抄録

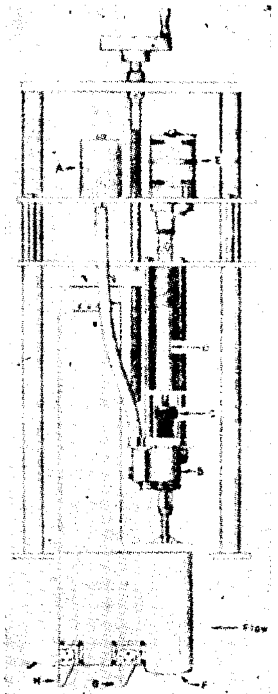
空気混入水流の流速測定

Velocity Measurement of Air-Water Mixtures.
by L. G. Straub and Others.
Proceedings A.S.C.E., 1953, May, Separate No. 193. p. 1～p. 14

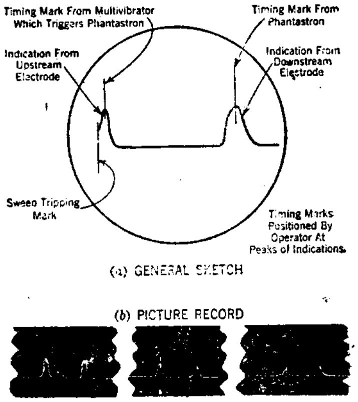
余水吐や急勾配水路を流れる高速流は多量の空気を混入する。この開水路における空気混入水流，いわゆる “white water” の空気混入量や流速を測定して水深勾配等との相互関係を求めることは，設計上重要なことである。St. Anthony Falls Laboratory においては 1940 年以来この種高速流の研究を行つてきており，ここに紹介する空気混入流の流速測定器 “SAF 式流速計” は，電気式混入空気量測定器とともに，この研究所で作成されたもので，これらを併用して空気混入流の状態を完全に観測することができるようになつた。

この SAF 型流速計の原理は，流水中に注入した伝導体（塩水）の小滴を追跡して，それが一定の距離を通過するに要した時間を記録するにある。その構成は機械的な注入装置，時隔測定装置及び流速指示器の3部から成つている。図―1にその注入装置を示す。6％の塩水は貯留槽Aから自然流下し導管を径て注入ポンプBの入口に達する。ポンプ・プランジャーにとりつけてある歯車Cを調節して注入量を適当に加減することができる。小型電気モーターEによつて反覆ハンマーDが動き，このハンマーによつてポンプ・プランジャーが動作する。その1ストロークごとに注入口にあるバネ仕掛のヴァルヴが急に開いて塩水の小塊はポンプから注入管を径て注入口Fから流水中に急速に射出される。図―2に見られるごとく陰極管スクリーン上に記録される指示のピークを鋭くして正確な読みを得るためには，注入後流水に運ばれる塩水塊の前面を鋭く鉛直にしなければならないが，この注入ポンプの方式によつて注入を勢いよく迅速に行い，かつ注入口F（内径 $\frac{1''}{32}$ 約0.8 mm）の先端部 $\frac{1''}{8}$（約 3 mm）を 45° 上流に向けることによつて，その目的は達せられた。なお試験の結果1回の注入量は約 0.03 cc で，毎秒 15 回の割合で注入を行うのが最も具合のよいことがわかつた。

図―1



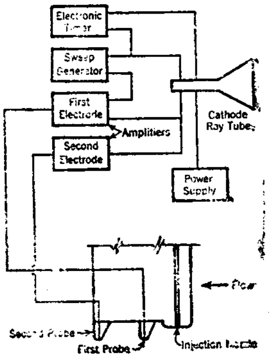
図―2



注入された塩水塊はただちに流れの速度を得て運ばれ，3″（約 7.6 cm）離れた電極 G 及び H の先端を通過し，その状況が電気的に陰極管スクリーンの上に図―2 のように指示される。図―1 中のハンドル及びネヂ山をきつた軸は電極の先端を測定点に設置すべく装置を上下に動かすためのものである。下方の板状部分のみが流水中に挿入されるが，その巾は $\frac{1''}{8}$（約 3 mm）で端面はすべてとがらしてあるから，高速流中でも流れを乱すようなことはない。

陰極管及び時間測定器を含む電気回路を図―3 に略示する。測定者は時間測定器の把手を握つて，電極から陰極管に伝えられスクリーン上に指示された2つのピークに時隔の限界の印をつける。そうすればファンタストロ

図―3



ン・ダイアル上の読みからただちに流速を知ることができる。時隔測定の精度は ± 0.025 ミリ秒である。くりかえし注入を行えば陰極管スクリーン上に次々と図—2 のような指示を生ずるから，それらの読みを平均して測定点の正しい流速が得られる。この装置を流れの中に据えつけてからダイアル上に流速を読みとるまでに要する時間は約2分である。

SAF 流速計の精度を試験するために，空気を混入しない流れについてピトー管による測定結果と比較した。その結果，SAF 流速計はピトー管よりも 1～2% 小さな流速を示す傾向のあることがわかつた。この装置による測定は，空気混入量が 0～80% に及ぶ流れに対して，壁面からおよそ $\frac{3}{8}''$（約 1 cm）離れた流水断面全体にわたり各点の流速を測定することができる。この装置では電極間隔を非常に短かいものとし得たから，点の流速を測定して断面の速度分布を求めることはもちろん，乱れの変動をも測定することができる。

現在研究所における電気回路の研究はさらに進み，測定者の判断で時隔の限界をマークするようなやり方でなく，指示記録のピークに自動的に時隔の限界を置き，その時間の平均化も電気的に行われるようになつた。従つて陰極管も不要となり電気回路も簡潔になつて，ある点の平均流速はメーター上に直接読むことができ，その利用はきわめて容易となつてきている。

（電力中央研究所　千秋信一）

洪水追跡に対する電気的類推計算装置の適応性

Application of Electronic Flow Routing Analog.

by Max A. Kohler.

Proc. ASCE, Vol. 78. Separate No. 135, June, 1952, pp. 1～11.

周知のようにいわゆる Muskingum の洪水追跡式は

$$S=K[xI+(1-x)O] \quad \cdots\cdots(1)$$

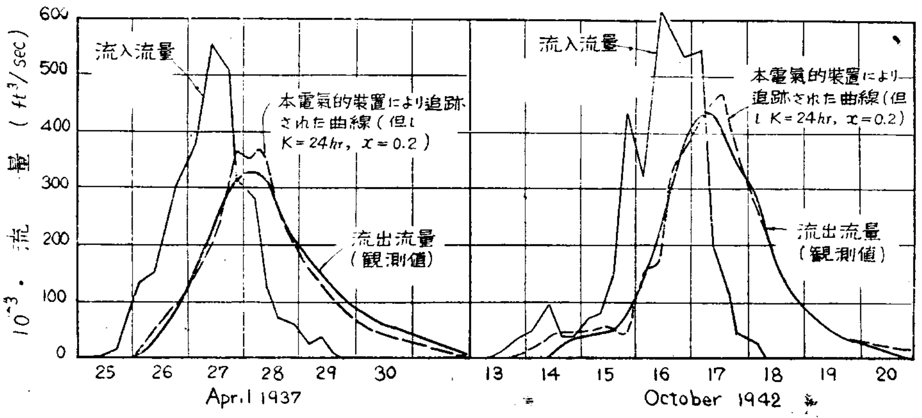
で表わされる。ただし　S：貯水量，I：流入流量，O：流出流量，K 及び x：それぞれその水域についての洪水波頂の伝播所要時間及び数 0.2 の程度に近い適当な常数。米国気象局（Weather Bureau）では昭和 23 年にこの（1）式の表わすところと等価な電気回路を組み立て，従来の図式または解析的方法によるよりも迅速にかつ精度よく（1）式に基づいた洪水追跡を電気的に行う装置を考案し，現在同局の各河川洪水予報所にすべてこの電気的洪水追跡装置を備える計画をたてている。

図—1 は Washington 市に近い Potomac 河の最も下流の量水所における典型的な追跡結果の一例を示すものである。同河川水域においては徹底的にこの電気的装置による洪水追跡法の適応性が研究されており，その結果は一般に同図の示す程度に満足すべきものである。またこれと同様に一般に他の河川についても大抵の場合にこの装置による洪水追跡は満足すべき結果を得ている。図—2 は Kentucky, Tennessee 両州にまたがる Cumberland 河についての場合であり観測された流出流量と本電気的装置による追跡曲線（破線）とが合わない場合の一例として示されたものである。この不一致の原因はこの装置が（1）式に基づいたものであり，貯水量 S と流入流量 I 及び流出流量 O との関係を線形関係で近似したための精度の不足によつたものであると考えられるので，（1）式に代る新らしい洪水追跡式として同式に最も簡単な形で非線形性を補つた次のような式を新たに提示した。

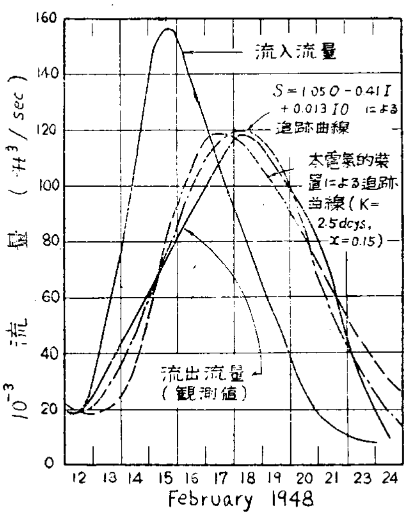
$$S=aI+bO+cIO \quad \cdots\cdots(2)$$

ただし a, b, c, は各常数。この（2）式による追跡結果は図—2 の鎖線のようになり，観測値との一致の程度はかなり改善される。ただし（1）式はかなりの

図—1　Potomac 河における洪水追跡結果の一例



図—2 **Cumberland** 河における洪水追跡結果の一例



理論的根拠を持つた式であるのに反し（2）式についてはいまのところ理論的根拠がやや薄弱なもののように思われるが，同気象局は（2）式のような Muskingum の式の改良型の式を表現する電気回路の考案が可能であるとの見解を持ち，Stanford 大学（Linsley 教授等）においてもそれの考案についての協同研究が行われている。　　　　（中央大学工学部　林　泰造）

鉄管の好気性及び嫌気性腐蝕

Aerobic and Anaerobic Iron Corrosion in Water Mains.
C.A.H. Von Wolzogen Kühr and L.S. Van der Vlugt,
Journal American Water Works Association, Vol. 45, No. 1, pp 33-46, 1953.

鉄管製造の際に鉄管の種々の部分に生ずる内部応力は，鉄が電解質と接触するとき電気化学的に電位差を生ぜしめ，鉄の表面に陰極の部分と陽極の部分とができる。従つて充分保護されていない鉄表面は，陽極の部分で腐蝕の危険にさらされる。この論文は鉄管内面の腐蝕と水中の好気性菌及び嫌気性菌との関係を論じている。

鉄管内面の腐蝕の主要な反応：

$$Fe+2H_2O \rightleftarrows Fe(OH)_2+2H$$

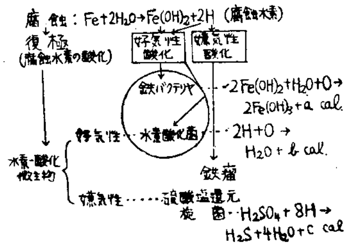
において，腐蝕水素と水酸化第1鉄とがこの平衡から除かれると反応が右へ，すなわち腐蝕の方向に進行する。この時に水酸化第1鉄は不溶性の水酸化第2鉄に，また水素は水に酸化される。この水素の除去は復極とよばれる。

Winogradsky は第1鉄の第2鉄への酸化の発熱反応により放出されるエネルギーが細菌の新陳代謝に利用され，酸化反応が細菌によりさらに促進されることを発見した。Cholodny はこの細菌の活動を消毒滅菌により除去すると酸化が非常に遅くなることを発見した。これ等から鉄表面の陽極の部分で鉄バクテリヤによつて生物化学的に酸化が行われ，かつ促進されていることが結論される。遊離水素を利用する能力をもつ微生物が多数存在することは，いろいろの研究者により報告されている。また腐蝕水素が細菌の触媒作用なしに大気中の酸素により酸化されないことは，この水素が原子の状態にあり従つて酸素も原子の状態にあることを示している。復極反応：

$$2H+O \rightarrow H_2O+6.9\ \mathrm{kg\ cal}$$

は発熱反応であり，放出されるエネルギーは細菌の新陳代謝に利用される。そこで鉄表面の陰極部分における腐蝕水素の酸化が oxyhydrogen 菌（1種の酸化菌，かりに水素酸化菌と訳す）により生物化学的に行われかつ促進されると結論される。鉄バクテリヤが水素酸化菌と別に存在するのか，または鉄バクテリヤ自身が復極反応を行いうる水素酸化菌であるかは不明であるが両者が鉄の腐蝕において密接な関係にあることは結論できる。

図—1



塗装の割目が鉄表面に達すると，水と鉄との接触が可能となり腐蝕が起る。1分の鉄は 10 分以上の湿つた鉄銹を生ずるので，割目がさらに大きくなる。鉄バクテリヤにより結合され，炭酸カルシウム・二酸化マンガンなどにより強化された腐蝕生成物（鉄銹）が地域的に集積して鉄瘤が形成される。腐蝕反応で生ずる可溶性の水酸化第1鉄は鉄瘤の表面に向つて拡散し，そこで鉄バクテリヤにより酸化されて不溶性の水酸化第2鉄となり，これが層をなして沈澱するので鉄瘤が次第に大きくなり，鉄瘤内部の曝気が漸減する。この曝気減少の傾向は鉄瘤表面の鉄バクテリヤの酸素消費に基づく，水の生物化学的酸素欠乏により助長される。このように酸素の障害が生ずると， Evans の原理が

働き，鉄表面の陽極部分がまし，鉄瘤はさらに個々に膨脹したり互いに結合することになる。このように鉄瘤の内部が次第に嫌気性になることは，硫酸塩還元旋菌の発展の必要条件であり，水素酸化菌と鉄バクテリヤにより開始された好気性腐蝕が，鉄瘤内部での硫酸還元旋菌による嫌気性腐蝕に移つてゆく。この反応：

$$H_2SO_4+8H \rightarrow H_2S+4H_2O$$

において，硫酸塩の酸素はこの旋菌の作用によつてのみ腐蝕水素を酸化でき，この酸素は原子の状態にあると考えるべきである。前述の水素酸化菌の作用とあわせ考えてみると，生物化学的な好気性及び嫌気性腐蝕における酸素の作用には原理的に差異がなく，両方の復極反応が一つの角度から説明できる。

鉄管内面に，内部応力の結果として生ずる陰極及び陽極部分を，有効かつ適切に内面保護物質で不活性化することの必要性が，上記の研究により明らかになる。

（国立公衆衛生院　松本順一郎）

プレストレスト　コンクリートにおける連続性の理論的解法

A Theoretical Treatment of Continuity in Prestressed Conctete

by Y. Guyon,

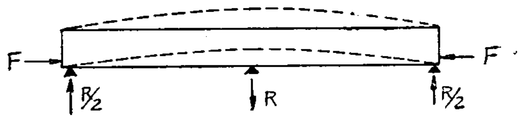
ancienélève de l'Ecol Polytechnique Symposium September 1951, S.T.U.P.

概要　この論文は不静定のプレストレスト　コンクリート構造に配置する適当な Cable line を決定する問題を取扱つている。§1 では加えられる力がプレストレスにより生ずるもののみの場合について考え，プレストレスによつて支点反力が増加することのないような Cable の条件が考察された。§2 ではプレストレスに外力を累加した場合の状態と，その結果ケーブルの負担する条件について考えた。§3 では与えられた条件を満足する "Concordant" Cable line を決定する数種の方法を示した。この理論はもつと複雑な構造物に対して一般化され，門型ラーメンについて注意が与えられている。この論文はヂャッキによつて構造物の反力を調節する方法，またクリープの効果のためにこの反力を保持することの困難性その他に対する考察をも含んでいる。

緒論　不静定のプレストレス構造には理論的，実際的に多くの困難性がある。それは各 element の計算と配置におけるものと，それらを集成する手段におけるものとである。これらの困難性はプレストレス構造以外の構造にも存在するが，プレストレス構造の場合は，それがプレストレスによるものと外力によるものとによつて2倍になつて表われるのである。

§1 プレストレスの効果　まづ他の外力がなくプレストレスのみが働いている場合，1例として図—1 のようにけたの中心線に平行に，その底部に近く配置された Cable によつてプレストレスを与えられた等2スパン連続梁について考える。もし中央支点が動く場合はけたは静定であり残りの支点反力は 0 である。thrust line は cable と一致する。このけたは頂部より底部の方に高いプレストレスが入つているので円弧形をとろうとし，中央支点が接触しなくなる。この点を再び接触させるためには，中央支点において R なる大さの鉛直力をけたに与える必要がある。中央支点の反力は故に $-R$ でなければならない。そして端支点には各 $R/2$ の反力が発生する。

図—1

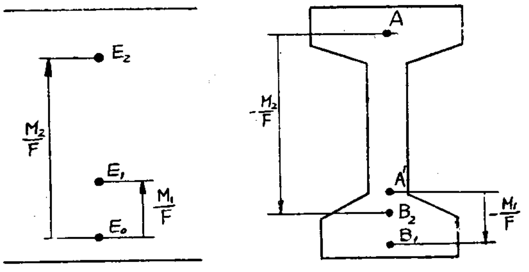


thrust line は反力 R が 0 になるような cable line を見つけることが可能になるまでは Cable と一致しない。そして一致した場合に Cable は "Concordant" と呼ばれる。この "Concordant" line を決定することはプレストレスト　コンクリートにおける連続性の基本的問題の一つである。他のすべての場合にプレストレスにより反力が生ずる。この場合我々はこれを "プレストレスによる hyperstatic reaction" または "プレストレスによる reaction" と呼んでいる。

§2 プレストレスと外力との組合せ　プレストレスと外力による応力との和が，ある限度内に残るためには，プレストレスの大きさと各断面におけるその偏心量がある条件を満足しなければならない。

pure prestressing の場合，beam の与えられた section においてプレストレスの合力はある点 E_0 を通過する（図—2）。その断面はまた外力によるモーメ

図—2



ント M に対して決められている。このモーメント M の大きさは力 F の作用点の変位によつている。そしてこの変位の大きさ u は $uF=M$. すなわち $u=\frac{M}{F}$ で示されるものである。新らしい作用点 E はモーメント M による thrust の中心であつて beam に沿う E の軌跡は thrust line である。変位 u は M が正であるか負であるかによつて，正または負となり E は初めの位置 F_0 に対して上下する。いま M_1 が断面を決定する最小モーメント，M_2 が最大モーメントとする。thrust の中心は E_0 からの変位 $\frac{M_1}{F}$, $\frac{M_2}{F}$ による２つの限界点 E_1, E_2 を通る。次に最小応力が 0 という条件を仮定し，図—2 の断面の上に断面の核の上下限 A と A′ を記録する。そして A′ から下方向に $\frac{M_1}{F}$ (B_1 点)，A から下方向に $\frac{M_2}{F}$ (B_2 点) の２点を求める。このときプレストレスの thrust の中心 E_0 は B_1B_2 以内になければならない。なぜならもし E_0 が B_1B_2 の外にあると thrust の中心は AA′ の外方に出るからである。これらの考察は容易に最小応力が 0 でない場合にも拡張される。

単純梁の場合は Cable を thrust line に従わせることが容易であるが，不静定梁の場合には hyperstatic reaction が生じないように line を決めなければならないが，上のような条件を満足するように選ばれた line が必ずしも hyperstatic reaction を生じない，いわゆる Stable line ではないので，これが連続梁の場合の Cable line の決定の困難性の一つである。第２の困難性は単純梁では limiting zone が一般には simple な形をしているが，連続梁の場合は複雑になることである。

§3 与えられた条件を満足する Concordant cable を決定すること Cable を imaginary load の連力図として考える方法が取り上げられるが，問題はそれらの連力図が limiting zone の中にあるような imaginary load を見つけることにある。

また他の同様な解法は次の２つの関係式が満足させられるように，各スパンにおける中立軸に関する偏心量 e を選ぶことである。

$$\int_0^l \frac{e dx}{I}=0 \qquad \int_0^l \frac{ex dx}{I}=0$$

ここに x は左端からの距離である。

次に nodal point method を使用する方法がある。考えている beam における thrust line と一致している連力図は beam 端の偏心量が等量変化したときに各スパンの "nodal point" と呼ばれる固定点を通過する。この事実によつて Stable curve が limiting zone の中に存在するように決定することが容易になる。

また Cable の形を単純にすることがよいことであるので，そのために intermediate anchorage の使用が考えられる。

次に直線または直線に近い Concordant Cable の場合では，支点の所で beam の上縁に引張応力を生ずることがあり，これはハンチをつけることによつてさけることができるのであるが，その space がない時には Cap Cable の使用によつて，その引張応力を打消すことができる。

§4 その他 さらに複雑な構造物への応用については，この論文で取扱うには問題が広すぎて簡単な要約を与えるにすぎない。高次不静定の建物の問題については未だ考えられていないが，これは temporary hinge の使用によつて解決することが考えられる。

また始め静定で，建造されてから不静定になる場合も temporary hinge の問題である。また多スパンの連続梁に対しては，曲げモーメントが 0 である点の近くに joint を作ることも一つの解決方法であり，また静定構造を完全に作つて，不静定の度合を減らすことも一つの方法である。

我々がいま考えたのと全く異なつた方法は，ヂャッキを使用して反力を調節する方法である。この場合外部の支点に対して力を加えることにより，プレストレスが与えられる。そして beam の初期の状態を調節することができ，cable の concordant の問題はとり上げられない。この補充の反力は時が経つにつれてこの値の 1/3 に低下する。そこで要求される結果を得るために，約１年間ヂャッキを保持して水準の変化を増加させるか，または時々調節し直す必要がある。

（鉄道技術研究所　菅原　操）