

文献調査委員会

新しい航空機に対する滑走路面の凹凸による効果

Proc. of A.S.C.E., AT/島田壮八郎

砂利河床における浮遊砂の堆積

Proc. of A.S.C.E., HY/星畑 国松

安定河道の設計

Proc. of A.S.C.E., HY/岡田 耕

自由水面を持った重力井戸への非定常流

Proc. of I.C.E./佐々木 康

新しい航空機に対する滑走路面の凹凸による効果

“Runway Roughness Effect on New Aircraft Types”

Lee, H.R. & Scheffel, J.L.

Proc. of A.S.C.E., AT, Vol. 94, No. 1,

pp. 1~17, November (1968)

(1) はじめに

最近の航空機の大型化に伴うターミナル計画、滑走路の配置、騒音問題については、よく論じられているが滑走路や、誘導路面の凹凸に対する航空機への影響については、運航上重要な問題であるが余り考慮されていない。アンカレッジ国際空港では、重量 300 000 ポンド程度の国際線のターボジェット機が就航しだして直後に、滑走路の凹凸に対して苦情が始めた。アンカレッジ空港の場合は、特に凍上による影響が大きな要素を持っているようであるが、これより小さな航空機の操縦士からは、苦情がないところや、滑走路の凹凸の形体から考えると、航空機が滑走路構造に影響していることが分る。

以上のように、滑走路の凹凸に与える要素には、基礎の土質構造、気候、航空機の大きさ、舗装構造、滑走路を使用する航空機の数などが考えられる。

(2) 航空機の応答特性

滑走路のある凹凸形体上を、ある速度で走行する航空機は、その大きさにより異なった格好で応答する。この応答は航空機の応答周波数として現われる。つまり、航空機は滑走路の凹凸に関係して共振を生ずる。応答周波数は航空機が重くなれば小さくなる。また、航空機の離陸速度が大きくなれば航空機の動揺間隔(波長)が増加する。この周波数は軽い航空機で 2~3 cps, 将来の大型航空機で 0.5 cps 以下である。以上のことから、現在就航している航空機の観測記録より、将来の航空機(B-

747, SST, 重量 1 350 000 ポンドの航空機)について、重量と速度および滑走路の凹凸の関係を予知する必要がある。

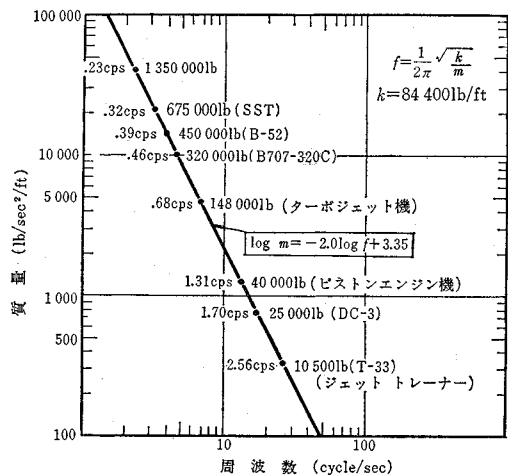
滑走路の凹凸の形体が航空機の鉛直加速度を生ずると仮定すれば、平坦な滑走路に 1 ヶ所の凹凸があると、これから航空機に動揺を与え、その共振周波数に従った波長の振動を生ずる。このときの航空機の運動は、ばねに関する Hook の法則で説明される。したがって、周波数は

$$f = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

ここに、 k : 定数 m : 航空機の質量

で表わされる。NASA (National Aeronautics and Space Administration) による研究結果、T-33 ジェットトレーナーで 2~3 cps, ピストンエンジン機で 1~1.5 cps, ターボジェット機で 0.75 cps を用いて大型機の周波数を求めると、図-1 のようになる。

図-1 航空機の質量と共振周波数の関係



また、先に述べた航空機の動揺間隔 (D) と、離陸速度 (v) および周波数の関係は、簡単に

$$D = \frac{v}{f}$$

と表わされる。B-707-320 B を考えると、 $v=170$ knot $=288$ ft/sec, $f=0.45$ より動揺間隔は 640 ft となる。

(3) 凹凸と鉛直加速度の関係

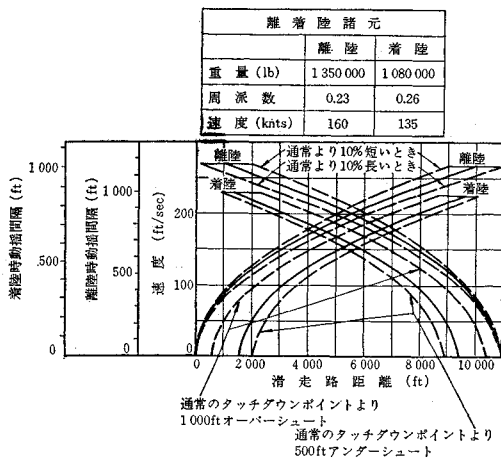
滑走路の凹凸は航空機に鉛直加速度を与え、その大きさは、航空機の周波数による凹凸の程度やその型式による。操縦室の最大許容加速度は $\pm 0.4g$ であり、これより大きくなると操縦が不安定になる。航空機は力の中心のまわりに回転することができ、加速度は航空機自体に働く加速度と、回転による加速度より成る。操縦室と主脚との間隔が広がると、この回転による加速度が増加し

操縦室は航空機の中で最大の加速度を受ける。

(4) エネルギーに対する考察

滑走路の凹凸に共振周波数で応答し、航空機は滑走路表面をある速度に対応する正弦波形の形にする。離陸が繰り返されると凹凸は促進される。これは最も重い航空機が滑走路表面に大きなエネルギーを与え、凹凸形体に大きく影響していることを示している。舗装の構造が完全弾性体であれば、変形ももとの位置に回復するが、実際にはある程度の沈下は避けられない。エネルギーについての解析は完全ではないが、運動エネルギーは保存されず、非弾性変形、熱、音、弾性回復に変換されると考えられる。速度が増加すると揚力が増加して、舗装に与える質量は減少するが、運動エネルギーは速度の二乗に従って増加するから、運動エネルギーの最大は離陸地点の近く(最高速度点)で起り、ここに滑走路の最大凹凸を生ずるようである。

図-2 1 350 000 lb 航空機 の速度、距離、動揺、間隔の關係



離陸の方式によりこの位置は異なってくる。ここで、1 350 000 ポンドの航空機を考えてみると、航空機の速度、離着陸時の航空機の動揺間隔は、図-2 のように表わされる。離着陸は風向によって滑走路の両方向に対して行なわれる。また着陸地点は常に一定とは限らないがこれらを図-2 で示している。図-2 より離陸時の後半部に 4~5 回の共振動揺を起す場所があることが分る。先のアンカレッジ国際空港では、最大重量の B-707 や DC-8 により離陸時の後半部に 3~4 回のはげしい動揺が報告されており、それより小さい航空機には動揺は起っていない。また着陸時には、はげしい動揺は感じられていない。

(委員 島田壮八郎)

砂利河床における浮遊砂の堆積

“Deposition of Suspended Particle in a Gravel Bed”

Einstein, H.A.

Proc. of A.S.C.E., HY, Vol. 94, No. 5, pp. 1197~1205, September (1968)

(1) 緒言

砂利河床上を流下する間に細粒径の浮遊砂はどのようにまたどこに、どの程度沈降するかということは、沈降の運動、河床変動をとらえる上で重要である。

著者は、以前実施した環流水路における掃流砂実験において、はじめに濁っていた水が徐々にきれいになることから、砂利河床の空げき中に細粒子が沈降することを確認し、またこの観察結果より実験水路を用いてこの堆積現象を研究しようものと考えた。

(2) モデルの設定

流れが一樣な砂利河床の上を一樣に流れている場合、浮遊砂粒子の濃度分布が一定であれば、浮遊砂が河床へ沈降する割合は等しいと考えられる。

この仮定の主要点は、河床面の近くのどこかにつきの特性をもつ境界面を仮定することで、

- 1) この面の上の粒子は河床の影響を受けず、浮遊する。
- 2) この面を通して流体の交換はない。

したがって、粒子はこの面を通して沈降するのみであり、一度この面をこえて沈降しはじめると乱れに影響されてうかびあがることはない。

このような理想化されたモデルから、沈降量として、境界面上の濃度 $c'X$ 沈降速度 v_s をとる。

一樣流れにおいては、実験により c' は平均濃度 c に比例することが認められているので、河床単位面積上の粒子の総重量は $dc = Adc'$ と表わされる。ここに、 A : 流れと粒径による定数、 d : 水深。

沈降量 $c'v_s$ は単位面積、単位時面当りの浮遊粒子の沈降量のみでなく、単位時間当りの浮遊砂量の減少量でもあるから、この関係は

$$\frac{d}{dt}(Adc') = -c'v_s \dots \dots \dots (1)$$

と表わされる。

A, d および v_s を一定とすると、

$$-\ln c' + \ln c'_0 = \frac{v_s}{Ad} t \dots \dots \dots (2)$$

ここに c'_0 は、時間 0 における境界面の濃度。

この c', c'_0 は測定しぬくいので、さきの定数 A を用いると

$$\ln c_0 - \ln c = \frac{v_s}{Ad} t \dots\dots\dots(3)$$

となり測定値を直接比較できる。

この種の現象の表現として半減期を用いると、この時間は、 c に $0.5 c_0$ を代入して

$$T = \frac{0.692 Ad}{v_s} \dots\dots\dots(4)$$

と表わされる。

(3) 実験結果

この考え方をためすために2種の環流水路を用いて、河床に最大粒径 3.7~15 cm の粒子を敷き、浮遊砂としては 3.5~30 μ の石英砂石を用いて行なわれた。

各実験においては、純水において希望の水力条件を実現し、その後細粒径砂が水路全体が同一濃度になるまで加えられた。その時間を出発時間として、あらかじめ予定された種々の時間にわたって採水し、3.5 μ から 30 μ の間の粒子を 10 区分で粒度分析がなされた。

結果の濃度分布は、式(3)に示すごとく時間に対して指数減衰することが確かめられた。

式(4)との比較においては、粒径と水量から $A=1$ とし、経過した全時間のうち浮遊砂が砂利河床上を流れる時間の割合 η を補正係数として

$$\frac{v_s \eta T}{d}$$

と 0.692 との比較が論じられた。

結果はかなりのばらつきがあるが、実験条件として変化させた水深、流速、水路幅によって一定の変化は認められなかった。ただ、敷石厚さを 1~2 in とりすくした場合は $v_s \eta T/d$ の値が大きくなった。全体の平均は 0.657 ± 0.062 であり、予想した 0.692 に対して 5% の差で対応しており、本理論の仮定がかなりよいものであることを示している。

この結果をもとに、砂利河床上を流下する浮遊砂濃度が半分になる半減期は式(4)によって表わされる。

またこの間に流下する距離は vT (v : 流速) によって表わされる。(委員 星畑 函松)

安定河道の設計

“Design of Stable Channels in Alluvial Materials”

Haynie, R.M. and Simons, D.B.

Proc. of A.S.C.E., HY, Vol. 94, No. 2

pp. 1399~1420, November (1968)

(1) 序

安定河道の設計は従来から検討され、いくつかの重要なパラメーターが見い出されている。一般に河道の解析は、最大限界流速、掃流力、レジュームセオリーの3つのどれかに属するといわれる。限界流速の方法は土砂の重力とか土質に左右され、掃流力の概念は Boys によって紹介された。またレジュームセオリーは Kennedy が発案した概念で、土砂の堆積と洗掘のつり合いから論じたものである。最近の安定河道に関する考え方は、さらに合理的な簡単なものに向っているようで、Simons, Vlugter らが検討をすすめている。本文では、おもにパキスタンで得られた最近の資料から沖積層を流れる安定河道の設計方法を解析したものである。

(2) 資料について

実験室の資料および一般河川、運河等の実測など、数多くの資料のうち、本文ではおもに Simons と Lacey が西パキスタンで得たものを基礎にしている。この資料は西パキスタンのかんがい水路で実測されたもので、測定された因子は、流量 Q 、流下断面積 A 、河床幅、水面幅、平均水深、河床高、水位、および浮遊土砂濃度である。これらの資料から平均的な流速 V 、勾配 S 、潤辺長 P 、径深 R 、粗度係数 n が簡単に計算される。それらの諸元はおおよそつぎのとおりである。

| | |
|----|------------------------------|
| 流量 | 0.14~440 m ³ /sec |
| 流速 | 0.38~1.6 m/sec |
| 勾配 | 1/3 000~1/18 950 |
| 水深 | 1.0~3.8 m |

(3) 安定河道の流れ

1) 安定河道における相関関係 一般に開水路の流れの抵抗は相対粗度、摩擦係数、レイノルズ数などで表示されている。いま、流速 V 、摩擦速度 V_* 、水深 D に関するレイノルズ数 $V_* D/\nu$ としたとき、滑面に関する

図-1 流れの抵抗

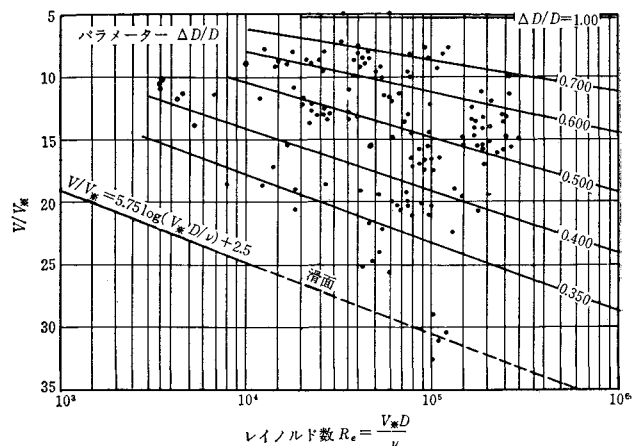


図-2 R, ΔV, S の 相 関 関 係

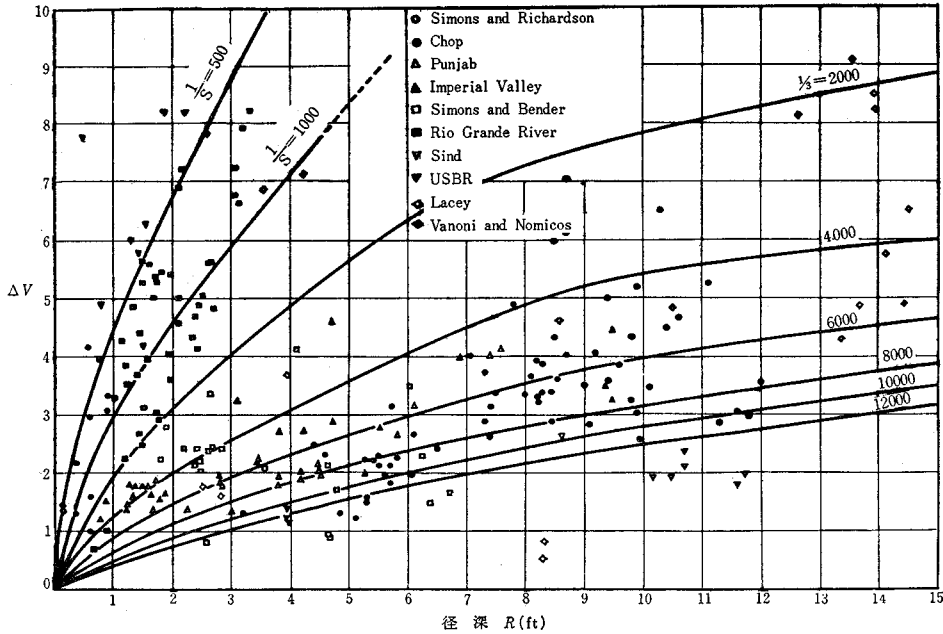
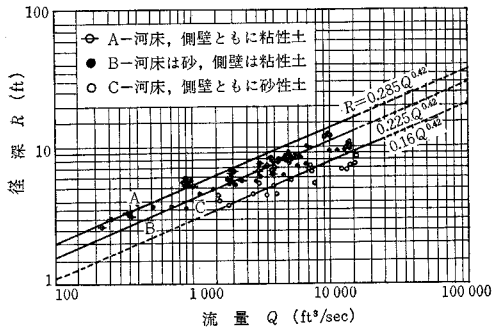


図-3 R と Q の 関 係



これら 3 者の関係は Tracey と Lester によれば

$$\frac{V}{V_*} = 5.75 \log \frac{V_* D}{\nu} + 2.5 \dots \dots \dots (1)$$

で与えられる。先の資料から V/V_* と $V_* D/\nu$ の関係を式 (1) とともに図示すれば 図-1 のように、資料すなわち粗面での流速と式 (1) との差 ΔV で流れの抵抗を表現する。したがって、粗度を表わす因子を特に必要としない。なお 図-1 はパラメーターとして $\Delta D/D$ を用いているが、 ΔD は境界層厚に対応するもので ΔV から次式で求めたものである。

$$D = D' + \Delta D$$

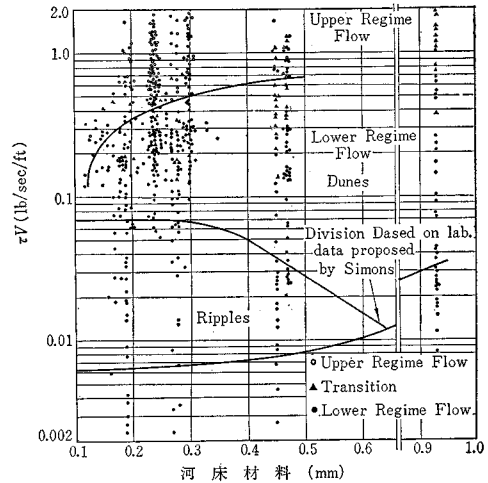
ここに D' は滑面での流速を $V' (= V + \Delta V)$ としたとき

$$VD = V'D' \quad (=q: \text{単位幅流量})$$

で計算できる。

つぎに上の ΔV を与える図表として西パキスタンおよび他の実験データから、径深 R 、勾配 S と ΔV の関

図-4 流れのレジューム



係を 図-2 に示す。このときの土砂粒径は 0.12~0.82 mm のものである。さらに実際の設計のために R と Q (図-3)、流れのレジュームを検証するための τV と粒径の関係 (図-4) が用意されている。

2) 流砂量に関する相関関係 流砂量に関する解析は現在まで数多く発表されているが、西パキスタンの資料と Bishop 法, Einstein 法, 修正 Einstein 法とを比較した所、3 者の結果に大きな差が生じた。しかし修正 Einstein 法がもっとも確かなようである。

また、簡単に流砂量を求める方法として、流砂量と水深、あるいは流砂量と流速との相関関係から出発したのも多い。流砂量と流速の間には通常

$$c_s = kV^m$$

c_s : 単位幅流砂量 V : 平均流速

の形をもつものが最良と思われる。さらに粒径をも考慮に入れて

$$\frac{\text{流砂量} \times d_{50}}{\text{河幅}} \sim \text{平均流速}$$

の形で、整理したもの——ただし流砂量は、Bishop 法で算出——(図-5)、等、取扱いが簡単で比較的精度が高い。

(4) 安定河道の設計

水路の流量 Q 、および平均粒径 d_{50} が与えられたとき、つぎの手順で、水路を設計すれば、十分こまかい粒径に対する安定河道が得られる。

- 1) R の第1近似として 図-3 から Q に対応する R を求める。
- 2) 地形、その他から判断して勾配 S を定め、 R と S から ΔV を求める (図-2)。
- 3) $V_* = \sqrt{gRS}$, $\Delta V/V_*$, V_*D/ν を計算
- 4) 滑面に対する V'/V_* を 図-1 より計算
- 5) $V/V_* = V'/V_* - \Delta V/V_*$ を計算して 平均流速 V を求める。
- 6) τV を計算 (τ : せん断力)
- 7) 図-4 から τV と d_{50} の交わる点が dune の領域にあるかどうかを判定する。もし dune の領域内になれば、第1段階にもどって R あるいは S を選りなおす。

以上の手順に従って、新しい西パキスタンの資料を解析したところ、計算平均流速に関しては 98% が実測資料の $\pm 15\%$ 幅に含まれ、84% が $\pm 10\%$ 幅におさまった。また 図-5 で計算した流砂量もほとんどが $\pm 25\%$ の間に含まれている。 (委員 岡田 耕)

自由水面を持った重力井戸への非定常流

“Unsteady Unconfined Flow to Gravity Wells”

Fox, J.A. and Ali, I.

Proc. of I.C.E. Vol. 40, pp. 451~469 August (1968)

浅水表面波理論を用いて、間げき内の非定常流の問題を取扱った。この方法と一般の方法とのもっとも大きな違いは、間げき内の流体に作用する大きな摩擦損失であ

る。解を得るために電子計算機を用いて特性曲線法を修正した数値計算を行なったが、その結果は実験値と良い一致を示している。

実験は直径 3.6 m, 中心角 15° の扇型の実験槽に粒径 15 mm の碎石を詰めた模型を用いて行なった。実験装置は 写真-1 に示すようなものである。

地下水理論の中の1つである井戸理論は Dupuit, Weber, Steinbrenner, Theis らによって発展されてきた。これから述べようとする解析法はこれらの人々によって展開されたものと多少異なり、Jaeger によって押し進められた地下水流も開水路の流れの1つの特殊な場合に他ならないという考え方に基づいている。開水路の流れに関する浅水表面波理論は、Fox と Currie によって水路内の波の運動による河川堤防内の水の運動に適用されている。

同様の考え方を自由水面を持った重力井戸への非定常流に適用しようというわけである。

流れは対称であるから、図-1 に示した中心角 θ の扇型の要素について考えると連続の式と運動の式はつぎのようになる。

写真-1 実験装置

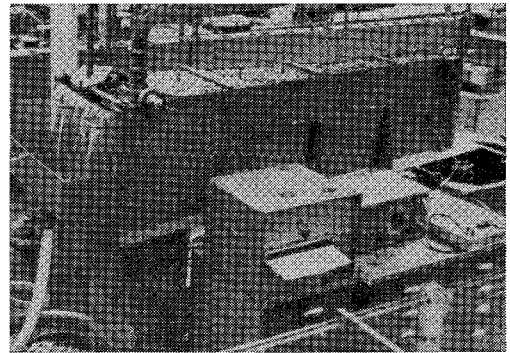
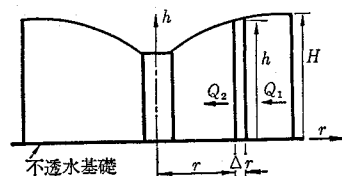
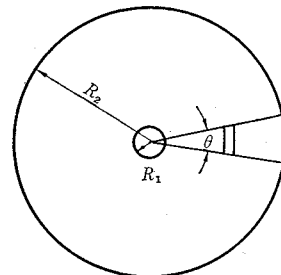


図-1



$$-h \frac{\partial V}{\partial r} - V \cdot \frac{\partial h}{\partial r} - \frac{V \cdot h}{r} - \frac{\partial h}{\partial t} = 0 \dots\dots(1)$$

$$S_f + \frac{\partial h}{\partial r} + \frac{V}{g} \frac{\partial V}{\partial r} + \frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} = 0 \dots\dots(2)$$

ここに h : 水深, V : 間げき内の流速, r : 井戸中心からの距離, t : 時間, S_f : 摩擦勾配, g : 重力の加速度である。

k : 間げき率, v : 断面全体に対する平均流速とすると $V = v/k$

であるから, 式 (1), (2) は

$$-hv_r - \frac{v \cdot h}{r} - v \cdot h_r - kh_t = 0 \dots\dots(3)$$

$$gk^2 h_r + v \cdot v_r + gk^2 \cdot S_f + k \cdot v_t = 0 \dots\dots(4)$$

となる。ただし

$$\frac{\partial h}{\partial r} = h_r, \quad \frac{\partial v}{\partial r} = v_r, \quad \frac{\partial h}{\partial t} = h_t, \quad \frac{\partial v}{\partial t} = v_t$$

と表わした。

$gh = c^2$ を式 (3), (4) に代入すると次式を得る。ただし c は波の伝播速度である。

$$2v \cdot c_r + 2k \cdot c_t + c \cdot v_r + 0 \cdot v_t + \frac{v \cdot c}{r} = 0 \dots\dots(5)$$

$$2c \cdot kc_r + 0 \cdot c_t + \frac{v}{k} \cdot v_r + g \cdot k \cdot S_f = 0 \dots\dots(6)$$

式 (5), および (6) の特性曲線

$$\frac{dt}{dr} = \frac{1}{v/k+c} \dots\dots(7)$$

$$\frac{dt}{dr} = \frac{1}{v/k-c} \dots\dots(8)$$

の上では

$$2kc+v + \left(\frac{vc}{r} + gk \cdot S_f \right) t = \text{const} \dots\dots(9)$$

$$kkc-v + \left(\frac{vc}{r} - gk \cdot S_f \right) t = \text{const} \dots\dots(10)$$

となる。

$t=0$ における v および c の値は既知であるから dt

後の v および c は式 (7) ~ (10)

を用いて求められる。図-2 は計算に用いた分割を示したもので、

例えば $r=2, t=2$ における v および c は Q および S における v

および c を用いて式 (9), (10) より求められる。あらかじめ設定された任意の格子点における v, c

を求めると点 Q, S における v, c の値は格子点 P, R, T における値から内そうして求められた。

図-3 は水位計の配置を示したもので、写真-2 および 図-4

図-2

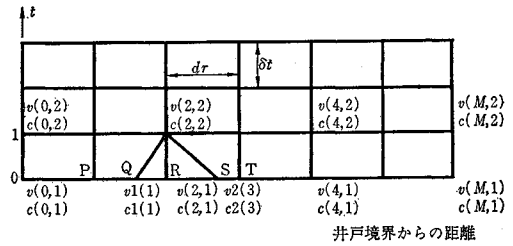


図-3

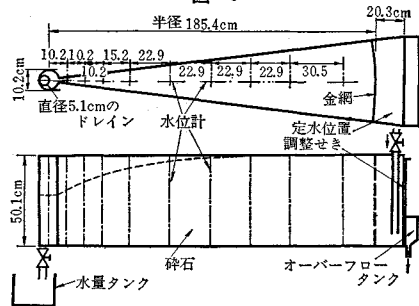


写真-2

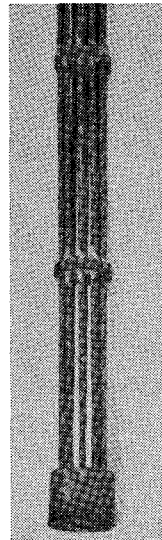


図-4

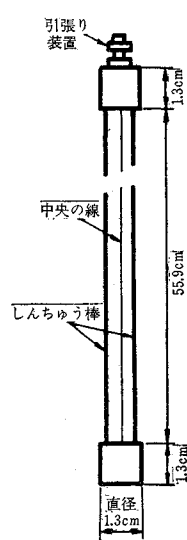


表-1 実験値と計算値との比較

| 12% 低下, 揚水開始後1秒 | | | | | 19% 低下, 揚水開始後4秒 | | | | |
|-----------------|--------------|---------|-------|--------|-----------------|--------------|---------|-------|--------|
| 測点 No. | 井戸からの距離 (cm) | 水位 (cm) | | 誤差 (%) | 測点 No. | 井戸からの距離 (cm) | 水位 (cm) | | 誤差 (%) |
| | | 実験 | 計算 | | | | 実験 | 計算 | |
| 1 | 5.1 | 42.54 | 42.54 | | 1 | 5.1 | 35.69 | 35.69 | |
| 2 | 20.3 | 45.67 | 44.12 | 3.39 | 2 | 20.3 | 42.42 | 39.50 | 6.70 |
| 3 | 35.6 | 46.48 | 45.59 | 1.90 | 3 | 35.6 | 44.20 | 41.96 | 5.00 |
| 4 | 50.8 | 46.74 | 46.51 | 4.90 | 4 | 50.8 | 45.31 | 43.59 | 3.80 |
| 5 | 64.8 | 47.12 | 46.89 | 1.00 | 5 | 64.8 | 46.10 | 44.65 | 3.14 |
| 6 | 80.0 | 47.75 | 47.27 | 0.50 | 6 | 80.0 | 46.61 | 45.47 | 2.45 |
| 7 | 94.0 | 47.80 | 47.55 | 0.20 | 7 | 94.0 | 46.94 | 46.08 | 1.84 |
| 8 | 109.2 | 47.83 | 47.73 | 0.10 | 8 | 109.2 | 47.24 | 46.63 | 1.29 |
| 9 | 124.5 | 47.88 | 47.88 | 0.00 | 9 | 124.5 | 47.50 | 47.02 | 1.60 |
| 10 | 139.7 | 48.01 | 47.96 | 0.20 | 10 | 139.7 | 47.55 | 47.40 | 0.32 |
| 11 | 154.9 | 48.16 | 48.06 | 0.20 | 11 | 154.9 | 47.75 | 46.41 | 0.05 |
| 12 | 170.2 | 48.21 | 48.16 | 0.20 | 12 | 170.2 | 48.16 | 48.01 | 0.30 |

揚水前の井戸内の水位=48.26 cm

に水位計が示されている。実験に用いた材料に先述のごとく 15 mm の均一粒径の碎石を用いたのは定常状態になるまでの時間を短くするためである。こうすることによって実験時間および検証のための数値計算を行なう演算時間を短縮できる。また粒径が大きいため間げき内に残留する空気の問題もなくなる。なお水位の変化は水位計中央のステンレス スティール線とまわりの棒との間の電気抵抗の変化から求められた。

定常状態の測定結果から摩擦勾配

$$\frac{dh}{dr} = S_f = av + bv^2$$

における a および b はそれぞれ 0.212 および 8.9 という値が得られた。すなわち、 $S_f = 0.212v + 8.9v^2$ である。また流れが完全に乱流状態であるとして $S_f = bv^2$ から b を求めると 7.49 で、これらは同じオーダーである。ただしこれらの値は流速 v を ft/sec で表わしたときのものである。

図-5.6 は非定常状態のときの測定結果を示したもので、同図中に×印で計算値が記入されている。

これらの図に示されたように、自由水面の形は揚水初期の水位低下の少ないときにはほとんど平坦である。このことは、この理論の前提であり、好結果が予見され得る。ところが井戸のごく近くでは急激な水位低下のため、あまり良く一致していない。水位低下量が大きくなると井戸の周壁の部分で水面が不連続になってくる。

このため低下量が大きくなると、井戸の水位はもはや下流側の境界条件としては不適当となる。低下量が大きくなると理論値と実験値とが余り良く一致しない理由の1つはここにある。

いま1つの理由は、水位計に目詰りを防ぐための布が巻いてあるため、水位計による測定値に、時間的遅れがあるのではないかと考えられる。

このような欠点はあるが、この理論はかなり有用と考

図-5 水位低下曲線 (実験-1)

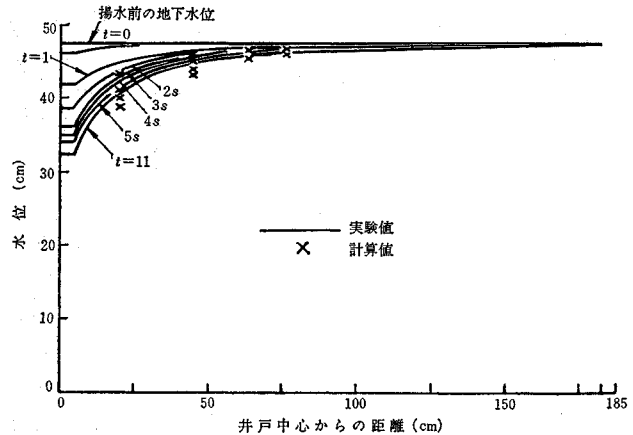
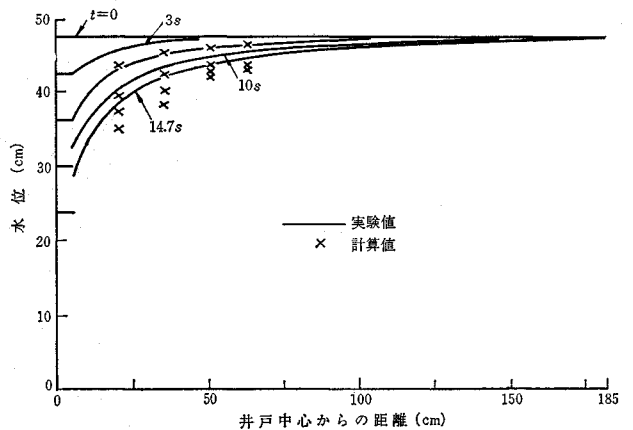


図-6 水位低下曲線 (実験-2)



えられる。この理論の利点は Weber の法方と異なり乱流域にまで適用できることである。また適用に当て定めなければならない条件としては、 S_f を求める式だけであって、Weber の用いた有効間げき率や彼の式に用いられているような任意にその値を選ぶ定数を含んでいないことである。

最後に、図-5 に示した実験結果のうち、 $t=1$ 秒および $t=4$ 秒のときの実験によって得られた水位と計算値との比較を示した。(委員 佐々木 康)

日本土木史 —大正元年~昭和 15 年—

体 裁: B5判 8 冊横一段組み 本文 1770 ページ 図 410 葉 表 500 点
 写真 150 枚余 上製箱入革製豪華製本 定価 12000 円 (〒 300 円)

内 容: 第 1 章 河川・運河・砂防・治山 / 第 2 章 港湾・漁港・航路標識 / 第 3 章 農業土木 / 第 4 章 都市計画・地方計画 / 第 5 章 道路 / 第 6 章 軍事土木 / 第 7 章 上水道・下水道および工業用水道 / 第 8 章 土木行政 / 第 9 章 建設機械 / 第 10 章 トンネル / 第 11 章 発電水力およびダム / 第 12 章 鉄道 / 第 13 章 水理学 / 第 14 章 応用力学 / 第 15 章 土性および土質力学 / 第 16 章 測量 / 第 17 章 土木材料 / 第 18 章 コンクリート / 第 19 章 土木教育史 / 第 20 章 学・協会史 / 付・日本土木史年表



山海堂

〒162
東京都新宿区細工町一五 / 振替東京一九四九八二 / 電(269)四一五一

理博 坪川家恒・理博 大森又吉 著

測地学序説

B5判 / 418頁 / 定価4,800円 千120

本書は地球に関する精度の高い測量に興味をもつ研究者・技術者を対象に、精密計測量の解析法に力点をおき、考え方、計算過程など、詳細にわたって分り易く解説したものである。

《主要目次》測地学と測地測量 / 球面および回転楕円体の性質 / 水平位置の測量 / 基線および距離測量 / 測地天文学 / 測地的位置の決定 / 最小二乗法と測地平均計算 / 重力測量 / 高さの測定 / 地球

土木材料ハンドブック編集委員会編 (委員長 青木楠男博士)

土木材料ハンドブック

A5判 / 692頁 / 定価2,600円 千90

最新の土木材料のすべてを網羅し、各材料別に最新のデータを取りあげ、詳細に解説した、土木関係者のための必備書！

《主要目次》規格 / 鉄鋼材料 / 金属材料 / セメント / コンクリート製品 / 岩石材料 / 人工軽量骨材 / 土質安定材料 / 混和材料 / 歴青材料 / 高分子材料 / 木材 / 各社別メーカーの製品

図解写真測量

■西村蹊二著

/ B5判 カラー刷 本文80頁 定価580円

一枚の航空写真から得られるデータの判読方法を、簡単な器具の使用だけで誰にも分るよう、豊富な実例写真で解説した基礎的入門書
〈写真測量の特長 / 空中写真 / 簡単な写真測量 / 空中写真の判読 / 実体写真測量 / 写真測量による地形図の作り方 / 応用写真測量〉

実用流量表

■東京都下水道研究会編

/ A5判 400頁 定価1200円

クッター、マニング、ヘーゼンの3公式に基づき、電算機を使用して作成した、広範囲に利用できる便利な実用数表！ 直径20センチの小口径管から大形矩形渠まで10センチきざみに収録。実務上の面倒な計算の手間がはぶける。計画・設計・管理者の必備書。