Ferdousi Miss

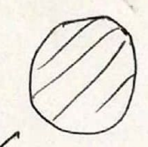
Lec-01

2/03/2020

Pipe flow তে যদি fully water flow না করে বা কোন open surface এর contact থাকে, তাহলে তাকে open channel flow বলতে পারবো।

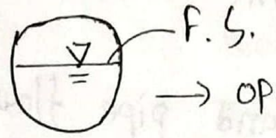
Pipe flow তে ~~p~~ pipe এ fully flow করে পানি

↓



↙

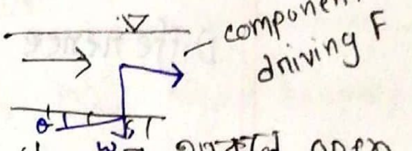
Pressure এর জন্য flow



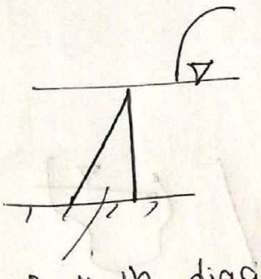
→ open channel / free surface flow

↓

Gravity এর জন্য flow →



slope না থাকলে open channel flow হবে না



free surface এ pressure 0

P distn diagram

Open channel flow → natural & artificial

OCF — atm Pressure, gravity } থাকা must.

HGL আর water surface এর হয় line → দুটো same open
(FS)
channel flow তে।

HGL → pressure head + elevation head

Pipe flow তে HGL → যেখানে water flow করছে (pipe) তার উপরে থাকে। (not the water surface line} like OCF)

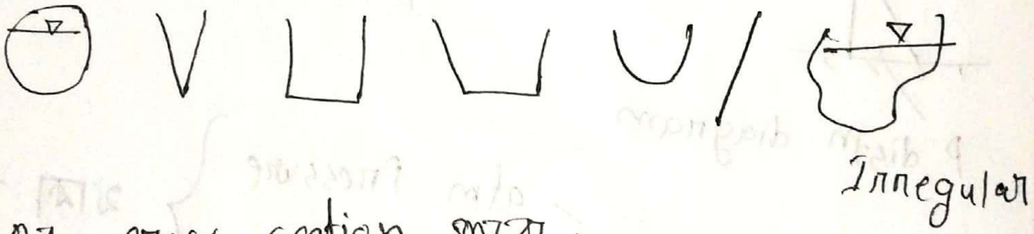
Difference in OCF and pipe flow:

↓

OCF → depth time বা space এর respect এ change হতে পারে → হলে cross section ও same হবে না।

Pipe flow তে cross section always fixed.

OCF এ →



↓

বিভিন্ন type এর cross section পাবো।

Water depth vary করলে channel bottom এর সাথে relative roughness ও vary করবে → OCF এ

OCF > suppose S_o change হলে S_w ও change হবে, but change এর radio linear হবে না।

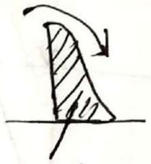
Kinds of open channel:

All natural channel → non prismatic and mobile boundary (generally)

Artificial → prismatic and rigid boundary (generally). but
mobile " forcefully create
করতে পারবো চাইলে

but যদি ~~লাল~~ লাল মাটি / বালু মাটির bottom হয় ওখান rigid boundary

Natural large slope → ~~four~~ ঝর্ণা /



→ artificial large slope

large slope এর কাজ হল পানিকে জলদি সরিয়ে নিয়ে যায়।

Chute, drop, speedway ⇒ steep slope channel.

Chute ↓ দূরে কোথাও পানিটা নিয়ে যাবে

drop, speedway ↓ যেখানে পানি আসবে ওই instant এই পানি drop করবে

Open-flow tunnel → কোন জায়গায় যদি জলাবদ্ধতা create হয়, তাকে অন্য জায়গায় pass করার জন্য used হয়।

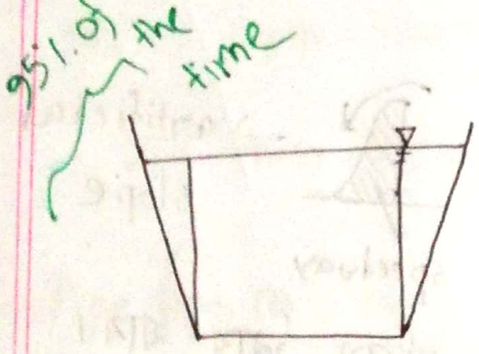
Lec-02

04/03/2020

Padma → small slope, natural, mobile boundary, non-prismatic

Curvard → " " , artificial, rigid " , prismatic

Speedway → large " , " , " , " , "



95% of the time

trapezoidal এর সুবিধা → side slope দিতে সুবিধা।

V → triangle এর সব অসুবিধা → bottom এর cross section already কমায়ে দিচ্ছে।

O → circular → pipe এর মধ্যে

যেখানে water ~~fully~~ flow করবে, যেখানে। (curvart, sewer....

এগুলোতে full flow হয় না; OCF

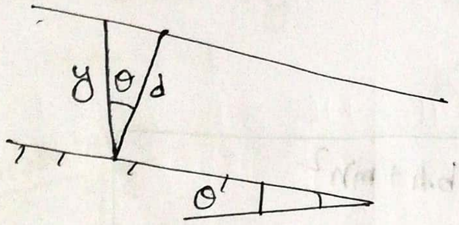
→ এরকম irregular গুলো parabolic shape এ analysis করা হয় মাঝে মাঝে।

channel section → flow এর normal depth → এটা always d দিয়ে denote.

d শুধু channel section আর pipe dia এর denotation

y/h → vertical channel section denote করবে।

bottom এর সাথে ⊥ measure করা easy না → তাই vertical channel section বের করা easier.



$$\boxed{d = y\cos\theta}$$

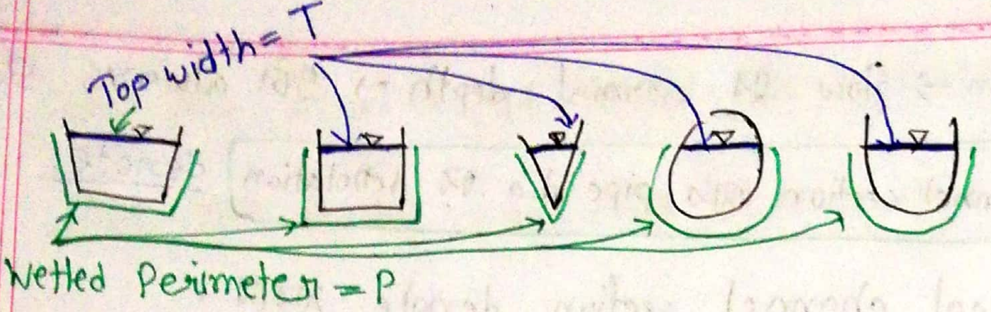
θ এর মান যত কম হবে $d \approx y$

মানে channel যত mild slope হবে, d আর y একই value ধরে নিতে পারি।

শুধু flow বলে দিলে বুঝব steady uniform flow; unless otherwise বলে দেয়।

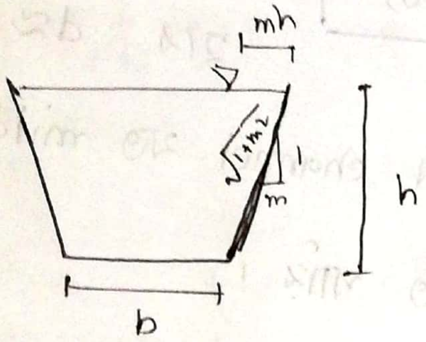
Geometric Elements:

R লাগবে → Reynolds No. তে | hydraulic depth লাগবে Froud no. তে


Top width = T
Wetted Perimeter = P

A water height এর উপর depend করে প্রতিটা parameter change হবে

$\frac{1}{8}(\theta - \sin\theta)D^2$ → circular এ → θ radian এ ধরবে।


mh
$\sqrt{1+m^2}$
1
m
h
b

$A = bh + mh^2$

$T = b + 2mh$

$P = b + 2h\sqrt{1+m^2}$

$R = A/P$ $\quad$ $D = A/T$

Rectangular এ → hydraulic depth হলো depth of water এর সমান

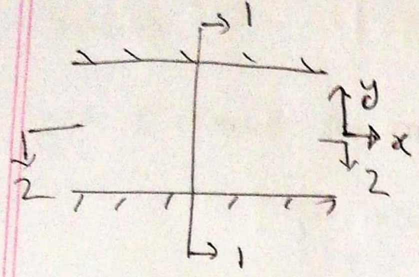
Ex= natural river এ $b >> h$ ← $\boxed{b > 10h \text{ হলে}}$ ↓ wide channel

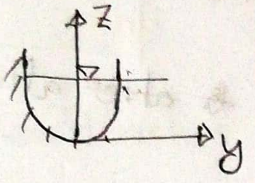
$$\therefore R = \frac{bh}{b + \underset{\text{ignore করতে পারি}}{\boxed{2h}}} = h$$

Parabola: B, h একটা আরেকটা function.

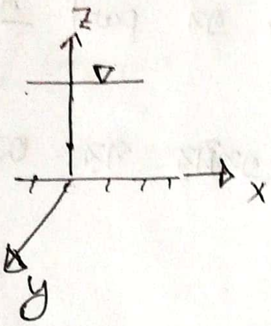
Flow direction কে x দিয়ে denote করি।
width dir. কে y
flow depth বরাবর z

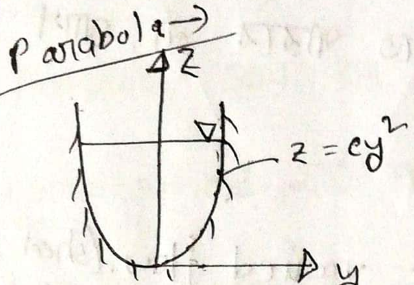
এটা always valid এই course এ





sec 1-1





Top width (T)

$A = \frac{2}{3}\boxed{B}h = \frac{4h^{3/2}}{3\sqrt{c}}$

$B = \frac{3}{2} Ah$

$= 2\sqrt{\frac{h}{c}}$

($z = cy^2$ এর parabolic eqⁿ হলে)
যে eqⁿ থাকবে তাকে $z = cy^2$ form এ আনলে এটা use

* → eqⁿ টা দিয়ে দেয়া থাকবে।

But table টা মুখস্থ করতে হবে।

parabolic টা rarely আসে। 1st 4টা frequently use হয়।

section factor Z → flow ~~er~~ কেমন তার উপর depend করে change হয় (পরে পড়ব এটা).

Wide Channel: $\boxed{R = h}$

Types of flow → sir এর part এ

GVF আর RVF → একটার পর আরেকটা ~~a~~ ~~alter~~ alternate করতে পারে।

But uniform flow direct RVF এ যেতে পারবে না, আগে তাকে GVF এ যেতে হবে।

Surface এর উপর দিয়ে flow → spatially varied flow. (sheet এর মত)

State of flow:

Force টা → inertia force (not ~~int~~ inertial)

$\frac{\mu}{\rho} = \nu = 10^{-6}\ m^2/s$ → 20°C এ [temp এর সাথে vary করবে]

Reynold number এর characteristics length → usually hydraulic radius.

OCF এ Froud No. more imp. than Re.

Effect of gravity

$F_r = \text{Inertia F} / \text{Gravity F}$

Characteristics Length কে এখানে hydraulic depth দিয়ে denote করে normally.

Naturally প্রায় সব flow ই subcritical. Special event এর কারণে supercritical হতে পারে।

Stagnent water এ যদি ~~conduit~~ celerity এর জন্য flow disturbance এর জন্য চারদিকে ও propagate করবে। OCF এর cases slide এ.

v > c → downstream এ যাওয়ার time এ disturbance বাড়বে, d/s এর দিকে value বাড়বে। (পুরো wave সরে যাচ্ছে কারণ u/s এ effect নাই)

v = c → u/s এ effect নাই। d/s এ double হয়ে যাচ্ছে flow.

v < c → wave সরবে না; u/s আর d/s দুদিকেই effect থাকবে।

Scanned with CamScanner

critical → যেখানে ঢিল ছুঁড়ব ওখান থেকেই wave propagate করবে. এবং d/s তে wave টা অনেক বড় করে generate করবে।

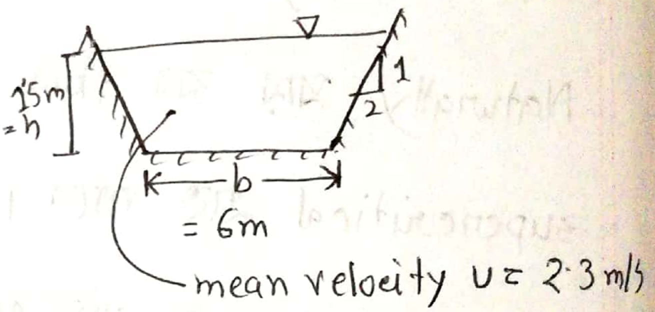
critical আর supercritical difference করা যাবেনা → দেখব কিভাবে।

Lec-03
09/03/20

Example 1.1

Trapezoidal channel

b = 6 m   s = 2



$\boxed{Q = ? \quad Re = ? \quad Fr = ?}$

$A = (b + sh)h = ((6 + 2\times1.5)\times1.5) = 13.5\ m^2$

$B/T = b + 2sh = 6 + (2\times2\times1.5) = 12\ m$

$P = 12.71\ m$

$Q = A \times U = 13.5\times2.30 = 31.05\ m^3/s$

$R = A/P = \frac{13.5}{12.71} = 1.06$ m $D = A/T = \frac{13.5}{12} = 1.13$ m

$Re = \frac{vR}{\nu} = \frac{2.3 \times 1.06}{10^{-6}} = 2.44 \times 10^6$ } Turbulent flow

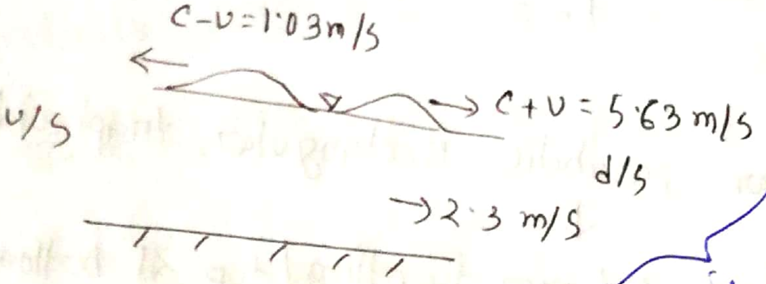
value না দেয়া থাকলে এটা ধরব always

$F_r = \frac{v}{\sqrt{gD}} = \frac{2.3}{\sqrt{9.81 \times 1.13}} = 0.69 < 1$; subcritical flow.

∴ wave generate হবে u/s + d/s দুদিকেই যাবে

2.3 m/s থেকে বেশি হবে ~~velocity~~ celerity

Celerity, $c = \sqrt{gD} = 3.33$

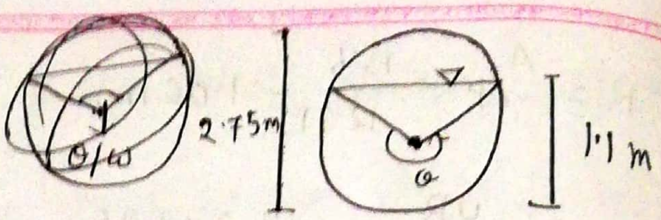


ছবি দেখাতে হবে always

Mam এর part এ always ছবি দেখাতে হবে নাহলে full marks পাওয়া যাবে না।

Exm 1.2 ||

Circular channel



ω/θ (angle of the circle)

$$\theta = \omega = 2\cos^{-1}\left|1-\frac{2h}{d_0}\right| = 2\cos^{-1}\left|1-\frac{2\times1.1}{2.75}\right|$$

$$= 2.74 \text{ rad}$$ *

$A = 2.22\ m^2$ $P = 3.77\ m$ $T = 2.69\ m = B$

$R = 0.59\ m$ $D = 0.82\ m$

$v = Q/A = 2.95\ m/s$

$Re =$ $Fr =$

triangle, circular, parabolic, rectangular, trapezoid } এর math আসতে পারে।

↓

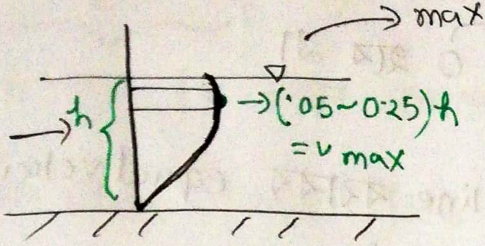
c / inner function of eqn / top বা bottom এর কোন eqn দেয়া থাকবে

↙

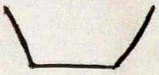
Top width /Perimeter বের করে করতে হবে

Velocity dist^n:

max^m velocity surface থেকে একটু নিচে পাওয়া যায় (log / power law এর curve এটা)



Boundary তে 0, যত depth বাড়বে towards the surface, বাড়তে থাকে।

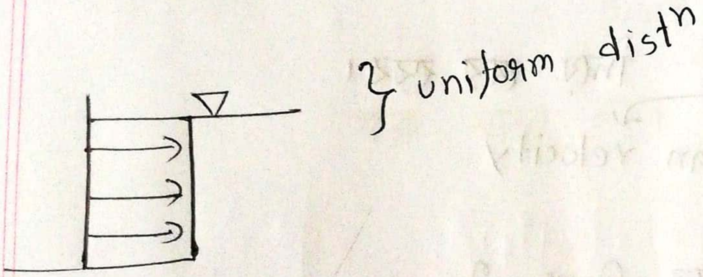


→ trapezoid এর Boundary তেও 0 হবে।

Current meter দিয়ে velocity reading পাই (~~max^m veloc~~

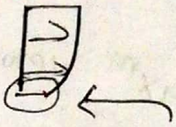
(0.5–0.25 h) → এখানে h top থেকে measure করা হয়

top থেকে কত নামাবো এটা দিয়ে বের করব current meter দিয়ে max^m velocity মাপতে পারি, wind effect + roughness এর জন্য surface এ max^m পাই না।



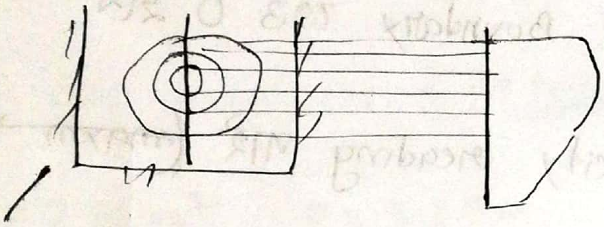
Wide channel + narrow + rapid flow + roughness কম থাকলে → stream (like ড্রেন এর মত)

তখন অনেক সময় surface এ max^m velocity পাওয়া যেতে পারে।

এখানে boundary তে যদি 

friction effect থাকে velocity 0 হবে না

velocity contour/Isovel → যে line বরাবর equal velocity



একদম boundary তে 0, যত inner এ যাবে value বাড়বে,

inner bank এ velocity বেশি (erosion prominent) than outer bank. ; centrifugal F more than outer bank.

roughness ↑ velocity ↑ (directly বাড়বে ; not linear)

Discharge / Re / Fr ——→ দিয়ে বের করবা।

শুধু velocity বললে বুঝাব mean velocity

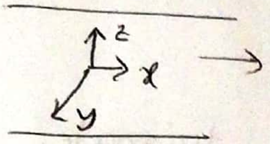
max velocity হলে বলে দিবে Ques এ.

h → ২ ft থেকে কম হলে এ formula.

$$\underbrace{\frac{v_{0.2}+v_{0.8}}{2}} \Big/ \overbrace{v_{0.6}} \Rightarrow \text{mean velocity}$$

h → ২ ft থেকে বেশি হলে এ formula

Open channel flow → সব 3D। But along the flow,

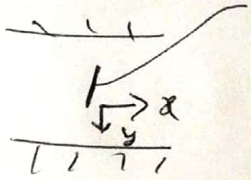


v_x → ~~এর মান অনেক কম~~

v_y →, v_z → } এর মান অনেক কম

But আমরা 1D পড়ছি। তাই v_y, v_z omit করে দিচ্ছি simple করার জন্য as v_y, v_z অনেক কম।

কোন বাধা থাকলে (like bridge) → তখন scour model করতে গেলে flow এর v_y এর component ও অনেক prominent হবে। তখন 1D assume করা যাবে না।

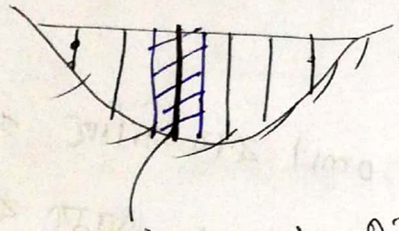


0.2h, 0.8h, 0.6 h → depth এ কেন নিচ্ছি? → US geological survey standardize করে দিয়েছে!

Non-prismatic channel:

ΔQ_i → প্রতি segment এর discharge বের করব।

Area velocity method ⇒

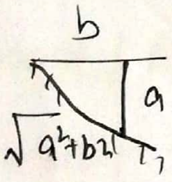


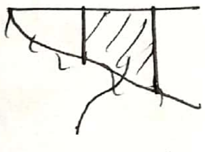
→ 1st আর last টা triangle, বাকি গুলো trapezoidal

এই verticle এর influence area shaded part.

v_0 = surface velocity   mean velocity = $\bar{v}$

wetted perimeter





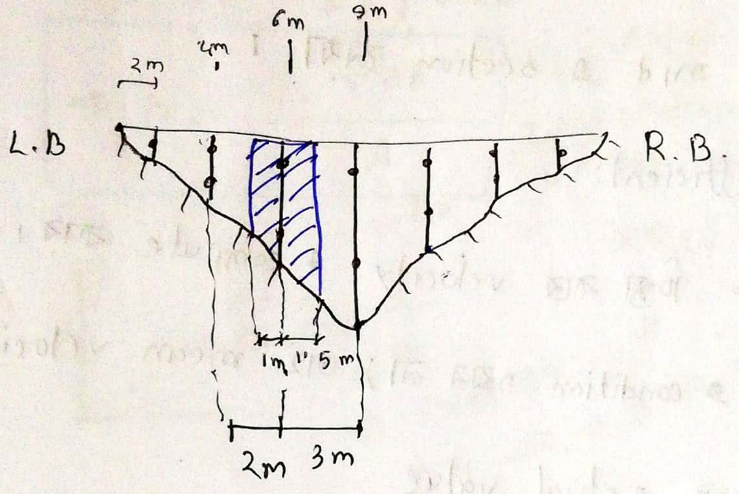
$$\Delta P = \sqrt{W^2+(h_2-h_1)^2}$$

Assumption → last এ ছোট triangle এর বাকি part ও ধরব।

Scanned with CamScanner

Problem:

1st এই cross section আঁকব।



Lec-04

10/03/20

$$U = \frac{\text{total discharge}}{\text{total area}}$$ ← এভাবে করতে হবে।

mean velocity / প্রতি segmental velocity এর avg. টা ~~হবে~~ করলে হবে না

Top width $T = 17$ m

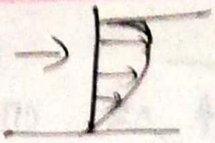
প্রতি perimeter আলাদা করে calcu করে যোগ করব।

$R = A/P$ $D = A/T$ (বের করব)

Isovel: same velocity দিয়ে contour line draw করলে পারে।

Boundary এর কাছে contour value কম।

surface এর একটু নিচে max পাই যেটা →

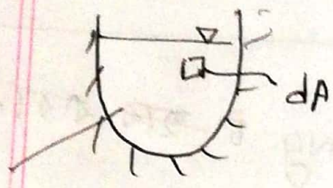


এটা channel এর mid এ section নেয়া।

Velocity distn coefficient:

Actually streamline চিন্তা করে velocity compute করি।

Natural OCF এ condition এমন না; তাই mean velocity generally less than actual value.



A
U

~~Q = udA =~~ $Q = \int_0^A u\,dA \Rightarrow U = \frac{Q}{A}$

$$= \frac{1}{A}\int_0^A u\,dA$$

$$= \frac{1}{h}\int_0^h u\,dh$$

unit width হলে

$$\frac{1}{2}\rho u\,dA \times u^2$$

$$\Rightarrow \frac{\rho}{2}u^3\,dA$$

$$\boxed{\frac{\rho}{2}U^3 A}$$

$$\alpha\frac{\rho}{2}U^3 A = \frac{\rho}{2}\int_0^A u^3\,dA$$

$$\boxed{\Rightarrow \alpha = \frac{\int_0^A u^3\,dA}{U^3 A}}$$

Scanned with CamScanner

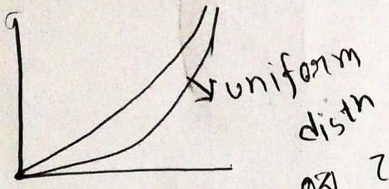
α এর সাথে cubic relation } v এর } eqⁿ এ খেয়াল রাখব
β " " square "

Momentum

$$\beta \rho U^2 A = \rho \int_0^A v^2 dA$$

$$\boxed{\Rightarrow \beta = \frac{\int_0^A v^2 dA}{U^2 A}} = \frac{\Sigma v^2 \Delta A}{V^2 A}$$

Actual value higer than cross sectional থেকে পাওয়া velocity → তাই correction co-efficient (α, β) আনা হয়; $\boxed{\alpha > \beta}$ & $\boxed{\alpha, \beta > 1}$



uniform distⁿ এর থেকে যত দূরে যায়, α, β এর মান তত বাড়বে

eqⁿ $(2.8 \sim 3) \rightarrow$ ratio $\left(\frac{\alpha - 1}{\beta - 1}\right)$; [But class এর problem গুলোয় 2-3 এর মধ্যে থাকবে]

Exm 1.4

$Q = m^3/s$ $\quad \frac{Q}{b} = q = \frac{m^2}{s}$

straigh variation eqⁿ এর → তাই integration না করেও করতে পারব [linearly vary না করলে ওভাবে হবে না আবার]

& cube কে expand করব → then limit বসাবো α এর value calcu করার time এ

$$\beta = \frac{1}{V^2 A} \int_0^A v^2 \, dA$$

$$= \frac{1}{V^2 h} \int_0^h \left(1 + \frac{3z}{h}\right)^2 dz$$

$$\Rightarrow \frac{1}{V^2 h} \int_0^h \left(1 + \frac{6z}{h} + \frac{9z^2}{h^2}\right) dz$$

$$\Rightarrow \frac{1}{V^2 h} \left[z + \cdot \; - \; - \; - \; \cdot \; - \right)$$

Exm 1·5

Data দেয়া থাকলে 1st এই ছবি আঁকব।

$\Delta z = 1$

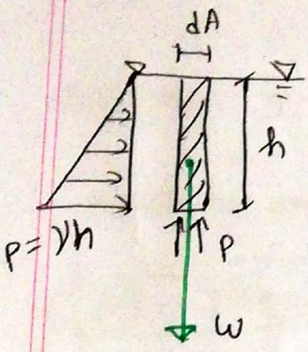
Lec-05
11/03/20

Exm 1·1

$v = k\sqrt{y}$ (given)

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{\int_0^A v \, dA}{A} = \frac{1}{h} \int_0^h v \, dh$$

Pressure distribution



$w = P$

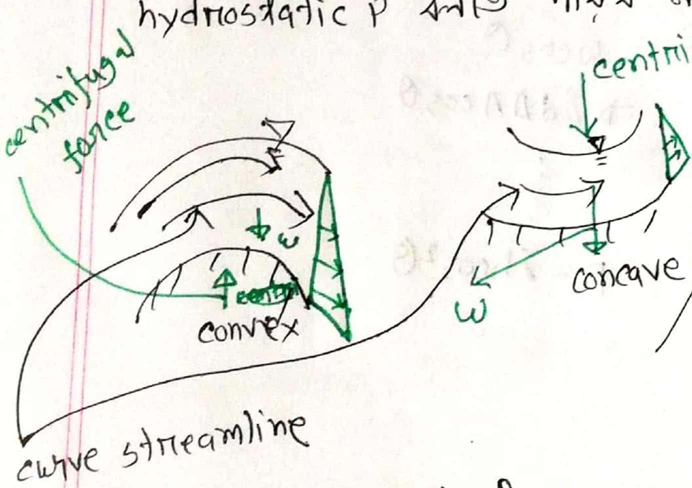
$P = \gamma h$ [linear relation]

$\boxed{P \propto h}$ → hydrostatic pressure

γ = constant

depth এর সাথে linear relation হয় তখন বলে

curvilinear flow হলে তখন আর hydrostatic P বলতে পারব না।


centrifugal force
w
convex
centrifugal F
w
concave
curve streamline

slide এ details

~~convex > hydrostatic P~~

$h_c = \frac{hv^2}{gr}$ } এটা curvature এর জন্য extra আসবে.

hydrostatic $P \Rightarrow h$

∴ curvature থাকলে → $h + \frac{hv^2}{gr}$ } concave

$h - \frac{hv^2}{gr}$ } convex

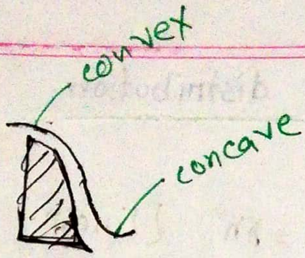
centrifugal F আর water column same direction এ load দিচ্ছে তাই (+)

ঋণ

opposit এ কাজ করে এখানে

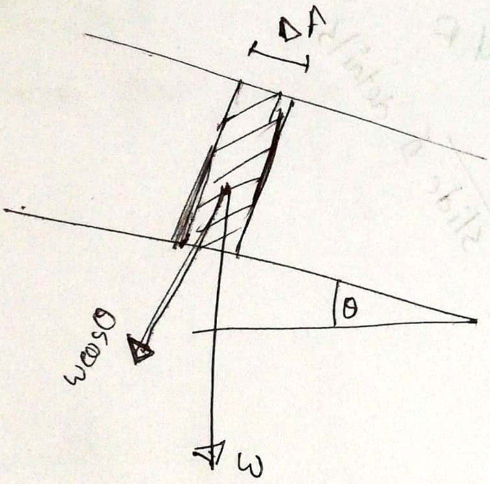
spillway

practically example.


convex
concave

Exm 1·6 //

Sloping channel:



$w\cos\theta$

$\Rightarrow \gamma d \Delta A \cos\theta$

⋮

$p = \gamma h \cos^2\theta$

hydrostatic এ $\rightarrow \gamma h$ পাই

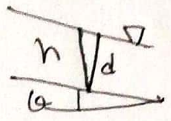
sloping channel এ $\rightarrow \gamma h \cos^2\theta$ পাই → hydrostatic থেকে কম পাচ্ছি pressure

Exm 1·7 ||

এঙ্গেল (θ)
# channel এ slope; তাকে horizontal ধরে আমি pressure calculate করলাম। error এর কত % আসবে।

~~$\gamma d - \gamma h \cos^2\theta$~~

$d = h\cos\theta$



$$\Rightarrow \frac{\gamma d - \gamma h\cos^2\theta}{\gamma h \cos^2\theta}$$

$$\frac{\gamma d - \gamma d\cos\theta}{\gamma d\cos\theta}$$

$$\boxed{= \frac{1-\cos\theta}{\cos\theta}} \Bigg\} \text{ error \%}$$

Subramanya এর বই এর v. distn + p. distn এর example +

exercise করব