抄　録

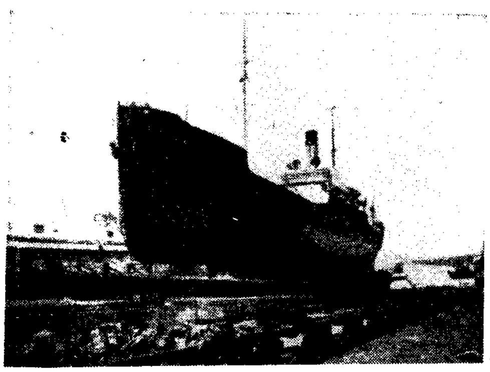
UDC 629.128.4(489)

デンマークの新軌道式船渠

Railway Dry Dock in Denmark Docks
2000-Ton Ship in Half an Hour
By J. Stuart Crandall C. E. Jan. 1951

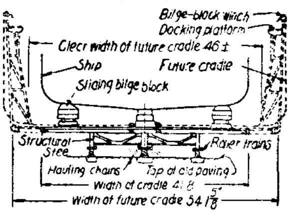
デンマークのコペンハーゲンにあるバーマイマター造船所の新軌道式船渠は，1949 年 2 月以来 2000 重量屯の船を僅か 2 人で 30 分以内に上下架させる事が出来るようになつた。それ迄は旧船渠で 1000 屯の船

写真—1

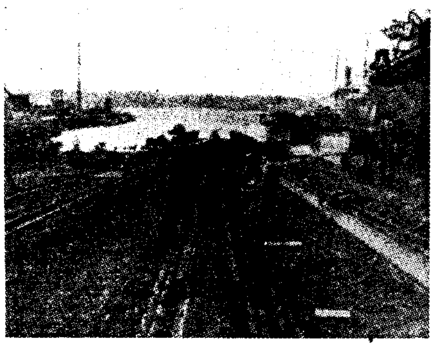


を上架させるのに40人で 4～5 時間も掛つていたのである。旧船渠の各クレードルは長さ 10 呎のアイバーを連ねた鎖に連結し，この鎖を水圧ピストンで引張る事によつて，船体が引揚げられる装置になつている。而して 10 呎引揚げる毎にクレー

図—1



写真—2



ドルを歯止で保持しアイバーを1本宛取外して行くのである。之は作業が面倒なばかりでなく，船首部の集中荷重の為に船渠が沈下し，不経済である。新船渠は長さ 72 m, 巾 12.6 m であり，その基礎はコンクリートで軌条は柏材の枕木上に敷設した。クレードルのフレームは 3 本の縦材を有する鋼製で甲板は木造であり作業に便なるよう巾を広くとり中央に固定盤木，左右に側盤木を 15 個置いている。フレームの下部は平たい鈑でクレードル自身にはローラーはついていない。ローラーは多数連結して，船渠の軌道上を移動出来る様になつており，ローラーは回転する事によりクレードルを引揚げると共にローラー群自身も移動して船体を上架する。此のローラー群の移動速度はクレードルの進行速度の半分になつており且つ浸つても何等の支障がない。クレードルを引き揚げる装置として捲上機，200 馬力の電動機，及びチェーンを使用している。このチェーンは合金鋳鋼製でエンドレスになつている。

（宮崎茂一）

UDC 624.27.059.2(71)

脆性鋼材による Quebec における橋梁の破壊

Bridge Collapse in Quebec Charged to
Brittle Steel, E. N. R. Feb. 8, 1951

1951 年 1 月 31 日午前 3 時零下 30 度の気温の時にカナダの大きな道路橋が破壊した。この壊れた構造物は Duplessis 橋の一部であり，1949 年末に完成したもので，これは 4 車線の道路橋で Montreal と Quebec のほぼ中央にあり，建造費は約 300 万ドルであつた。

Duplessis 橋は東橋と西橋の 2 つの橋梁よりなつており，墜落したのはこの中の西橋の一部であつた。

長い連続径間——この西橋は全長 1380 ft. の 8 径間連続の上路熔接鈑桁で，主桁は 32 ft. 間隔に 2 本配置され中央の 6 径間は 180 ft. 両端の 2 つの径間は 150 ft. で横桁は 10 ft. 間隔に設けられており，これ等の桁は巾 42 ft. のコンクリートの車道と両側に 5 ft. の歩道を支えていた。

西橋は 7 本のコンクリート橋脚上にあり，中央の橋脚が固定支承になつて他は総て可動支承になつていた。この連続桁の下突縁は抛物線形をなしており径間中央における桁高は 8 ft. 橋脚上で 12 ft. であつた。腹鈑厚は 3/8 in. で中間補剛材は 5 ft. 間隔に配置されこれ等は外観上桁の内側の面にのみ付けられていた。（この詳細は The Engineering Journal of the Engineering Institute of Canada, Jan. 1949, p. 10 を参照）

突然な破壊——1月 31 日午前3時，西橋の西半分の4径間が St. Maurice 河中に墜落した。この破壊は中央橋脚の固定支承の所で止まつたが桁の端部は西側の橋台から 70 ft. ばかり引張られていたと報じられている。破壊が早朝に起つた為に交通は殆んど無く目撃者も皆無のようであつた。この時の温度は零下 30 度に近かつた。

突発事故の為に原因の調査は直ちにはなしえなかつた。初めの中はこの破壊は構造が不適当な為だとのみ推量されていたが，この橋は前年の初めやはり非常に寒い時であつたが事故を起している。これ等の事故の原因を決定する為になされた研究では粗悪な材料に原因があることを示していた。この前の破損と今回の破壊の間には何等の関係もなかつたようであるが，この研究は低温と粗悪な材料の組合せによる破壊の可能性を暗示している。

粗悪な材料の発見——1950 年 2 月橋梁の完成後2年，東橋の第2径間の下流側に亀裂が発見され，この事故は直ちに修理されたが同じような亀裂が今度破壊した西橋の 180 ft. 径間の一つの同じ場所に発見された。両亀裂共に上突縁に始まり橋脚から 11 ft. 6 in. の場所にあつた。この場所は負モーメントを受ける所で $2\frac{1}{2}$ in. の鈑と 2 in. の鈑が衝合接合されている。

東橋の亀裂は熱影響の部分に近い $2\frac{1}{2}$ in. の鈑に始まり腹鈑を裂いて挫屈させ底部の鈑を曲げこれに亀裂を生ぜしめていたが，壊れた鈑桁は片持梁として残り横桁の結合部及び横綾構により支えられていた。

西橋の亀裂は熱影響の部分から 1/2 in. ばかり離れた 2 in. の鈑に発生した桁の中央で止まつていたが，これは床版の鉄筋の引張り作用及び上突縁上に設けてある抗剪突起によつて防止されていた。即ち路面が一時的に桁の上突縁として働いていたのは明らかであり又可動支承及び橋端のフィンガー伸縮継目が適当に働いていたものと思う。

道路研究所の報告書によればこれ等の突縁鈑に亀裂の発生した原因としては粗悪な材料以外には何等の原因も発見出来なかつた。研究所の試験によればこの鈑は性質の不良なリムド鋼で部分的に炭素（0.4% 以上）及び硫黄（0.116%以上）が非常に集まつており中心に一連のスラッグの浮離したものがあつた。降伏点は 27 800 psi（1 946 kg/cm²）から 57 800 psi（4 046 kg/cm²）の間に変化している。

経験によれば鈑の中にこのような性質のある鋼材はそれがないものより低温において脆弱になる傾向を持つており，又これ等の特殊な鈑は常温においても異常な切欠効果があることが分つている。

前年2月の亀裂は亀裂に近い腹鈑と下突縁を約9ft. 上突縁を 1ft. 切取り，その後に溶接下突縁を有する断面を挿入して在来桁に鋲結して修理し，又総ての引張接手は全強の鋲結の添接で補強した。

1月 31 日の破壊の2週間位後この橋梁は州の橋梁検査官によつて 10 日以上に渉り点検されたが何等の欠陥も報告されていない。可動支承と橋端のフィンガー継目の部分はその時は明らかに作動していたが検査後には凍りついて大きな温度応力の原因となつたであろう。東橋は何等影響を受けていないようであるからこの破壊で下部構造を非難するのは当らないようである。（大宮克己）

UDC 532.543.032
621.867.7

閉水路における乱れの輸送機構と浮游物質

Turbulent Transfer Mechanism and Suspended Sediment in Closed Channels, By Hassan M. Ismail; Proc. of A.S.C.E. Feb. 1951

1. 序　本研究は V. A. Vanoni[1] が開水路に於ける乱流中の浮游物質の濃度分布に関して行つた研究を拡張し，閉水路につき同様な実験を行う事により流れの特性に及ぼす浮游物質の影響及び水路中心線を含む鉛直断面内に於ける浮游質輸送係数 ε_s，運動量輸送係数 ε_m 等に関する検討を行つたものである。

2. 実験装置及び実験方法

1) 主水路　鋼鉄製で巾 10.5 in, 高さ 3 in. の矩形断面を有し 40 ft. の長さで水平に置かれている。壁面は滑かであつて Pitot Tube や Sampler が任意の地点に3次元的に固定し得る様な Working Section を有しており且つ又内部が透視出来る様一部がガラス壁となつている。

2) 測定装置及び試料　流速の測定には 1/4 in の標準型 Prandtl Pitot-static Tube が用いられ，浮游物質の濃度測定には2本のサイフォン式 Sampler が置かれ一方は水路の上層部他方は下層部の採取に適する様に作られている。更に管路の水頭損失を測定する為の圧力測定管が4本取付けられてある。

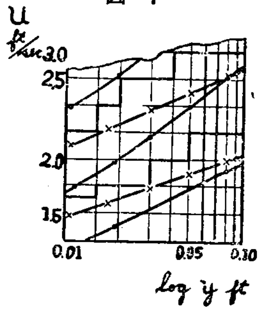
試料には Vanoni が用いた平均粒径 0.10 mm 及び 0.16 mm の砂を用い夫々の粒度分布曲線及び沈降速度 w が求めてある。

3) 実験方法　0.10 mm 及び 0.16 mm の各資料に対し純水の状態から漸次全混入量が幾何級数的に増加

1) "Transportation of Suspended Sediment by Water", by Vito Vanoni, Trans. ASCE, 1946.

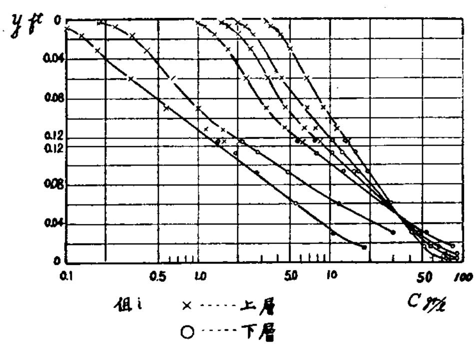
する様に試料を混入して行き，更に各混入量に対して大略 1.7; 2.6; 3.5; 4.6 ft/sec の4通りの平均流速を与えて実験を行つた。基礎データとして水路中心線を含む鉛直断面内の流速分布 $(u\sim y)$ (図—1) 及び濃度分布 $(c\sim y)$ (図—2) を求め且つ水頭損失より平均の摩擦速度 $\bar{u}_f$，更に最大流速 $u_{\max}$ を示す水深 y_m を求めて置く。

図—1



3. 実験結果 図—1, 2 から現象は y_m を境にして上層部と下層部との2つの領域に区別して取扱うべきであるとして剪断力 τ の分布を考慮に入れ，各領域に対する摩擦速度を夫々

図—2



$$\left.\begin{aligned}\bar{u}_{fb}&=u_f\sqrt{2y_m/y_{tb}}\ \cdots\cdots\cdots(\text{下層部})\\ u_{ft}&=u_f\sqrt{2(1-y_m/y_{tb})}\cdots(\text{上層部})\end{aligned}\right\}\quad(1)$$

で示している。但し y_{tb} は水路の全水深 $=3$ in. 而して此の様に以後実測値の整理に当つてはすべての物理的諸量は一応上下層を分離して検討を行つている。

1) KármánのUniversal Constant; k

Kármán によれば流速分布は

$$\frac{u-u_{\max}}{u_f}=\frac{2.3}{k}\log_{10}\frac{y}{y_m}\ \cdots\cdots\cdots\cdots(2)$$

但し u_f は水路中心線の摩擦速度で此処では便宜上 $\bar{u}_f$ と等しいと考えている。　其処で (2) より

k_b or $k_t=2.3\times\bar{u}_{fb}$ or $\bar{u}_{ft}\times$(図—1 の曲線勾配) ……………………………(3)

となるので図—1 より k の値を求めると 0.10 mm, 0.16 mm 何れの砂に関してもその値は混入量の増加に伴い 0.373 から 0.20 迄も減少する。

2) 運動量輸送係数；ε_m　図—1 の範囲内では Kármán の速度分布則が良く合う事が示されるので (2) 及び

$$\tau=\tau_0(1-y/y_m)=\varepsilon_m\rho\frac{\partial u}{\partial y}\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(4)$$

とから $\frac{\partial u}{\partial y}$ を消去して求めた

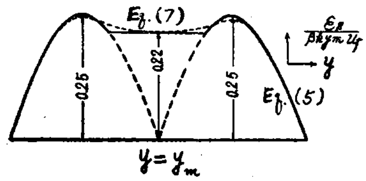
$$\varepsilon_m=k\bar{u}_f y(1-y/y_m)\ \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots(5)$$

の妥当なる事が認められる。然し乍ら (4) は $y=y_m$ 附近で不定形となるので，その附近では (5) も亦成立しない。其処で今　$\varepsilon_s=\beta\varepsilon_m$ ……………(6)　と置く。此の仮定は少くとも (5) 式の成立する範囲内では濃度分布に関する実験を通して正しいものである事が知られており，0.10 mm の砂では $\beta=1.5$, 0.16 mm の場合には $\beta=1.3$ なる値を有している。更に (6) の仮定が $y=y_m$ 附近でもなお成立するものとして 図—2 を参照すれば y_m 附近では曲線群がほぼ直線関係にあるので ε_s 従つて ε_m は $y=y_m$ 附近では一定である事が推測され，実験値より

$$[\varepsilon_s/\beta k y_m\bar{u}_f]_{y=y_m}=[\varepsilon_m/k y_m\bar{u}_f]_{y=y_m}=0.22\ \cdots\cdots\cdots\cdots(7)$$

となる事が示されている。

図—3

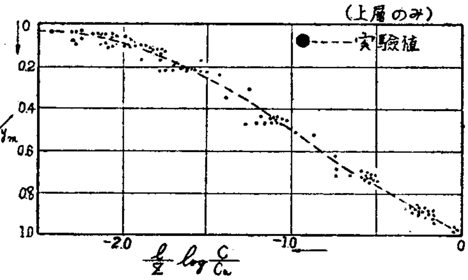


其処で (5) 及び (7) より ε_s 従つて ε_m の分布は図—3 の如く無次元的に示される事が最も合理的だと主張している。

3) 抵抗係数；λ　或る限界 Reynolds 数以下の流れでは純水の場合より λ の値は大となり，以上の流れでは純水の場合と殆んど変らない。而して此の限界 Reynolds 数は水路床の底質が砂漣を作りながら移動している状態からすつかり流れの中に拡散されて了う際の Reynolds 数に相当する。且つ他の条件が一定なれば粒径大なる程限界 Reynolds 数は大となる。

4) 流速分布　砂漣が水路床に存在する場合には y_m の位置が上層部に移動する。砂漣がなければ y_m の位置は中央部に来る。而して上層部の分布は純水と変

図—4



らないが下層部の分布は壁面流速が純水に比して非常に小となつている。

5) 濃度分布　ε_s の分布が図―3で示されるものとして

$$\varepsilon_s \frac{dc}{dy} + wc = 0 \quad \cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots (8)$$

を積分して濃度分布を求め実測の濃度分布と比較したものが図―4であり両者は良く一致している。

（嶋　祐之）

UDC 627.81(282.27)

リオグランデ沿岸の国際的灌漑事業着工

International irrigation developments along Rio Grande started,
By C. M. Ainsworth C. E. May 1951

1. 概説　Rio Grande は Colorado 州に源を発し，400 mi を流れて El Paso-Juarez に至り，こゝからメキシコ湾迄の 1240 mi は米墨国境を流れる。両国は 1945. 11. 8. 発効の水条約を結び，国際河川の水所有権の問題を解決し，水の保存と最高利用の規約を定めた。即ち両国共用の貯水池を管理し，Fort Quitman 以下の全流量平均年 300 万 acre-ft の水を公平に分配しようとするのである。

Conchos 川合流点附近から下流約 400 mi 間を Canyon Section と呼ぶ。この区間には大体灌漑は無いが，幾多のダム地点があり，全落差は 1600 ft 以上で平均年流量 200 万 acre-ft として，発電力は約 45 万 HP になる。

次の Hill Section といわれる 300mi の区間では多くの支流が合し，区域下流端の流量は 370 万 acre-ft に達し，灌漑面積は両国合せて 6.6 万 acre である。

次いで Delta Section に入り 250 mi 流れて河口に達する。河口に近い Lower Brownsville 測水所の流量は年約 300 万 acre-ft で，水条約で幹川に作る貯水池で大々的に保存しようというのは，この水量のことである。この区間には米国側には既に高度に開発された農地があり，メキシコ側には目下開発途上にある広大な肥沃な土地がある。

Rio Grande 上に作られる両国共用のダム及び発電所の中で最初のものは，Hill Section の下流端に近く，河口から約 270 mi の地点 Falcon に昨 1950 年 12 月に着工された。この多目的開発工事は International Boundary and Water Commission の管轄下におかれている。

2. Falcon Dam　貯水池容量は 410 万 acre-ft で，この内訳は 30 万が死水及び沈泥容積，210 万が水保存，170 万が洪水防禦用である。この 210 万の中，米国に 123 万 (58.6%)，メキシコに 87 万 (41.4%) が割当てられている。（尤も全開発事業が完成した暁には両国は Rio Grande の水を大体5分5分に分配を受けることになる。）

ダムは締固土堰堤で，長さ 26 000 ft，高さ河床上 150 ft，天端標高 El. 323（海面上）で，法勾配は上流側，天端～El. 225 1 : 3，こゝに 20 ft の小段あり，以下河床迄 1 : 4，下流側，天端～El. 250 1 : 2，El. 250～El. 190 1 : 4，以下河床迄 1 : 2 であり，最大堤敷巾約 1 000 ft，建設費 3 350 万弗である。

発電所は川の両側に大体同じものが1つづゝあつて，1発電所には3基の 14 750 HP の鉛直型フランシスタービンを備え，発電力 31 500 kW，年間出力は両所合計常時2億，特殊 5000 万 kWH である。

3. 余水吐及び取水設備　余水吐は鉄筋コンクリート造で米国側に設け，6個の 50×50 ft の固定滑車水門で調整する。ゲート閾は El. 256.7，余水吐最大容量は池水面が El. 314.2 の時 456 000 cfs である。貯水池は過去 50 年間の何れの洪水の流量をも，最大余水吐流量 60 000 cfs に抑えてしまう程の貯水容量を持つており，前記余水吐容量に余裕量を加算してみると，過去の大洪水の3倍の大きさの超大洪水でもダムを決潰させずに，制禦し得るのである。

取水工事は両国別々に行い，米側は3本の 13 ft penstock で 4 500 cfs を，メキシコ側は1本の 22 ft penstock で 3 500～6 500 cfs を取る。

4. ダム工事　骨材は両国側各1カ所の採石場から，又築堤材料はそれと同じ場所及び他の土取場から取る。捨石はメキシコ側の採石場から取る。ダムの基盤は比較的硬い砂岩質又は頁岩質である。

着工は前記の如く昨年 12 月で，1050 日後の 1953. 10 に竣功予定である。工事は河中に 1 : 4 の側壁勾配を持つ 500 ft の開口を残す外，1952. 10. 15. 迄に全築堤及び全構造物を El. 285 迄完成させる。それから締切を施工して河流をメキシコ発電所の 22 ft penstock へ回流させる。1953. 1. 7. 迄に El. 235 に達すれば5年に1回の洪水を統禦し得る。更に 4.10. 迄に El. 270 迄施工すれば 10 年に1回の洪水，即ち今迄の最大洪水を制禦し得る。

工事が計画通りに運び，河川流量が灌漑の要求を満たし且つ貯水池を余水吐天端迄満水させる程にあつたとすれば，1953年の終りには貯水の幾分かを放流することが出来る予定である。　（米元卓介）