Civil Services (Main)
Examination, 2026

KVMS–P–CVG

सिविल इंजीनियरी (प्रश्न-पत्र–I)

निर्धारित समय : तीन घण्टे	अधिकतम अंक : 250

प्रश्न-पत्र संबंधी विशेष अनुदेश

(उत्तर देने के पूर्व निम्नलिखित निर्देशों को कृपया सावधानीपूर्वक पढ़िए)

इसमें **आठ** प्रश्न हैं, जो दो खण्डों में विभाजित हैं तथा **हिन्दी** और **अंग्रेजी** दोनों में छपे हुए हैं।
परीक्षार्थी को कुल **पाँच** प्रश्नों के उत्तर देने हैं।
प्रश्न संख्या **1** और **5** अनिवार्य हैं तथा बाकी प्रश्नों में से प्रत्येक खण्ड से कम-से-कम **एक** प्रश्न चुनकर **तीन** प्रश्नों के उत्तर दीजिए।
प्रत्येक प्रश्न/भाग के लिए नियत अंक उसके सामने दिए गए हैं।
प्रश्नों के उत्तर उसी प्राधिकृत माध्यम में लिखे जाने चाहिए, जिसका उल्लेख आपके प्रवेश-पत्र में किया गया है, और इस माध्यम का स्पष्ट उल्लेख प्रश्न-सह-उत्तर (क्यू० सी० ए०) पुस्तिका के मुखपृष्ठ पर निर्दिष्ट स्थान पर किया जाना चाहिए। प्राधिकृत माध्यम के अतिरिक्त अन्य किसी माध्यम में लिखे गए उत्तर पर कोई अंक नहीं मिलेंगे।
प्रश्न का उत्तर देने के लिए यदि कोई पूर्वधारणाएँ बनाई गई हों, तो उन्हें स्पष्ट रूप से निर्दिष्ट कीजिए।
जहाँ आवश्यक हो, आरेखों व चित्राकृतियों को, प्रश्न का उत्तर देने के लिए दिए गए स्थान में ही बनाइए।
जब तक उल्लिखित न हो, संकेत तथा शब्दावली प्रचलित मानक अर्थों में प्रयुक्त हैं।
प्रश्नों के प्रयासों की गणना क्रमानुसार की जाएगी। आंशिक रूप से दिए गए प्रश्नों के उत्तर को भी मान्यता दी जाएगी यदि उसे काटा न गया हो। प्रश्न-सह-उत्तर पुस्तिका में खाली छोड़े गए कोई पृष्ठ अथवा पृष्ठ के भाग को पूर्णतः काट दीजिए।

CIVIL ENGINEERING (PAPER–I)

Time Allowed : Three Hours	Maximum Marks : 250

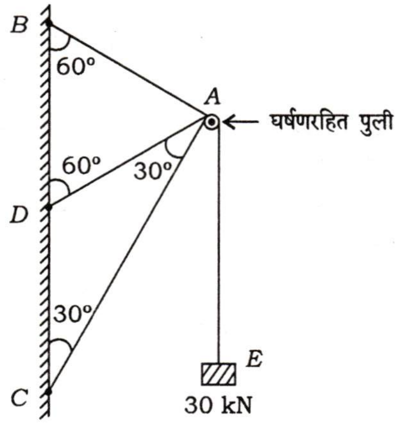
QUESTION PAPER SPECIFIC INSTRUCTIONS

(Please read each of the following instructions carefully before attempting questions)

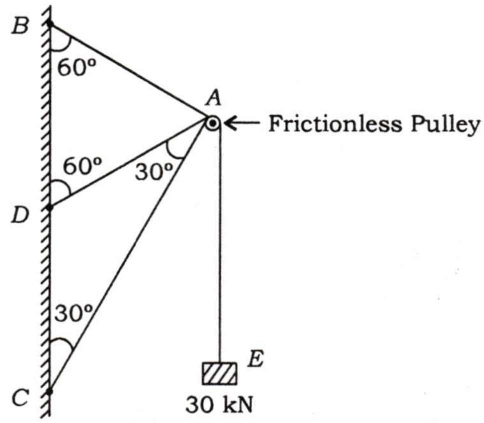
There are EIGHT questions divided in two Sections and printed both in HINDI and in ENGLISH.
Candidate has to attempt FIVE questions in all.
Question Nos. **1** and **5** are compulsory and out of the remaining, THREE are to be attempted choosing at least ONE question from each Section.
The number of marks carried by a question/part is indicated against it.
Answers must be written in the medium authorized in the Admission Certificate which must be stated clearly on the cover of this Question-cum-Answer (QCA) Booklet in the space provided. No marks will be given for answers written in a medium other than the authorized one.
Wherever any assumptions are made for answering a question, they must be clearly indicated.
Diagrams/Figures, wherever required, shall be drawn in the space provided for answering the question itself.
Unless otherwise mentioned, symbols and notations carry their usual standard meanings.
Attempts of questions shall be counted in sequential order. Unless struck off, attempt of a question shall be counted even if attempted partly. Any page or portion of the page left blank in the Question-cum-Answer Booklet must be clearly struck off.

खण्ड—A / SECTION—A

1\. *(a)* एक घर्षणरहित पुली A को चित्र में दर्शाए अनुसार दो छड़ों AB एवं AC द्वारा आलंबित किया गया है, जो एक ऊर्ध्वाधर दीवार पर, B और C पर हिंज द्वारा जुड़ी हैं। एक लचीला केबल, जो D पर हिंज द्वारा जुड़ा है, पुली पर से होकर जाता है और दूसरे छोर E पर 30 kN का भार वहन करता है। अवयवों के बीच के कोणों को चित्र में दर्शाया गया है। पुली के आकार को नगण्य मानते हुए मुक्त पिंड आरेख बनाकर छड़ों AB और AC में बल निर्धारित कीजिए :

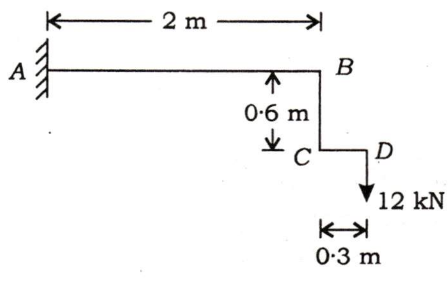


A frictionless pulley A as shown in the figure is supported by two bars AB and AC which are hinged at B and C to a vertical wall. A flexible cable, hinged at D, goes over the pulley and supports a load 30 kN at the other end E. The angles between the members are shown in the figure. Neglecting the size of the pulley, determine the forces in the bars AB and AC by drawing the free body diagram :

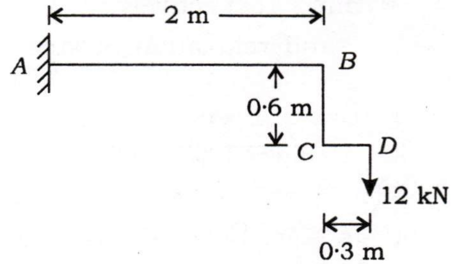


10

(b) धरन $ABCD$ के लिए बंकन आघूर्ण आरेख एवं अपरूपण बल आरेख बनाइए। धरन पर 12 kN का एक बिंदु भार, चित्र में दर्शाए अनुसार, लगा है :

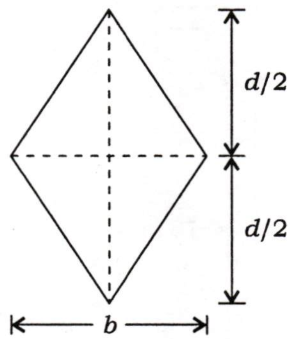


Draw the bending moment diagram and shear force diagram for the beam *ABCD*. The beam supports a point load of 12 kN as shown in the figure :

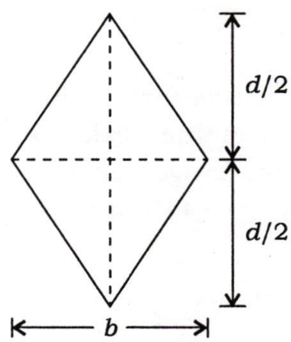


10

(c) चित्र में दर्शाए गए हीरे के आकार के परिच्छेद के लिए 'आकार गुणांक (शेप फैक्टर)' निर्धारित कीजिए :



Determine the 'shape factor' for the diamond-shaped section shown in the figure :



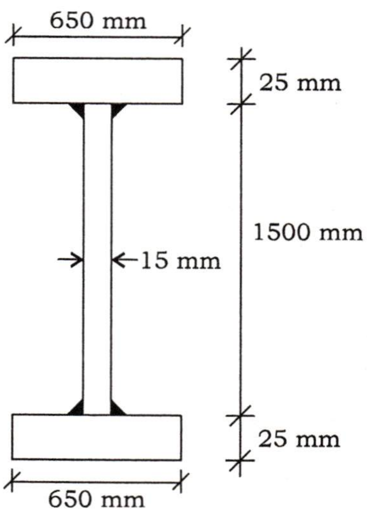
10

(d) एक पूर्व-तनावित (प्री-टेन्शन्ड) धरन, जिसकी चौड़ाई 250 mm और गहराई 300 mm है, को 12 तारों (प्रत्येक का व्यास 6 mm) द्वारा पूर्व-प्रतिबलित किया गया है, जिन्हें प्रारम्भ में, इनके केन्द्रक (सेन्ट्रॉइड) को अधःस्तल (सॉफिट) से 100 mm दूरी पर स्थित करते हुए 1200 MPa तक प्रतिबलित किया गया है। प्रत्यास्थ लघुकरण, संकुचन, इस्पात का शिथिलन और सर्पण प्रभाव के कारण प्रतिबल में अंतिम हानि प्रतिशत का आकलन कीजिए। इस्पात और कंक्रीट का प्रत्यास्थता मापांक क्रमशः 210 kN/mm^2 और 35 kN/mm^2, सर्पण गुणांक = 1·6, अवशेष संकुचन विकृति = 3×10^{-4} और इस्पात प्रतिबल का शिथिलन = 90 MPa मान लीजिए।

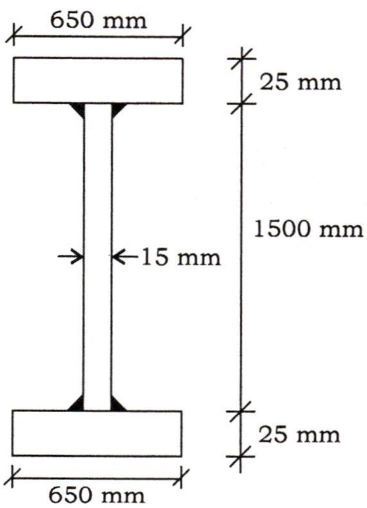
A pretensioned beam 250 mm wide and 300 mm deep is prestressed by 12 wires (each 6 mm diameter) initially stressed to 1200 MPa with their centroid located at 100 mm from the soffit. Estimate the final percentage loss

of stress due to elastic shortening, shrinkage, relaxation of steel and creep effect. Assume that the modulus of elasticity of steel and concrete are 210 kN/mm^2 and 35 kN/mm^2 respectively, creep coefficient = 1·6, residual shrinkage strain = 3×10^{-4} and relaxation of steel stress = 90 MPa. 10

(e) एक स्टील प्लेट गर्डर पर 2800 kN का अधिकतम गुणित अपरूपण बल लगा है। गर्डर का अनुप्रस्थ काट चित्र में दर्शाया गया है। वेब से फ्लैंज प्लेटों को जोड़ने के लिए एक उपयुक्त फिलेट वेल्ड का अभिकल्पन कीजिए। शॉप-वेल्डिंग मान लीजिए। E250 ग्रेड स्टील, जिसका $f_u = 410$ MPa है, का उपयोग किया गया है। अभिकल्पन के लिए सीमांत अवस्था विधि का उपयोग कीजिए। $\gamma_{mw} = 1{\cdot}25$ लीजिए :



A steel plate girder is subjected to a maximum factored shear force of 2800 kN. The cross-section of the girder is shown in the figure. Design a suitable fillet weld to connect flange plates to the web. Assume shop welding. E250 grade of steel having $f_u = 410$ MPa is used. Use limit state method of design. Take $\gamma_{mw} = 1{\cdot}25$:



10

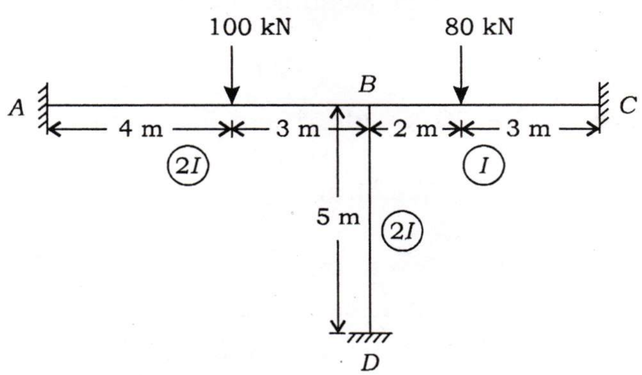
2. *(a)* सीमांत अवस्था विधि का उपयोग करते हुए 3·0 m ऊँचे प्रबलित कंक्रीट के एक वृत्ताकार स्तम्भ [पार्श्व बंधकों (लेटरल टाइज) के साथ] का अभिकल्पन कीजिए। इस पर 1150 kN (अचल भार + चल भार) का अगुणित अक्षीय भार लगा है। कंक्रीट की ग्रेड M25 और स्टील की ग्रेड Fe500 का उपयोग कीजिए। प्रभावी लम्बाई गुणक को 1·2 लीजिए। अभिकल्पन का विवरण एक स्वच्छ चित्र में दर्शाइए।

Using limit state method, design a reinforced concrete circular column (with lateral ties) of height 3·0 m. It is subjected to an unfactored axial load of 1150 kN (dead load + live load). Use M25 grade of concrete and Fe500 grade of steel. Take effective length factor as 1·2. Show the design details in a neat sketch. 15

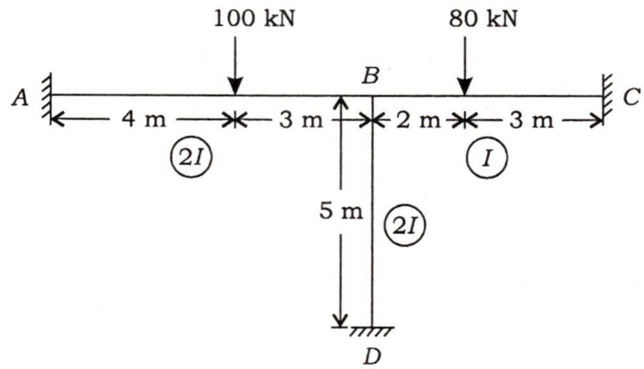
(b) मिश्रधातु की एक सीधी छड़ को एक स्ट्रट परीक्षण मशीन में इस प्रकार लगाया गया कि इसके दोनों सिरे पिन-जोड़ से जुड़े हैं और इस पर एक अक्षीय बल तब तक लगाया जाता है जब तक कि यह झुक ना जाए। ऑयलर के सूत्र का उपयोग करते हुए मिश्रधातु के 300 MN/m^2 पर पराभव बिन्दु (यील्ड पॉइंट) पर पहुँचने से पूर्व, अधिकतम केन्द्रीय विक्षेप की गणना कीजिए। छड़ की लम्बाई = 2·0 m, छड़ का अनुप्रस्थ काट 20 mm × 15 mm और प्रत्यास्थता मापांक E = 90 GN/m^2 मान लीजिए।

A straight bar of alloy is mounted in a strut-testing machine with both ends pin jointed and loaded axially till it buckles. Using Euler's formula, calculate the maximum central deflection before the alloy material attains the yield point at 300 MN/m^2. Take bar length = 2·0 m, cross-section of the bar as 20 mm × 15 mm and modulus of elasticity E as 90 GN/m^2. 15

(c) आघूर्ण वितरण विधि का उपयोग करते हुए चित्र में दर्शाई गई संरचना *ABCD* का विश्लेषण कीजिए (जोड़ *B* दृढ़ है)। संरचना पर भार, अवयवों का जड़त्व-आघूर्ण और अन्य आमाप चित्र में स्पष्ट रूप से दर्शाए गए हैं। बंकन आघूर्ण और अपरूपण बल आरेख का स्वच्छ रेखाचित्र, आरेख में इनके मान दर्शाते हुए बनाइए :



Using moment distribution method, analyse the structure *ABCD* shown in the figure (joint *B* is rigid). The loading on the structure, moment of inertia of the members and other dimensions are clearly mentioned in the figure. Give neat sketch of bending moment and shear force diagram, indicating their values in the diagram :



20

3. *(a)* एक ट्रस के ऊर्ध्वाधर अवयव पर निम्न अवयव भार (गुणित) लगे हैं :

(i) संपीडन बल = 30 kN (अचल और चल भार)

(ii) तनन बल = 150 kN (अचल और पवन भार)

यह अवयव दो ISA 100 × 100 × 8 से निर्मित है, जो 10 mm मोटाई की गसेट प्लेट के दोनों ओर जुड़े हैं। इस जोड़ पर बोल्टों की आवश्यक संख्या ज्ञात कीजिए। मान लीजिए कि बोल्ट का व्यास = 16 mm, बोल्ट का ग्रेड = 4·6, $\gamma_{mb} = 1 \cdot 25$, $k_b = 0 \cdot 6$, बोल्ट के चूड़ी वाले भाग के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल = शैंक के अनुप्रस्थ काट के क्षेत्रफल का 0·78 गुना है। अभिकल्पन के लिए सीमांत अवस्था विधि का उपयोग कीजिए।

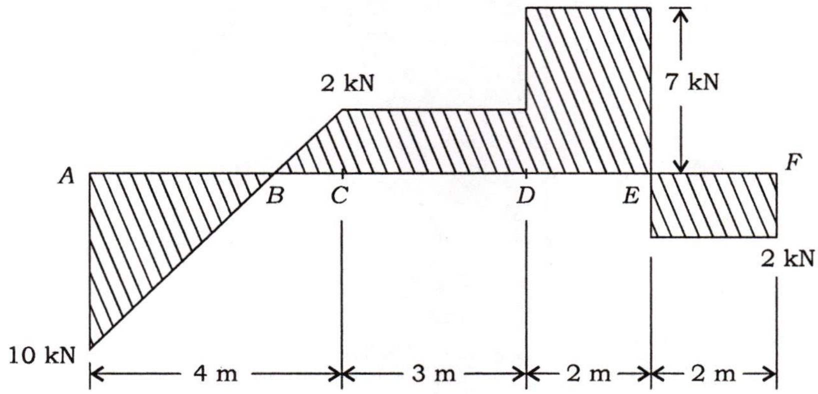
A vertical member in a truss is subjected to the following member force (factored) :

(i) Compressive force = 30 kN (dead and live load)

(ii) Tensile force = 150 kN (dead and wind load)

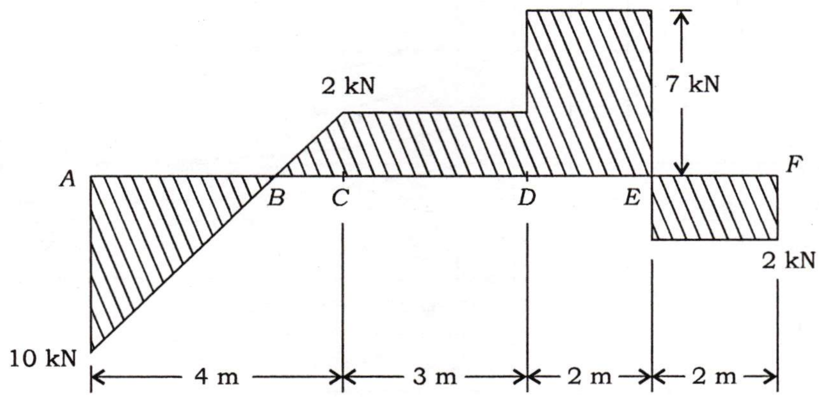
The member is composed of two numbers ISA 100 × 100 × 8 connected to both sides of the gusset plate of thickness 10 mm. Find the number of bolts required at the joint. Assume bolt diameter = 16 mm, grade of bolt = 4·6, $\gamma_{mb} = 1 \cdot 25$, $k_b = 0 \cdot 6$, cross-sectional area at the threaded part of the bolt = 0·78 times that of shank. Use limit state method of design. 10

(b) प्रदत्त चित्र एक धरन *ABCDEF* के लिए अपरूपण बल आरेख को दर्शाता है। धरन के बिन्दु *A* पर और एक अन्य बिन्दु पर भी हिंज आलंब है। इस धरन के लिए भार आरेख और बंकन आघूर्ण आरेख (बी० एम० डी०) बनाइए, जिसमें दो क्रमिक बिन्दुओं के मध्य बी० एम० डी० के आकार को इंगित कीजिए। नति-परिवर्तन बिन्दु (यदि कोई है) भी दर्शाइए :



अपरूपण बल आरेख

The given figure shows the shear force diagram for a beam *ABCDEF*. The beam has hinge support at *A* and at one more point. Draw the load diagram and bending moment diagram (BMD) for this beam, indicating the shape of BMD between two successive points. Also show the point of contraflexure (if any) :



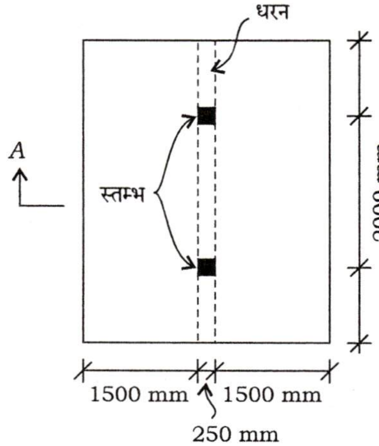
SHEAR FORCE DIAGRAM

20

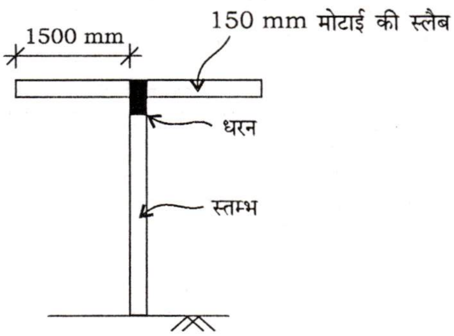
(c) एक प्रबलित कंक्रीट के यात्री आश्रय का निर्माण किया जाना है, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। स्लैब की मोटाई 150 mm है। सीलिंग के प्लास्टर एवं छत (रूफ) फिनिश का भार 1·5 kN/m^2 है। छत अगम्य है। M20 ग्रेड कंक्रीट और Fe500 ग्रेड इस्पात का उपयोग करते हुए केवल स्लैब का अभिकल्पन विस्तृत ड्राइंग के साथ कीजिए। सीमांत अवस्था विधि का उपयोग कीजिए। प्रदत्त :

$\frac{M_u}{bd^2}$	0·3	0·4	0·5	0·6	0·7	0·8	0·9	1·0
p_t (%)	0·07	0·094	0·119	0·143	0·168	0·193	0·219	0·245

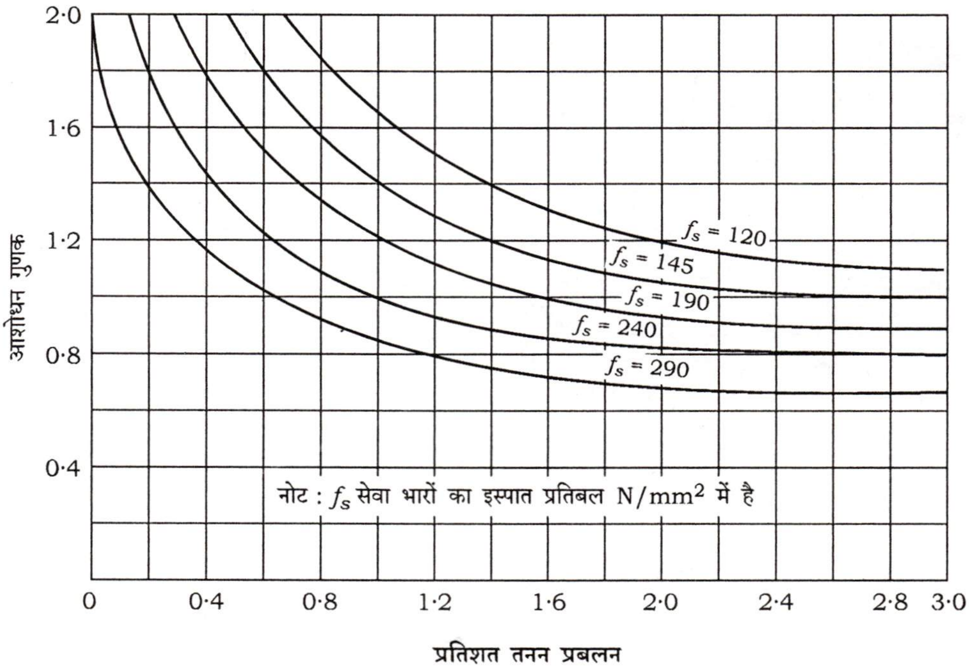
आशोधन गुणक बनाम प्रतिशत तनन प्रबलन ग्राफ नीचे दिया गया है :



शीर्ष अनुविक्षेप



दृश्य *AA*



$$f_s = 0{\cdot}58 f_y \, \frac{\text{आवश्यक इस्पात के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल}}{\text{प्रदत्त इस्पात के अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल}}$$

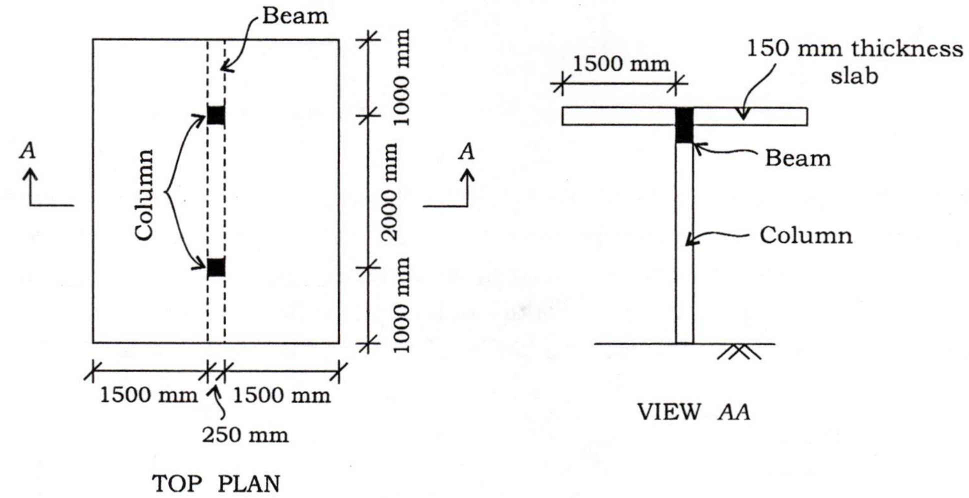
तनन प्रबलन के लिए आशोधन गुणक

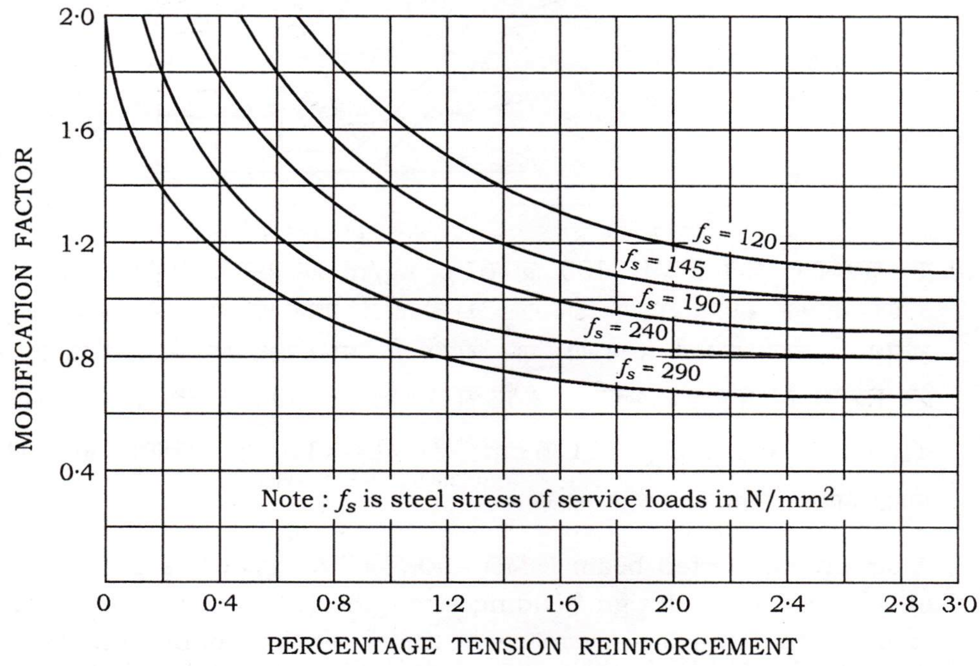
A reinforced concrete passenger shelter is to be constructed as shown in the figure. The thickness of the slab is 150 mm. The ceiling plaster and roof finish load is 1·5 kN/m^2. The roof is inaccessible. Design and detail the slab only.

Use M20 grade concrete and Fe500 grade steel. Use limit state method. Given :

$\frac{M_u}{bd^2}$	0·3	0·4	0·5	0·6	0·7	0·8	0·9	1·0
p_t (%)	0·07	0·094	0·119	0·143	0·168	0·193	0·219	0·245

Modification Factor vs. Percentage Tension Reinforcement graph is given below :



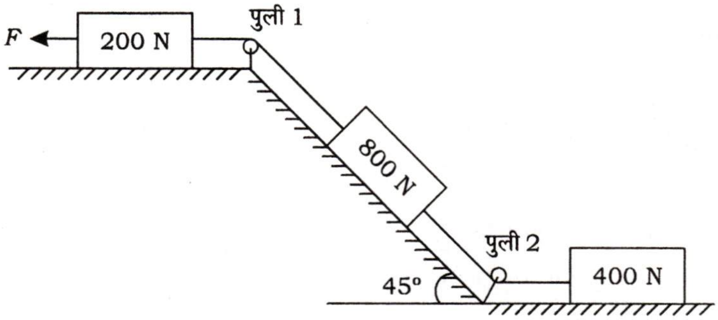


$$f_s = 0{\cdot}58 f_y \frac{\text{Area of cross-section of steel required}}{\text{Area of cross-section of steel provided}}$$

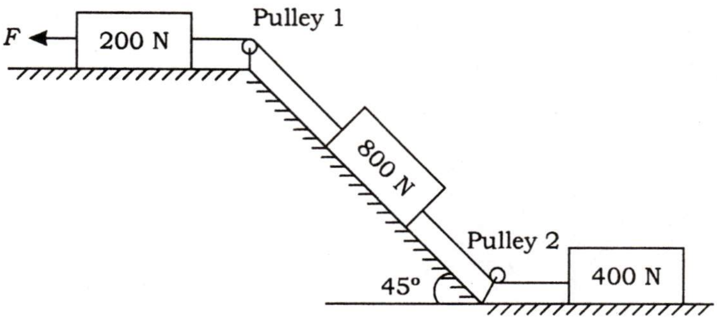
MODIFICATION FACTOR FOR TENSION REINFORCEMENT

20

4. *(a)* 200 N, 800 N और 400 N भार वाले तीन पिंड घर्षणरहित पुली के ऊपर से गुजरती हुई अवितान्य डोरी से जुड़े हुए हैं, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। आभासी कार्यविधि (वर्चुअल वर्क मेथड) का उपयोग करते हुए बाईं ओर आसन्न गति करने के लिए आवश्यक बल F का निर्धारण कीजिए। घर्षणरहित पुली को छोड़कर, समस्त सम्पर्क सतहों के लिए घर्षण गुणांक 0·30 लीजिए :



Three bodies of weights 200 N, 800 N and 400 N are connected with inextensible strings, passing over the frictionless pulleys as shown in the figure. Using virtual work method, determine the force F required to make the motion impending to the left. Take coefficient of friction for all the contacting surfaces as 0·30 except for the pulleys which are frictionless :

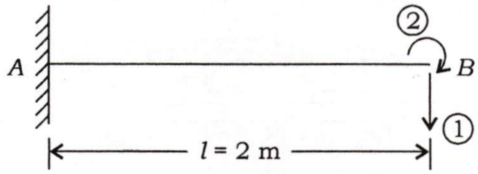


10

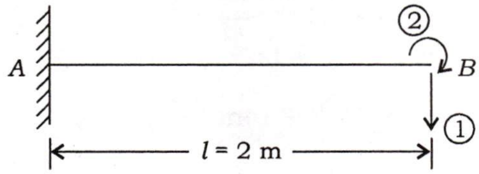
(b) *(i)* एक शुद्धालंबित धरन ISMB 400 @ 61·6 kg/m की प्रभावी विस्तृति 5 m है। धरन की अभिकल्पन बंकन सामर्थ्य और यू॰ डी॰ एल॰ की तीव्रता की गणना कीजिए, जिसे धरन कार्यकारी (सर्विस) अवस्था में वहन करने में सक्षम हो। मान लीजिए कि धरन पार्श्व रूप से आलंबित है। स्टील का ग्रेड E250 है। धरन काट प्लास्टिक श्रेणी का है। ISMB 400 के लिए $I_{zz} = 20458 \text{ cm}^4$, $Z_{ez} = 1023 \text{ cm}^3$, $Z_{pz} = 1176 \text{ cm}^3$ है। $\gamma_{m0} = 1{\cdot}1$ मान लीजिए। अभिकल्पन के लिए सीमांत अवस्था विधि का उपयोग कीजिए।

A simply supported beam ISMB 400 @ 61·6 kg/m has an effective span of 5 m. Find the design bending strength of the beam and the intensity of u.d.l. that the beam can carry under service condition. Assume that the beam is laterally supported. The grade of the steel is E250. The class of section is plastic. For ISMB 400, $I_{zz} = 20458 \text{ cm}^4$, $Z_{ez} = 1023 \text{ cm}^3$, $Z_{pz} = 1176 \text{ cm}^3$. Assume $\gamma_{m0} = 1{\cdot}1$. Use limit state method of design. 10

(ii) धरन अवयव AB के लिए चित्र में दर्शाए गए निर्देशांक ① और ② के संदर्भ में स्टिफनेस मैट्रिक्स विकसित कीजिए। धरन काट का प्रत्यास्थता मापांक एवं जड़त्व-आघूर्ण क्रमशः E एवं I लीजिए :



Develop the stiffness matrix for the beam element AB with respect to the coordinates ① and ② as shown in the figure. Take modulus of elasticity and moment of inertia of beam section as E and I respectively :



10

(c) एक औद्योगिक भवन के लिए निम्नलिखित आँकड़ों हेतु एक उपरिगामी क्रेन को वहन करने के लिए एक गैन्ट्री गर्डर (इसकी विस्तृति के साथ, बिना पार्श्व आलंबों के) का अभिकल्पन किया गया है :

स्तंभों के बीच केन्द्र से केन्द्र की दूरी (अर्थात् गैन्ट्री गर्डर की विस्तृति) = 7·5 m

क्रेन की क्षमता = 200 kN

ट्रॉली के बिना क्रेन गर्डर का स्वयं का भार = 200 kN

ट्रॉली, विद्युत् मोटर, हुक आदि का स्वयं का भार = 40 kN

न्यूनतम हुक अप्रोच = 1·2 m

पहियों के केन्द्रों के बीच की दूरी = 3·5 m

गैन्ट्री रेलों के बीच केन्द्र से केन्द्र की दूरी (अर्थात् क्रेन की विस्तृति) = 15 m

रेल खण्ड का स्वयं का भार = 300 N/m

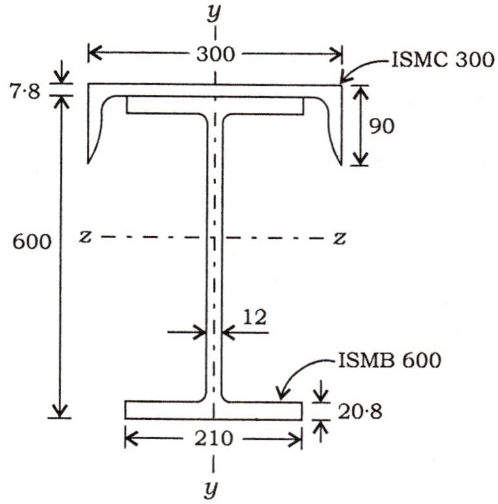
इस्पात का पराभव प्रतिबल = 250 MPa

आँकड़ों के विश्लेषण से निम्नलिखित सूचना प्राप्त हुई :

कुल ऊर्ध्वाधर अभिकल्पन बंकन आघूर्ण (कर्ष के कारण बंकन आघूर्ण सहित),
$M_z = 685 \cdot 53$ kN-m

क्षैतिज अभिकल्पन बंकन आघूर्ण (सर्ज लोड के कारण), $M_y = 19 \cdot 84$ kN-m

विश्लेषण और अन्य शासी मानदंडों के आधार पर, गैन्ट्री गर्डर के अभिकल्पन के लिए ISMB 600 @ 1230 N/m और इसके शीर्ष पर एक ISMC 300 @ 363 N/m चैनल के उपयोग का निर्णय लिया गया, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है :



(सभी आयाम mm में दिए गए हैं)

परिच्छेदों के गुणधर्म निम्न प्रकार हैं :

ISMB 600 @ 1230 N/m	ISMC 300 @ 363 N/m
$A = 15600\ \text{mm}^2$	$A = 4630\ \text{mm}^2$
$t_f = 20 \cdot 8\ \text{mm}$	$t_f = 13 \cdot 6\ \text{mm}$
$t_w = 12\ \text{mm}$	$t_w = 7 \cdot 8\ \text{mm}$
फ्लैंज की चौड़ाई, $B = 210\ \text{mm}$	$B = 90\ \text{mm}$
$I_{zz} = 91800 \times 10^4\ \text{mm}^4$	$I_{zz} = 6420 \times 10^4\ \text{mm}^4$
$I_{yy} = 2650 \times 10^4\ \text{mm}^4$	$I_{yy} = 313 \times 10^4\ \text{mm}^4$
रूट त्रिज्या, $R = 20\ \text{mm}$	गुरुत्व केन्द्र, $C_{yy} = 23 \cdot 5\ \text{mm}$

आघूर्ण क्षमता के लिए चुने गए परिच्छेद की पर्याप्तता की जाँच कीजिए।

अन्य आँकड़ों को उपयुक्त रूप से मान लीजिए।

For an industrial building, a gantry girder (without lateral restraint along its span) is designed to carry an overhead travelling crane for the following data :

Centre-to-centre distance between columns (i.e., span of the gantry girder) = 7·5 m

Crane capacity = 200 kN

Self-weight of the crane girder excluding trolley = 200 kN

Self-weight of trolley, electric motor, hook, etc. = 40 kN

Minimum hook approach = 1·2 m

Distance between wheel centres = 3·5 m

Centre-to-centre distance between gantry rails (i.e., span of the crane) = 15 m

Self-weight of the rail section = 300 N/m

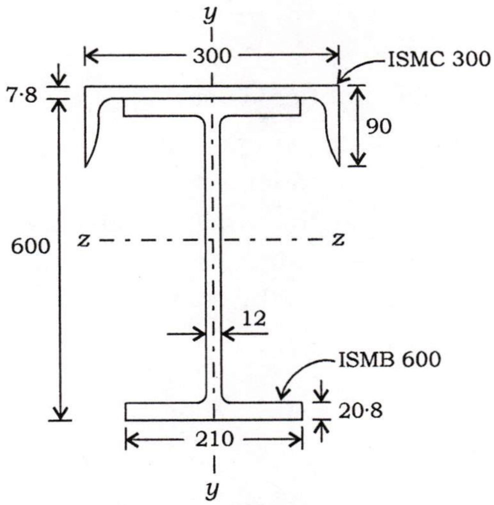
Yield stress of steel = 250 MPa

Data analysis provided the following information :

Total vertical design bending moment (including the bending moment due to drag), $M_z = 685 \cdot 53$ kN-m

Horizontal design bending moment (due to surge load), $M_y = 19 \cdot 84$ kN-m

Based on the analysis and other governing criteria, for the design of gantry girder, it was decided to use ISMB 600 @ 1230 N/m with a channel ISMC 300 @ 363 N/m at the top as shown in the figure :



(All dimensions are given in mm)

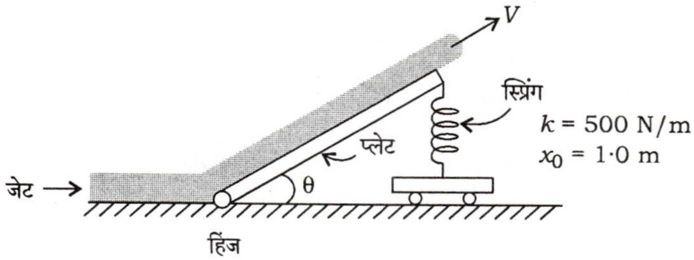
The properties of the sections are as follows :

ISMB 600 @ 1230 N/m	ISMC 300 @ 363 N/m
$A = 15600$ mm^2	$A = 4630$ mm^2
$t_f = 20 \cdot 8$ mm	$t_f = 13 \cdot 6$ mm
$t_w = 12$ mm	$t_w = 7 \cdot 8$ mm
Width of flange, $B = 210$ mm	$B = 90$ mm
$I_{zz} = 91800 \times 10^4$ mm^4	$I_{zz} = 6420 \times 10^4$ mm^4
$I_{yy} = 2650 \times 10^4$ mm^4	$I_{yy} = 313 \times 10^4$ mm^4
Radius at root, $R = 20$ mm	Centre of gravity, $C_{yy} = 23 \cdot 5$ mm

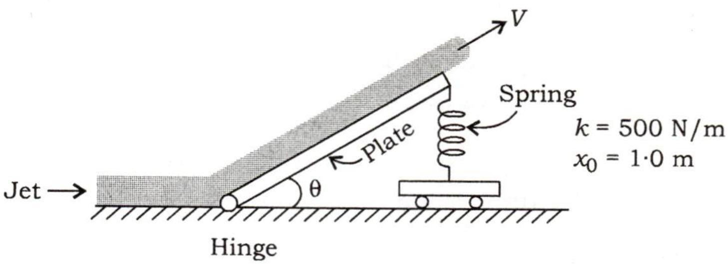
Check the adequacy of the chosen section for the moment capacity.

Assume any other data suitably. 20

5. *(a)* पानी का एक मुक्त जेट, जिसका नियत अनुप्रस्थ काट का क्षेत्रफल $0 \cdot 01\ \text{m}^2$ है, को एक 2·0 m लम्बी हिंजित प्लेट द्वारा विक्षेपित किया गया है, जो एक स्प्रिंग द्वारा आलंबित है, जिसका स्प्रिंग स्थिरांक $k = 500$ N/m और असंपीडित लम्बाई $x_0 = 1 \cdot 0$ m है, जैसा कि चित्र में दर्शाया गया है। यदि पानी का घनत्व 1000 kg/m^3 और विक्षेपण का कोण $\theta = 5°$ है, तो जेट का वेग ज्ञात कीजिए। स्थिर स्थिति (स्टेडी स्टेट) की अवस्था मान लीजिए और इस प्रकरण में विचार किए गए नियंत्रण आयतन के अंतर्गत तरल और प्लेट के भार को अनदेखा कीजिए :



A free jet of water with constant cross-section area of $0 \cdot 01\ \text{m}^2$ is deflected by a hinged plate of length 2·0 m, supported by a spring with spring constant $k = 500$ N/m and uncompressed length $x_0 = 1 \cdot 0$ m as shown in the figure. If the density of water is 1000 kg/m^3 and the deflection angle is $\theta = 5°$, determine the jet velocity. Assume steady-state condition and neglect the weight of fluid and the weight of the plate within the control volume considered in this case :



10

(b) एक वीयर पर पानी की अकलित (नॉमिनल) प्रवाह दर 2 m^3/s है। वीयर के 1 : 10 पैमाने पर बने मॉडल का पानी की एक चैनल में परीक्षण किया जाता है। निम्नलिखित के उत्तर दीजिए :

(i) मॉडल के लिए अपेक्षित प्रवाह दर क्या है?

(ii) यदि मॉडल पर 12 N का बल मापा जाता है, तो प्रोटोटाइप पर अपेक्षित बल क्या होगा?

The nominal flow rate of water over a weir is 2 m^3/s. A 1 : 10 scale model of the weir is tested in a water channel. Answer the following :

(i) What is the expected flow rate for the model?

(ii) If a force of 12 N is measured on the model, what force would be expected on the prototype? 10

(c) एक वेन्चुरी फ्लूम, जिसकी प्रवेश पर चौड़ाई 3·0 m और थ्रोट पर चौड़ाई 1·5 m है, का डेटम क्षैतिज है। यदि प्रवेश पर और थ्रोट पर पानी की गहराई क्रमशः 0·75 m और 0·65 m है, तो वेन्चुरी फ्लूम से सैद्धान्तिक प्रवाह दर की गणना कीजिए। यदि तल पर 0·2 m ऊँचा स्ट्रीमलाइन्ड हम्प बनाया जाए ताकि थ्रोट के अनुप्रवाह (डाउनस्ट्रीम) में एक स्थिर लहर बन सके, तो उसी प्रवाह दर के लिए विशिष्ट ऊर्जा और उपरवाह (अपस्ट्रीम) गहराई की गणना कीजिए।

A venturi flume, 3·0 m wide at the entrance and 1·5 m wide at the throat, has a horizontal datum. If the depth of water at the entrance and at the throat is 0·75 m and 0·65 m respectively, calculate the theoretical discharge through the venturi flume. If a 0·2 m high streamlined hump is provided at the base so that a standing wave is formed downstream of the throat, calculate the specific energy and upstream depth for the same discharge. 10

(d) एक प्रयोगशाला में, संकुचन सीमा परीक्षण (श्रिन्केज लिमिट टेस्ट) किया गया और निम्नलिखित परिणाम प्राप्त हुए :

संतृप्त मृत्तिका का प्रारम्भिक द्रव्यमान = 45·0 g

शुष्क मृदा पैट का अंतिम द्रव्यमान = 31·2 g

संतृप्त अवस्था में मृदा का प्रारम्भिक आयतन = 24·8 cc

शुष्क मृदा पैट का अंतिम आयतन = 16·1 cc

यदि मृदा में पानी की मात्रा 28·5% हो, तो मृदा के निम्नलिखित गुणों का निर्धारण कीजिए :

(i) संकुचन सीमा

(ii) संकुचन अनुपात

(iii) मृदा ठोसों (सॉइल सॉलिड) का विशिष्ट घनत्व

(iv) अधिकतम आयतनी संकुचन

(v) रैखिक संकुचन

The shrinkage limit test was conducted in a laboratory and the following results were obtained :

Initial mass of saturated clay = 45·0 g

Final mass of dry clay pat = 31·2 g

Initial volume of soil in saturated state = 24·8 cc

Final volume of dry clay pat = 16·1 cc

Determine the following properties of the soil, if the soil is at water content of 28·5% :

(i) Shrinkage limit

(ii) Shrinkage ratio

(iii) Specific gravity of soil solids

(iv) Maximum volumetric shrinkage

(v) Linear shrinkage 10

(e) 15 m की कुल लम्बाई की एक आर० सी० सी० पाइल को 40 kPa की अपरिरुद्ध संपीडन सामर्थ्य वाली नरम मृत्तिका की एक गहरी परत में गाड़ा जाता है। पाइल का व्यास 300 mm है। उस सुरक्षित भार को निर्धारित कीजिए, जिसे पाइल द्वारा वहन किया जा सकता है। सुरक्षा गुणांक 2·5 और आसंजन गुणांक 0·85 मानिए।

यदि पाइल का भार 27 kN है, तो अनपवाहित स्थिति में इसकी चरम उत्थापन क्षमता क्या होगी? गुणांक k को 0·7 मान लीजिए।

An RCC pile of 15 m overall length is driven into a deep stratum of soft clay with unconfined compressive strength of 40 kPa. The diameter of the pile is 300 mm. Determine the safe load which can be carried by the pile. Assume factor of safety as 2·5 and adhesion factor as 0·85.

If the weight of the pile is 27 kN, what will be the ultimate uplift capacity under undrained condition? Assume coefficient k as 0·7. 10

6. *(a)* सीमांत परत (बाउन्डरी लेयर) में वेग-वितरण नियम को $\frac{v}{V} = 2\left(\frac{y}{\delta}\right) - \left(\frac{y}{\delta}\right)^2$ मानते हुए सीमांत परत की मोटाई का व्यंजक व्युत्पन्न कीजिए। अतः एक प्लेट के अग्रणी सिरे से 2·5 m की दूरी पर स्थित एक बिंदु पर सीमांत परत की मोटाई की गणना कीजिए, यदि प्लेट का आकार 3·0 m लम्बा और 1·25 m चौड़ा है, और यह ऐसे पानी में डूबी हुई है, जो 0·3 m/s के वेग से बह रहा है। पानी की श्यानता 0·001 N-s/m^2 के बराबर लीजिए। [उपर्युक्त व्यंजक में प्रयुक्त प्रतीक अपने सामान्य अर्थ में हैं]

Assuming the law for the velocity distribution in the boundary layer as $\frac{v}{V} = 2\left(\frac{y}{\delta}\right) - \left(\frac{y}{\delta}\right)^2$, derive an expression for the thickness of boundary layer. Hence calculate the thickness of boundary layer at a point 2·5 m from the leading edge of a plate, if the size of the plate is 3·0 m long and 1·25 m wide, and it is immersed in the water moving at a velocity of 0·3 m/s. Take viscosity of water equal to 0·001 N-s/m^2. [Notations used in the above expression have their usual meanings] 15

(b) 1 क्षैतिज : 1 ऊर्ध्वाधर के पार्श्व ढाल और 0·001 के अनुदैर्ध्य ढाल की एक त्रिभुजाकार वाहिका में जल प्रवाहित होता है। यदि इस वाहिका में से 0·2 m^3/s का निस्सरण प्रवाहित होता है, तो आकलन कीजिए कि यह वाहिका मृदु ढाल, तीव्र ढाल या क्रांतिक ढाल वाली होगी। मैनिंग का गुणांक $n = 0 \cdot 015$ मान लीजिए। यह भी निर्धारित कीजिए कि गहराई के किस परास के लिए प्रवाह 1, 2 और 3 प्रकार के वक्र पर होगा।

Water flows in a triangular channel having side slope 1 Horizontal : 1 Vertical and longitudinal slope of 0·001. Estimate whether the channel is mild, steep or critical sloped when a discharge of 0·2 m^3/s flows through it. Assume Manning's coefficient $n = 0 \cdot 015$. Also, determine for what range of depths, the flow will be on type 1, 2 and 3 curve. 15

(c) (i) मसृण ऊर्ध्वाधर पृष्ठ वाली 5 m ऊँची एक प्रतिधारक भित्ति को एक मृदा संहति के विरुद्ध धक्का दिया जाता है। यदि मृदा की क्षैतिज सतह 60 kN/m^2 का एकसमान भार वहन करती है, तो कुल निष्क्रिय दाब कितना होगा? साथ ही परिणामी प्रणोद की स्थिति निर्धारित कीजिए, जहाँ पर यह कार्यरत होगा। मृदा के गुणधर्म निम्नलिखित हैं :

प्रभावी संसंजन = 35 kPa

अपरूपण प्रतिरोध का प्रभावी कोण = 20°

स्थूल घनत्व = 19·5 kN/m^3

A retaining wall 5 m high with a smooth vertical back is pushed against a soil mass. What is the total passive pressure, if the horizontal soil surface carries a uniform load of 60 kN/m^2? Also, determine the location of resultant thrust, where it is acting. The properties of the soil are as follows :

Effective cohesion = 35 kPa

Effective angle of shearing resistance = 20°

Bulk density = 19·5 kN/m^3 10

(ii) मृदा बाँधों के स्थायित्व पर भूकंप-बलों के प्रभाव की चर्चा कीजिए।

Discuss the effect of earthquake forces on the stability of earth dams. 10

7. (a) सामान्य रूप से संघनित मृत्तिका के सम्बन्ध में आँकड़े निम्नानुसार हैं :

मृत्तिका परत की मोटाई = 3·0 m

प्रारम्भिक रिक्ति अनुपात = 0·75

द्रव-सीमा = 50%

मृत्तिका परत पर प्रभावी अधिभार दाब = 130 kN/m^2

मृत्तिका परत पर प्रभावी दाब में वृद्धि = 50 kN/m^2

द्वितीयक संपीडन सूचकांक, C_α = 0·02

प्राथमिक निषदन के पूर्ण होने का समय = 2·0 वर्ष

प्राथमिक संघनन निषदन की पूर्णता के छह वर्ष पश्चात् मृत्तिका परत का संघनन निषदन कितना होगा?

The data with respect to a normally consolidated clay are as follows :

Thickness of the clay layer = 3·0 m

Initial void ratio = 0·75

Liquid limit = 50%

Effective overburden pressure on the clay layer = 130 kN/m^2

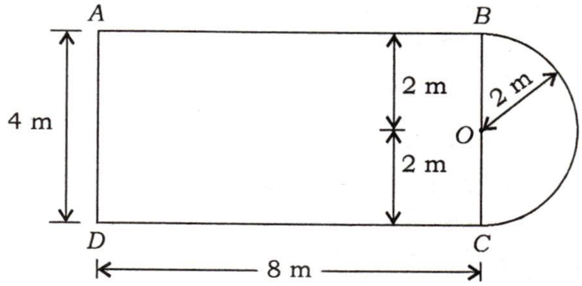
Increment of effective pressure on the clay layer = 50 kN/m^2

Secondary compression index, C_α = 0·02

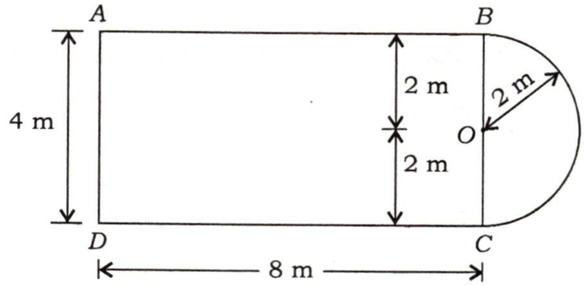
Time for completion of primary settlement = 2·0 years

What will be the consolidation settlement of the clay layer, six years after the completion of primary consolidation settlement? 15

(b) चित्र में एक नींव का अनुविक्षेप (प्लान) दर्शाया गया है। मृदा पर एकसमान भार की तीव्रता 100 kN/m^2 है। बूसिनेस्क की विधि का उपयोग करते हुए बिन्दु *O* के 4 m नीचे की गहराई पर ऊर्ध्वाधर प्रतिबल में वृद्धि का निर्धारण कीजिए :



The plan of a foundation is shown in the figure. The uniform load intensity on the soil is 100 kN/m^2. Determine the vertical stress increment at a depth 4 m below the point *O*, using Boussinesq's method :



15

(c) तेल, जिसका विशिष्ट घनत्व 0·8 और गतिमितीय श्यानता $1 \cdot 5 \times 10^{-4}$ m^2/s है, को एक 150 mm व्यास वाले, 325 m लम्बाई के पाइप से $0 \cdot 015$ m^3/s की दर से पम्प किया जाता है। रेनॉल्ड्स संख्या, दाब में गिरावट, पाइप की दीवार पर औसत अपरूपण प्रतिबल और आवश्यक शक्ति का निर्धारण निम्न स्थितियों में प्रवाह बनाए रखने के लिए कीजिए :

(i) यदि पाइप क्षैतिज है

(ii) यदि पाइप क्षैतिज के साथ 10° के कोण पर झुका है और प्रवाह ऊपर की दिशा में है

Oil of specific gravity of 0·8 and kinematic viscosity of $1 \cdot 5 \times 10^{-4}$ m^2/s is pumped at a rate of $0 \cdot 015$ m^3/s through a 150 mm diameter, 325 m long pipe. Determine the Reynolds' number, pressure drop, average shear stress at the pipe wall and power required to maintain flow under the following conditions :

(i) If the pipe is horizontal

(ii) If the pipe is inclined at 10° with the horizontal and the flow is in the upward direction

20

8. *(a)* मृत्तिका के नमूनों पर संघनित अपवाहित परीक्षण किए गए और निम्नलिखित परिणाम प्राप्त हुए :

नमूना संख्या	*परिरोधन दाब* (kPa)	*अक्षीय भार* (N)	*अक्षीय विकृति* (mm)	*आयतन परिवर्तन* (cc)
1	200	410	11·0	7·0
2	400	850	12·3	8·5
3	600	1275	14·6	10·0

संतृप्त मृत्तिका के नमूने के प्रारंभिक व्यास और लम्बाई क्रमशः 38 mm और 76 mm हैं। कुल प्रतिबल और प्रभावी प्रतिबल के संदर्भ में अपरूपण प्राचलों को निर्धारित कीजिए। साथ ही, प्राप्त परिणामों और इसके अनुप्रयोग पर टिप्पणी कीजिए।

Consolidated drained tests on clay specimens were performed and the following results were obtained :

Specimen No.	*Confining pressure* (kPa)	*Axial load* (N)	*Axial deformation* (mm)	*Volume change* (cc)
1	200	410	11·0	7·0
2	400	850	12·3	8·5
3	600	1275	14·6	10·0

The initial diameter and length of saturated clay sample were 38 mm and 76 mm respectively. Determine the shear parameters in terms of total stress and effective stress. Also, comment on the results obtained and its application. 15

(b) वाइब्रोफ्लोटेशन तकनीक क्या है? एक वाइब्रोफ्लोटेशन परियोजना में उपयोग में ली गई पश्च-भराव सामग्री के लिए छलनी विश्लेषण के परिणाम निम्नानुसार हैं :

आइ० एस० छलनी	*रुकी हुई मृदा का द्रव्यमान* (g)
4·75 mm	9·40
2·36 mm	54·00
1·18 mm	78·20
600 μm	83·10
300 μm	86·20
150 μm	75·30
75 μm	13·80

उपयुक्तता संख्या निर्धारित कीजिए। पश्च-भराव के रूप में इसकी रेटिंग क्या होगी?

What is vibroflotation technique? The results of sieve analysis for the backfill material used in a vibroflotation project are as follows :

IS sieve	*Mass of the soil retained* (g)
4·75 mm	9·40
2·36 mm	54·00
1·18 mm	78·20
600 μm	83·10
300 μm	86·20
150 μm	75·30
75 μm	13·80

Determine the suitability number. What would be its rating as a backfill? 15

(c) *(i)* एक फ्रांसिस टरबाइन की चाल 300 r.p.m. है। टरबाइन का अन्तर्गम पर व्यास 1·20 m है और अन्तर्गम पर इसकी चौड़ाई 280 mm है। वेन की मोटाई का गुणांक 0·95 है। यदि अन्तर्गम पर निर्देशक वेन (गाइड वेन) का कोण 30° है और ब्लेड कोण 90° है, तो कुल दक्षता को 90% मानते हुए उत्पादित शक्ति का निर्धारण कीजिए। यह मान लीजिए कि निर्गम पर विसर्जन त्रिज्यीय है और जल का घनत्व 1000 kg/m^3 है।

A Francis turbine has a speed of 300 r.p.m. The inlet diameter of the turbine is 1·20 m and its width is 280 mm at the inlet. The vane thickness coefficient can be taken as 0·95. If at the inlet, the guide vane angle is 30° and the blade angle is 90°, determine the power produced by assuming an overall efficiency of 90%. Assume radial discharge at the outlet and take density of water as 1000 kg/m^3. 15

(ii) नियत धारा फलन (सी० एस० एफ०) के वक्रों का क्या महत्त्व है? व्याख्या कीजिए कि तरल यांत्रिकी में धारा फलन क्यों उपयोगी है।

What is the significance of curves of constant stream function (CSF)? Explain why the stream function is useful in fluid mechanics. 5

★ ★ ★