

2020

## CIVIL ENGINEERING

सिविल इंजीनियरी

PAPER—I

पत्र—I

Time Allowed : 1½ hours

Maximum Marks : 75

समय : 1½ घण्टे

पूर्णांक : 75

**Instructions :**

- The figures in the margin indicate full marks.
- Answer **fifteen** questions selecting not more than **four** from any Section.
- Candidates are required to give their answers in their own words as far as practicable.
- All questions have been printed both in Hindi and English. In case of any ambiguity in Hindi version, the English version shall be considered authentic.
- Parts of the same question must be answered together and must not be interposed between answers to other questions.
- If any data is considered insufficient, assume suitable values.

**अनुदेश :**

- उपान्त के अंक पूर्णांक के द्योतक हैं।
- पन्द्रह प्रश्नों के उत्तर दें लेकिन किसी भाग से चार से ज्यादा नहीं।
- परीक्षार्थी यथासम्भव अपने शब्दों में ही उत्तर दें।
- सभी प्रश्न हिन्दी और अंग्रेजी दोनों भाषा में छपे हैं। यदि हिन्दी भाषा में कोई संदेह है, तो अंग्रेजी भाषा को ही प्रामाणिक माना जाएगा।
- एक ही प्रश्न के विभिन्न भागों के उत्तर अनिवार्य रूप से एक साथ ही लिखे जाएँ तथा उनके बीच में अन्य प्रश्नों के उत्तर न लिखे जाएँ।
- अगर कोई आँकड़ा अपर्याप्त हो, तो सही मान का प्रयोग करें।

SECTION—A

भाग—क

1. (a) Two equal forces have their resultant equal to either. At what angle they are inclined? 3
- (b) A thief is running away on a straight road in jeep moving with a speed 9 m/s. A policeman chases him on a motorcycle at a speed 10 m/s. If the separation of the jeep and motorcycle is 100 m, how long will it take for the police to catch the thief? 2
- (क) दो समान बल उनके परिणामी के बराबर होते हैं। वे किस कोण पर झुके हैं?
- (ख) एक चोर जीप में एक सीधी सड़क पर 9 m/s की रफ़्तार से भाग रहा है। एक पुलिसकर्मी एक मोटर साइकिल पर 10 m/s की गति से उसका पीछा करता है। यदि जीप और मोटर साइकिल का पृथक्करण 100 m है, तो पुलिस को चोर को पकड़ने में कितना समय लगेगा?
2. Refer Fig. 1. What is the tension in the string if  $g = 10 \text{ m/s}^2$ ? Assume coefficient of kinetic friction between trolley and surface = 0.04. 5

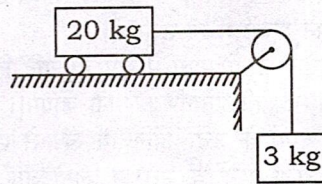
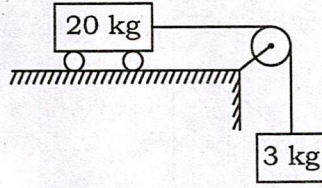


Fig. 1

चित्र-1 देखें। स्ट्रिंग में तनाव क्या है, अगर  $g = 10 \text{ m/s}^2$  हो ? ट्रॉली और सतह के बीच गतिज घर्षण का गुणांक 0.04 मानें।



चित्र-1

3. The principal stresses at a point in a bar are  $200 \text{ N/mm}^2$  (tensile) and  $100 \text{ N/mm}^2$  (compressive). Determine the resultant stress in magnitude and direction on a plane inclined at  $60^\circ$  to the axis of major principal stress.

5

एक बार के एक बिन्दु पर मुख्य तनाव  $200 \text{ N/mm}^2$  (तन्व्यता) और  $100 \text{ N/mm}^2$  (संपीडन) होते हैं।  $60^\circ$  पर मुख्य तनाव के अक्ष पर झुके हुए समतल पर परिमाण और दिशा में परिणामी तनाव का निर्धारण करें।

4. The quadrantal ring  $AB$  shown in Fig. 2 is of radius  $r$ . It supports a concentrated load  $P$  at free end. Find the vertical deflection at  $A$  using Castigliano's theorem.

5

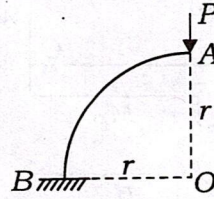
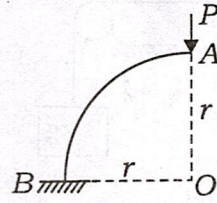


Fig. 2

चित्र-2 में दिखाया गया चतुष्कोणीय वलय  $AB$  की त्रिज्या  $r$  है। यह मुक्त अंत में एक केंद्रित भार  $P$  का समर्थन करता है। Castigliano के प्रमेय का उपयोग करके  $A$  पर लंबवत् विक्षेपण ज्ञात करें।



चित्र-2

5. A propped cantilever loaded with udl is shown in Fig. 3. Draw the bending moment diagram. 5

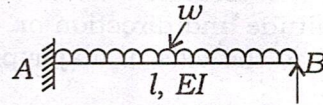
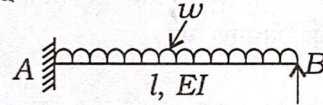


Fig. 3

udl से भरा एक प्रॉप्ड कैन्टिलीवर चित्र-3 में दिखाया गया है। बंकन आघूर्ण को आरेखित करें।



चित्र-3

6. For the cantilever loaded as shown in Fig. 4, find the value of collapse load  $W$ . ( $M_p$  refers to plastic moment.) 5

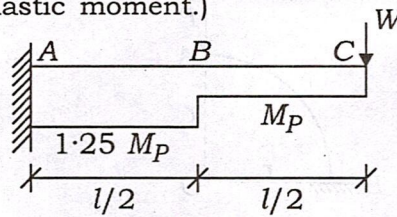
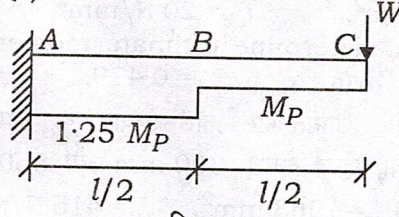


Fig. 4

चित्र-4 में दिखाए गए लोडेड कैंटिलीवर के लिए ढहने वाले भार  $W$  का मान ज्ञात करें। ( $M_P$  प्लास्टिक मोमेन्ट को संदर्भित करता है।)



चित्र-4

SECTION—B

भाग—ख

7. Design an axially loaded short column of size  $450 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$  subject to an axial load = 2000 kN. Effective length of column = 3 m. Use M20 concrete and Fe 415 steel. Use 25 mm diameter and 20 mm diameter as longitudinal reinforcement and 8 mm diameter as transverse reinforcement (area of 8 mm =  $50 \text{ mm}^2$ , area of 20 mm =  $314 \text{ mm}^2$  and area of 25 mm =  $491 \text{ mm}^2$ ).

5

अक्षीय भार = 2000 kN के अधीन  $450 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$  आकार के अक्षीय रूप से लोड किए गए एक लघु स्तंभ का डिजाइन करें। स्तंभ की प्रभावी लंबाई = 3 m. M20 कंक्रीट और Fe 415 स्टील का उपयोग करें। अनुदैर्घ्य प्रबलन के रूप में 25 mm व्यास और 20 mm व्यास का उपयोग करें और अनुप्रस्थ प्रबलन के रूप में 8 mm व्यास का उपयोग करें (8 mm का क्षेत्र =  $50 \text{ mm}^2$ , 20 mm का क्षेत्र =  $314 \text{ mm}^2$  और 25 mm का क्षेत्र =  $491 \text{ mm}^2$ ).

8. An RCC beam of rectangular cross-section has breadth and effective depth 300 mm and 550 mm respectively. If  $A_{sc} = 1963 \text{ mm}^2$ ,  $f_y = 415 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$  and  $x_u = 315 \text{ mm}$ , determine ultimate moment of resistance. Given  $x_{u, \max}/d = 0.479$ .

5

एक आर०सी०सी० आयताकार क्रॉस-सेक्शन के बीम की चौड़ाई एवं प्रभावी गहराई क्रमशः 300 mm और 550 mm है। यदि  $A_{sc} = 1963 \text{ mm}^2$ ,  $f_y = 415 \text{ N/mm}^2$ ,  $f_{ck} = 20 \text{ N/mm}^2$  और  $x_u = 315 \text{ mm}$  है, तो प्रतिरोध का अंतिम क्षण निर्धारित करें। दिया गया है  $x_{u, \max}/d = 0.479$ ।

9. Design a lap joint between two plates as shown in Fig. 5 so as to transmit a factored load 70 kN using M16 bolts of grade 4.6 and grade 410 plates. Width of plates = 80 mm.

5

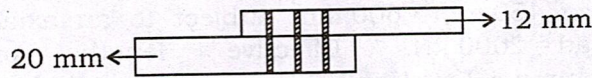
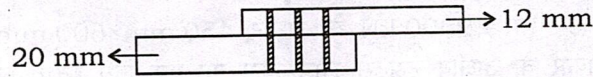


Fig. 5

चित्र-5 में दिखाए गए अनुसार दो प्लेटों के बीच एक लैप जॉइंट का डिज़ाइन करें, ताकि ग्रेड 4.6 और ग्रेड 410 प्लेटों के M16 बोल्ट का उपयोग करके एक फैक्टर लोड 70 kN को संचारित किया जा सके। प्लेटों की चौड़ाई = 80 mm.



चित्र-5

10. Two plates of thickness 14 mm and 12 mm are to be joined by a groove weld as shown in Fig. 6. The joint is subjected to factored tensile force of 350 kN. Assuming an effective length of 150 mm, check the joint

for double V-groove weld joint. Assume Fe 410 steel plate and welds are sharp welded and  $f_y = 250 \text{ N/mm}^2$ .

5



Fig. 6

चित्र-6 में दिखाए गए खाँचे के वेल्ड द्वारा 14 mm और 12 mm मोटाई की दो प्लेटों को संयुक्त किया जाना है। जॉइंट को 350 kN के तथ्यात्मक तन्यता बल के अधीन किया जाता है। 150 mm की प्रभावी लंबाई मानते हुए, डबल V-ग्रूव वेल्ड जॉइंट के लिए जॉइंट की जाँच करें। Fe 410 स्टील प्लेट तथा वेल्ड का तेज वेल्डेड होना और  $f_y = 250 \text{ N/mm}^2$  मानें।



चित्र-6

11. A prestressed concrete beam  $400 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$  has a span of 6 m and is subjected to uniformly distributed load of  $16 \text{ kN/m}$  including self-weight. The prestressing tendons are located along the longitudinal centroidal axis and provides an effective prestressing force of 960 kN. Determine extreme fiber stress in concrete section at mid-span.

5

एक प्रीस्ट्रेसड कंक्रीट बीम  $400 \text{ mm} \times 600 \text{ mm}$  की लंबाई 6 m है और यह आत्म-वजन सहित  $16 \text{ kN/m}$  के समान रूप से वितरित भार के अधीन है। प्रीस्ट्रेसिंग टेन्डन अनुदैर्घ्य केन्द्रक अक्ष के साथ स्थित है और 960 kN की एक प्रभावी प्रीस्ट्रेसिंग बल प्रदान करता है। मध्य भाग में कंक्रीट खंड में अत्यधिक फाइबर तनाव का निर्धारण करें।

12. A masonry retaining wall 10 m high with a vertical back retains moist sand with a horizontal surface. The sand weighs  $15 \text{ kN/m}^3$  with an angle of internal friction  $30^\circ$ . If water table rises to the top of the wall, find total pressure on the wall per meter run if saturated specific weight of the soil is  $20 \text{ kN/m}^3$ .

5

ऊर्ध्वाधर पीठ के साथ 10 m ऊँची एक चिनाई वाली दीवार एक क्षैतिज सतह के साथ नम रेत बनाए रखता है। आंतरिक घर्षण  $30^\circ$  के कोण के साथ रेत का वजन  $15 \text{ kN/m}^3$  है। यदि पानी की मेज (वाटर टेबल) दीवार के शीर्ष तक बढ़ जाती है, तो प्रति मीटर दीवार पर कुल दबाव ढूँढ़ें, यदि मिट्टी का संतृप्त विशिष्ट वजन  $20 \text{ kN/m}^3$  है।

### SECTION—C

#### भाग—ग

13. An open circular tank of 20 cm diameter and 10 cm long contains water up to a height of 60 cm. The tank is rotated about its vertical axis at 300 r.p.m. Find the depth of parabola formed at the free surface of water.

5

20 cm व्यास और 10 cm लंबे एक खुले वृत्ताकार टैंक में 60 cm की ऊँचाई तक जल भरा है। टैंक को 300 r.p.m. पर इसकी ऊर्ध्वाधर अक्ष के परितः घुमाया जाता है। पानी की मुक्त सतह पर बनने वाले परवलय की गहराई का पता लगाएँ।

14. Velocity potential function ( $\phi$ ) is given by

$$\phi = -\frac{xy^3}{3} - x^2 + \frac{x^3y}{3} + y^2$$

Show that  $\phi$  represents a possible case of flow.

5

वेग विभव फलन ( $\phi$ ) निचे दिया गया है :

$$\phi = -\frac{xy^3}{3} - x^2 + \frac{x^3y}{3} + y^2$$

दिखाएँ कि  $\phi$  प्रवाह (flow) के संभावित मामले का प्रतिनिधित्व करता है।

15. An oil of viscosity  $0.1 \text{ N-s/m}^2$  and relative density  $0.9$  is flowing through a circular pipe of diameter  $50 \text{ mm}$  and length  $300 \text{ m}$ . Rate of flow of the fluid is  $3.5 \text{ litre/s}$ . Determine whether the flow is laminar or turbulent. 5

श्यानता  $0.1 \text{ N-s/m}^2$  और सापेक्ष घनत्व  $0.9$  का एक तेल व्यास  $50 \text{ mm}$  और लंबाई  $300 \text{ m}$  के एक वृत्ताकार पाइप से बह रहा है। द्रव के प्रवाह की दर  $3.5 \text{ litre/s}$  है। निर्धारित करें कि प्रवाह लैमिनार है या टर्बुलेंट।

16. A pipeline carrying water has average height of irregularities projecting from surface of boundary of pipe as  $0.15 \text{ mm}$ . What type of boundary is it? Shear stress developed =  $4.9 \text{ N/m}^2$  and kinematic viscosity =  $0.01 \text{ stokes}$ . 5

पानी ले जाने वाली पाइपलाइन में पाइप की सीमा की सतह से होने वाली अनियमितताओं की औसत ऊँचाई  $0.15 \text{ mm}$  है। यह किस प्रकार की सीमा है? विकसित कतरनी तनाव =  $4.9 \text{ N/m}^2$  और शुद्धगतिक श्यानता =  $0.01 \text{ stokes}$ ।

17. The specific energy for a  $3 \text{ m}$  wide channel is to be  $3 \text{ kg-m/kg}$ . What would be the maximum possible discharge? 5

$3 \text{ m}$  चौड़े चैनल के लिए विशिष्ट ऊर्जा  $3 \text{ kg-m/kg}$  होनी चाहिए। अधिकतम संभावित निर्वहन क्या होगा?

18. Draw opening characteristic waves of a centrifugal pump. 5  
एक अपकेन्द्री पंप के खुले अभिलक्षणिक तरंगों का चित्र बनाएँ।

SECTION—D

भाग—घ

19. A soil sample has diameter 38 mm and height 76 mm. Its wet weight is 1.15 N. Upon drying its weight reduced to 0.5 N. Specific gravity of soil = 2.7. Calculate degree of saturation. 5  
एक मिट्टी के नमूने का व्यास 38 mm और ऊँचाई 76 mm है। इसका गीला वजन 1.15 N है। सूखने के बाद इसका घटा हुआ वजन 0.5 N हो जाता है। मिट्टी का विशिष्ट गुरुत्व = 2.7 है। संतृप्ति की डिग्री की गणना करें।
20. (a) Calculate the coefficient of permeability during constant head permeability test of a soil sample 6 cm in height and 50 cm<sup>2</sup> in cross-sectional area if 430 ml and water passed down in 10 minutes under an effective constant head 40 cm. 3
- (b) A coarse-grained soil has void ratio 0.78 and specific gravity 2.67. Calculate critical gradient at which quicksand will occur. 2
- (क) एक मिट्टी के नमूने, ऊँचाई 6 cm और अनुभागीय क्षेत्र 50 cm<sup>2</sup>, के निरंतर सिर पारगम्यता परीक्षण के दौरान पारगम्यता गुणांक की गणना करें, यदि एक प्रभावी निरंतर सिर 40 cm के तहत 10 मिनट में 430 ml और पानी गुजर गया हो।

(ख) एक मोटे दाने वाली मिट्टी में शून्य अनुपात 0.78 और विशिष्ट गुरुत्व 2.67 है। महत्वपूर्ण ढाल की गणना करें जिस पर त्वरित रेत उत्पन्न होगी।

21. Calculate coefficient of volume change for pressure range 100 to 200 kN/m<sup>2</sup>. Given  $e_0 = 1.121$  and  $e = 0.964$ . 5

दबाव सीमा 100 से 200 kN/m<sup>2</sup> के लिए मात्रा परिवर्तन के गुणांक की गणना करें। दिया गया है,  $e_0 = 1.121$  और  $e = 0.964$ .

22. A cylinder of soil fails under an axial vertical stress of 160 kN/m<sup>2</sup> when it is laterally unconfined. The failure plane makes an angle 50° with the horizontal. Calculate cohesion and angle of internal friction of the soil. (Given  $\tan 50^\circ = 1.192$ ) 5

मिट्टी का एक सिलेंडर 160 kN/m<sup>2</sup> के अक्षीय ऊर्ध्वाधर तनाव के तहत विफल हो जाता है, जब यह बाद में अपुष्ट होता है। विफलता समतल क्षैतिज के साथ 50° का कोण बनाता है। मिट्टी के आंतरिक घर्षण के सामंजस्य और कोण की गणना करें। ( $\tan 50^\circ = 1.192$  दिया गया है।)

23. A strip footing 1 m wide at its base is located at a depth of 0.8 m below ground. Properties of soil are :  $\gamma = 18$  kN/m<sup>3</sup>,  $c = 30$  kN/m<sup>2</sup>,  $\phi = 20^\circ$  and factor of safety = 3. Using Terzaghi's analysis, determine safe bearing capacity. Assume that soil fails by local shear. For  $\phi = 20^\circ$ , bearing capacity factors are  $N'_c = 11.8$ ,  $N'_q = 3.9$  and  $N'_\gamma = 1.7$ . 5

अपने आधार पर 1 m चौड़ी पट्टी जमीन से 0.8 m नीचे गहराई पर स्थित है। मिट्टी के गुण हैं :  $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ ,  $c = 30 \text{ kN/m}^2$ ,  $\phi = 20^\circ$  और सुरक्षा का कारक = 3. Terzaghi के विश्लेषण का उपयोग करके सुरक्षित असर क्षमता निर्धारित करें। मान लें कि मिट्टी स्थानीय कतरनी से विफल हो जाती है।  $\phi = 20^\circ$  के लिए असर क्षमता कारक  $N'_c = 11.8$ ,  $N'_q = 3.9$  और  $N'_\gamma = 1.7$  हैं।

24. Find the dimension of a combined rectangular footing for the column A and B, carrying 500 kN and 700 kN respectively. Column A is 30 cm  $\times$  30 cm and column B is 40 cm  $\times$  40 cm. Centre-centre spacing of column is 3.4 m. Safe bearing capacity of soil is 150 kN/m<sup>2</sup>. Draw plan showing the position of columns with respect to footing. Assume width of footing = 1.8 m.

5

स्तंभ A और B के लिए संयुक्त आयताकार फुटिंग के आयाम का निर्धारण करें, जिन पर भार क्रमशः 500 kN और 700 kN हैं। स्तंभ A 30 cm  $\times$  30 cm और स्तंभ B 40 cm  $\times$  40 cm हैं। स्तंभ के केन्द्र से केन्द्र की दूरी 3.4 m है। मिट्टी की सुरक्षित असर क्षमता 150 kN/m<sup>2</sup> है। फुटिंग के संबंध में स्तंभों की स्थिति दर्शाते हुए योजना आरेखित करें। फुटिंग की चौड़ाई = 1.8 m मान लें।

\*\*\*