摩擦抵抗係数について (英文)

椎 貝 博 美

一般に二層流の境界面には、二層間に速度差が存在すれば、摩擦抵抗が存在する。厳密には、二層間を通じて流速分布が存在するから、もし、流速分布が判明すれば、その勾配より抵抗係数、あるいは抵抗自体を求めることができる。

しかしながら、過去の研究をふりかえってみると、この方法はあんまりうまく行かない。なぜなら、速度分布自体が良くわからない場合が多いし、適当な仮定をおいて(たとえば二層とも流れは層流として)計算しても得られた結果は、観測データの傾向と一致しない。筆者はこの点に注目して、抵抗係数は境界面に生ずる内部波によって影響を受けるとの仮定をおいて計算を行なった。この場合、内部波としては、波高が小さくて、波形勾配の大きいものが最も強い影響を有するとしている。なぜならば、波高の大きくて、かく波形勾配の大きい波は不安定になるし、同じ波高の波でも波形勾配の小さい波は境界面の曲りとして考えられても、エネルギーの逸散に大きく影響するとは思われないからである。

このようにして、境界面に内部波を考えた場合、内部波によるエネルギーの逸散を計算し、これを規準速度で除いたものが見掛けのせん断力と考えれば、抵抗係数も容易に求めることができる。

この場合、二層間で流速はステップ状にかわるものとするので、乱流型速度分布に近いものと思われる。また乱関数は当然用いることができるが、内部波が渦なしと考えれば速度ポテンシャルも用いることができるので計算上便利である。ただし、境界面は渦の集まりと見ることができるので、上下二層別々にポテンシャルをおかなくてはならない(計算上は上層のポテンシャルを用いればよい)。この仮定は、ちょうど、船体に対する造波抵抗に相当するもので、従来見過されていた項である。

このようにして計算した結果は抵抗係数がレイノルズ数と内部フルード数の自乗の積に逆比例するもので、従来の実測値については、層流域から乱流域にわたって広い領域における傾向を良く表現した。ただし、定数は、波形勾配の最大値より求めねばならないが、これは従来のかなり大きい波高の内部波について知られている値よりやや大きく出た。この点については将来検討する必要

があるが、いずれにしても表面波とは比較にならない大きな波形勾配をもつことは確かである。この結果は将来生じ得る塩水クサビ (Salin wedge) の侵入距離の推定に用いて有効なものであろう。 (1964. 9. 25・受付)

[正会員 東京工業大学助教授 土木工学科]

電子計算機による乱流現象のシミュレーション (英文)

日 野 幹 雄

1. われわれの対象とする現象には、不規則変化をとまなうものがきわめて多い。かつ、こうした現象の多くは不規則であると同時にその変化は連続的である。

現象の本質が十分にわからないため微分方程式がたてられない場合とか、たとえ微分方程式があっても条件が複雑すぎる場合にはシミュレーション手法が良く用いられる。不規則現象あるいは確率論的な現象のシミュレーションにはモンテ・カルロ法 (無作為抽出の方法の応用) が良く用いられる。もっとも、モンテ・カルロ法はもともと確率論的な現象の解法に用いられたものであったが、現在では決定論的な問題の解法としても利用されている。

ところで、モンテ・カルロ法は現象の不規則性はシミュレートできるけれども、連続性までは真似しえない。この論文では現象の不規則性と連続性をシミュレートするような手法を提案し、この手法で作られる不規則変

動の統計的特性やその実際問題への応用例について論じた。

2. たとえば、煙の動きをみていると、煙の塊は上下左右に細かく変動しつつ、全体として上とか下とかに徐々に移動しており、けして急激な運動変化を起こさない。これは、乱れの場がいろいろの大きさ・強さ・寿命時間などの渦から成り立っているためと考えられる。このような考えは Weizsäcker によって提出され井上によって発展させられた乱子理論により明瞭に記述しうる。

流れの乱れの成分は種々の階級の乱子のその和である。

$$v' = V_0 + V_1 + V_2 + \dots + V_n + \dots + V_\infty \dots \dots (1)$$

ここに添字 0 は最大乱子を、 ∞ は最小乱子を表わす。 n 階級の乱子の大きさを A_n とすれば、乱子のエネルギー逸散率は

$$\epsilon \sim V_n^3 / A_n \dots \dots \dots (2)$$

であり、これは乱子間のエネルギー輸送の関係から乱子の階級に無関係に一定でなければならない。乱子はそのエネルギーを ϵ の割りあい消費する時間を乱子の寿命時間 $\tau_n \sim V_n^2 / \epsilon$; 一点を乱子が流れの平均流速 U_0 で通過する時間を乱子の通過時間 $T_n = A_n / U_0$ と定義する。

前者は Lagrange 的特性時間、後者は Euler 的特性時間である。

今、 R_n を標準偏差が 1 の Gauss 分布をもつ乱数とすれば、乱子モデルは、

$$v' = \sum_{n=0}^{\infty} A_n R_n \dots \dots \dots (3)$$

図-1

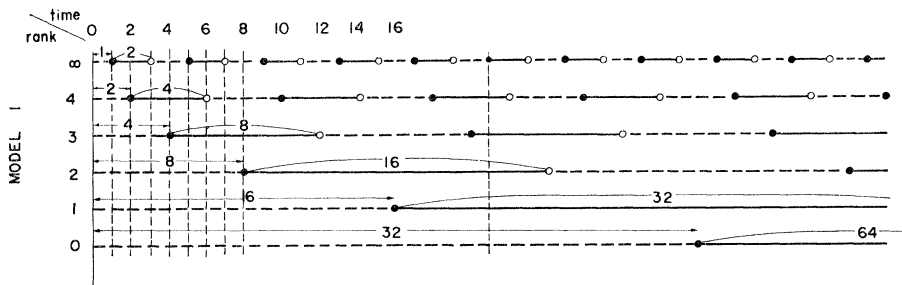
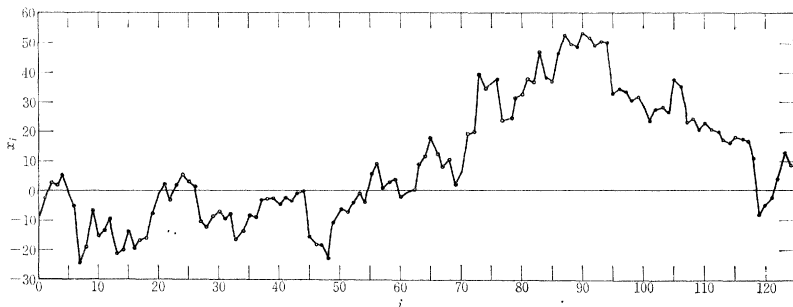


図-2



と表わしうる。乱数は電子計算機で発生させることができる。\$A_n\$ は上述の寿命時間・通過時間の定義から

$$\left. \begin{aligned} \frac{A_n}{A_0} &= \left(\frac{\tau_n}{\tau_n} \right)^{1/2} \quad [\text{Lagrange 的挙動}] \\ \frac{A_n}{A_0} &= \left(\frac{T_n}{T_0} \right)^{1/3} \quad [\text{Euler 的挙動}] \end{aligned} \right\} \dots (4)$$

である。

乱子仮説を電子計算機でシミュレートしやすいようにモデル化したものが、図-1 である。図中の丸印は乱数の発生を意味し、その右の線はその乱数が継続して存在することを表わす。つまり、線の長さが各階級の乱子の寿命または通過時間にあたる。MODEL I では同一時刻に乱数の発生や消滅が集中して、急激な(流速の)変化が起こることのないように各階級の乱数別との間に lag を設けた。

\$A_n R_n(j)\$ を階級 \$n\$ の乱子の \$j\$ 番目の element とすれば、

$$\left. \begin{aligned} i &= \left[2 + \frac{1}{T_n} (t = T_{n-1}) \right] \quad (\text{Model I}) \\ j &= [1 + t/T_n] \quad (\text{Model II}) \end{aligned} \right\} \dots (5)$$

である。右辺の \$[]\$ は整数部を意味する。\$j\$ が1増加する \$t\$ 時ごとに電子計算機でつぎつぎに作り出される素乱数別の乱数と新しく入れかえれば良い。

われわれの単純化された乱子モデルについて相関スペクトルを計算すれば、つぎようになる。

$$R(\tau) = \frac{1}{\sum_{n=0}^{n_{\max}} \left(\frac{T_n}{T_0} \right)^p} \sum_{n=0}^n \left(1 - \frac{\tau}{T_n} \right) \quad (T_{n+1} \leq \tau \leq T_n) \dots (6)$$

$$F(f) = \sum_{n=0}^n \frac{1}{T_n (\pi f)^2} (1 - \cos 2\pi T_n f) \dots (7)$$

もし、乱子間の寿命時間(あるいは、通過時間)の間隔が無限に小さくなれば、次式のように表わしうる。

$$R(\tau) = \begin{cases} 1 - \left(\frac{\tau}{T_0} \right)^{p+1} - \frac{p+1}{p} \frac{\tau}{T_0} \left\{ 1 - \left(\frac{\tau}{T_0} \right)^p \right\} & (0 \leq \tau \leq T_0) \\ 0 & (T_0 < \tau) \end{cases} \dots (8)$$

$$F(f) = 4 T_0 \left[\frac{p+1}{2p} \frac{\sin^2 \pi f T_0}{(\pi f T_0)^2} - \frac{1}{2p} \frac{\sin(2\pi f T_0)}{\pi f T_0} + \frac{1}{p} \int_0^1 t^{p+1} \cos(2\pi f T_0 t) dt \right] \dots (9)$$

ここに、\$p\$ は式(4)の指数である。なお、式(9)の右辺は \$2\pi f T_0 < 1\$ では

$$\frac{\Gamma(1)}{2 \left(\frac{p}{2} + 1 \right)^n} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(-1)^n \left(\frac{p}{2} + 1 \right) (2\pi f T_0)^{2n}}{\left(\frac{p}{2} + n + 1 \right) \Gamma(2n+1)}$$

となる。

このモデルで作られた不規則波の例が、図-2 であ

図-3

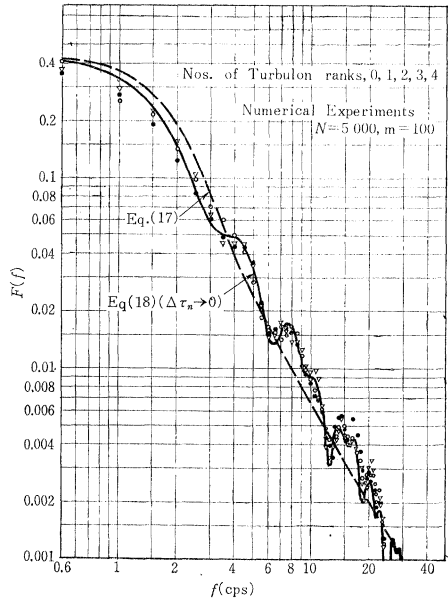
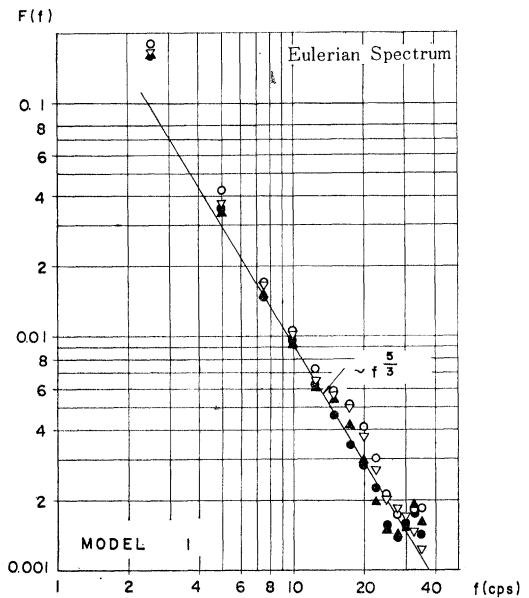


図-4



る。

Model I において、\$p=1\$ として乱子の個数(階級数)をつぎつぎに多くして数値実験をし、式(5),(6),(7),(8)と比較した例が図-3 である(解析は Tukey の方法による)。

また、Model I において、\$p=2/3\$ (Eulerian) として計算した例が図-4 である。これらの図にみるようにここに提案された乱流モデルが Kolmogorov の \$-5/3\$ 乗スペクトルを良くシミュレートすることがわかる。

3. この論文では、複合乱数列モデル（あるいは修正モンテ・カルロ法）の基本的性質を調べた。この手法は種々の分野の振動や不規則現象のシミュレーションに応用しうる。たとえば、煙の拡散とが、進入長波に対する湾の振動応答特性（harbor paradox の問題）については、すでに応用例を発表した。（1964.11.11・受付）

[正会員 電力中央研究所技術研究所]

垂直荷重および水平力を受けた鋼杭の性状に関する研究

森 博

鋼杭に垂直荷重または水平力が加えられた場合に荷重と沈下量および水平力と横方向移動量の関係について理論的考察を行ない、沈下量と移動量を加えられた力の関数として表わした。この研究で著者は鋼杭がきわめてたわみやすい弾性体であることに着目し鋼杭の弾性変形が鉛直力を受けた杭の摩擦抵抗分布に大きな影響を与えることを考慮した。また著者は地盤が杭の周辺で弾塑性平衡状態にあることに着目し弾性領域と塑性領域の複合された条件にもとづいて微分方程式の解を求めた。著者の理論による計算値は実際の鋼杭に対して実測値に比較して良く一致することを確かめた。（1964.3.25・受付）

[正会員 基礎地盤コンサルタントKK社長]

放射状都市鉄道路線の勢力圏人口に関する研究

天野光三・青山吉隆

都市近郊の人口密度は都心に対する直線距離ではなく、時間距離に大きく影響されていることに着目し、都市近郊の発展に密接に関連する交通機関として放射状高速鉄道路線を有する場合のモデルについて各路線の勢力圏人口を考察する。

まず東京における実績値から、都市近郊の人口密度 $\rho(t)$ は都心に対する時間距離 t に関して

$$\rho(t) = Ae^{-Bt} \dots \dots \dots (1)$$

ここに、 A, B : 定数と仮定することができる。

図-1 は放射状鉄道路線 R, R' が交角 θ で架空の点 O' でまじわっている場合のモデルを示す。いま極座標上の位置 (r, θ) にある住宅地 A から路線 R, R' を利用して都心 O までの時間距離 t, t' を次式とする。

$$\left. \begin{aligned} t &= \frac{r-r_0R}{v} + \frac{r\theta}{u} + t_R \\ t' &= \frac{r-r_0R'}{v'} + \frac{r(\theta_0-\theta)}{u'} + t_{R'} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (2)$$

ここに、 v, v' : 鉄道路線 R, R' のそれぞれの平均表定速度

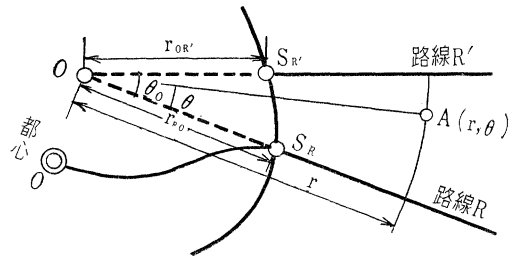
u, u' : 住宅地 A から路線 R, R' に至るそれぞれの平均速度

$t_R, t_{R'}$: 都心 O から $S_R, S_{R'}$ までの時間距離

r_0R, r_0R' : O' から $S_R, S_{R'}$ までの距離

この場合、時間距離からみた両路線の勢力圏の境界が

図-1 鉄道路線 R, R' と都心 O を示すモデル



路線 R となす角 θ_{Br} を求めるため $t=t'$ とおき、

$$r_0R = r_0R' = r_0, u = u'$$

とすると、

$$\theta_{Br} = \frac{u}{2} \left(a + \frac{b}{2} \right) \dots \dots \dots (3)$$

$$\text{ここに、} a = \frac{v-v'}{vv'} + \frac{\theta_0}{u}$$

$$b = t_{R'} - t_R - \frac{v-v'}{vv'} r_0$$

となる。

式(1),(2)および式(3)から、 O' からの距離が $r_1 \sim r'$ の範囲の路線 R の勢力圏内人口 $P_{r_1 \sim r_2}$ は次式によって求められる。

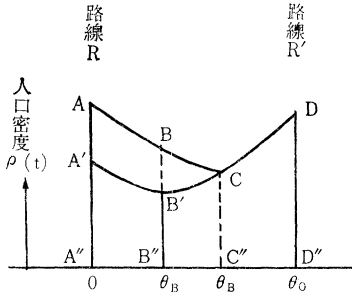
$$P_{r_1 \sim r_2} = \int_{r_1}^{r_2} \int_0^{a + \frac{b}{r}} A e^{-B \left(t_R + \frac{r-r_0}{v} + \frac{r\theta}{u} \right)} \cdot r d\theta dr \dots \dots \dots (4)$$

$$= \frac{Auv}{B_2} e^{-Bt_R} \cdot e^{B \frac{r_0}{v}} \left[e^{\frac{B-b}{K'}} \left\{ e^{-B \frac{r_2}{v} K'} - e^{-\frac{B-r_1}{v} K'} \right\} - \left\{ e^{-\frac{B}{v} r_2} - e^{-\frac{B}{v} r_1} \right\} \right] \dots \dots \dots (5)$$

$$\text{ここに、} K' = 1 + \frac{va}{2}$$

この式(5)を用いて鉄道路線、バス路線の速度が相対的に変化する場合の各勢力圏人口の変化を予測することができる。たとえば図-1の路線 R の速度 v が v^* に増加すると式(3)の θ_{Br} は θ_{Br}^* になり、路線 R の勢

図-2 鉄道路線 R, R' 間の人口密度分布



力圏は路線 R' の方向に拡大すると同時に式 (1) にしたがって人口密度 $\rho(t)$ が大きくなる。

図-2 はこの関係を示すモデルであり、路線 R の勢力圏人口 A'A''B'B' が、速度向上によって AA''C''C

に増加することがわかる。そうして AA'B'B, B'B''C''C, BB'C をそれぞれ計算することもできる。

東京西部について

(1) 西武池袋, 西武新宿, 中央, 京王, 小田急の各路線の昭和 37 年における勢力圏人口。

(2) 西武新宿線をたとえば地下鉄による都心直通などにより速度向上した場合の各路線勢力圏人口の変化。

(3) 中央線と京王線の間に地下鉄新線を建設した場合の各路線勢力圏人口の変化。

などの試算を行ない、都市再開発計画、都市鉄道網計画のための巨視的な予測値が得られることを明らかにした。

(1965.6.7・受付)

〔天野：正会員 京都大学助教授
青山：学生學員 京都大学大学院学生〕

論文集への討議について

本号登載の全論文に対して討議を付けております。討議をされる方は下記の要項をご参照の上、昭和 41 年 5 月 20 日までに論文集編集委員会へてご提出下さい。

記

1. 討議は論文集掲載全論文を対象とします。
2. 討議の受付は論文集掲載後 6 ヶ月以内とします。
3. 討議原稿を提出するときは学会原稿用紙に必要事項を記入のうえ論文集編集委員会へてご提出下さい。
4. 討議原稿の取扱いは論文集編集委員会にご一任下さい。
5. 討議に関する問合せは論文集編集委員会へご連絡下さい。

コンクリート工学ハンドブック

京大名誉教授 近藤泰夫 京大名譽教授 工学博士 坂 静雄監修(最新刊発売中)

高踏な理論をわかりやすく、多くの実験資料、施工例、試験方法を取入れてコンクリート工学の全般にわたってわかりやすく解説した最高の技術必携書。

〔内容〕材料編(セメント・骨材・水・混和材料・鋼材他)コンクリート編(性質、配合、力学的性質他)コンクリート製品編・施工編・材料試験編。

★A5判 1228頁 価 5800円

地下水学

弘前大教授 理学博士 酒井軍治郎著

(11月下旬刊)

本書は基礎地下水学に重点をおき、地下水学の学問体系を確立しようとしたもので、地下水開発利用等に従事する現場技術者、大学学生のための座右書。

〔内容〕地下水の分類・地下水包蔵体の地文学・帯水系統の層位学的考察・地下水層の水文地質構造・岩罅水・湧泉・滲透他。★A5判 428頁 価2300円

セメント工業材料規格便覧

日本材料学会編(1965年版) 価 1800円

プレストレストコンクリート

坂・岡田・六車編 価 2300円

基礎工学ハンドブック

村山朔郎・大崎順彦編 価 4000円

資源鉱物ハンドブック

坪谷幸六他6氏編 価 6500円

河川工学

山本三郎編 価 1800円

建設機械施工法

斎藤義治著 価 900円

日本地方地質誌全9巻

小林貞一他8氏著 1000~1800円

図書目録
内容見本
進呈

朝倉書店

東京都新宿区東五軒町55
振替東京8673 電(260)0141代