ALPHA COLLEGE OF ENGINEERING &TECHNOLOGY

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

FAQ : 1

Design of Reinforced Concrete Structure (3360601)

DIPLOMA – 6th SEM CLASS: CIVIL

LIMIT STATE METHOD AND LIMIT STATE OF COLLAPSE: FLEXURE

Q.1 Answer followings.

1 Define characteristic load.
2 Define design strength.
3 Define design load.
4 Partial safety factor for steel.
5 Partial safety factor for concrete.
6 Mention different limit state of collapse.
7 Explain Limit state of serviceability.
8 Define characteristic strength of steel & concrete.
9 Define balanced section of beam.
10 Explain effective span of simply supported beam & slab.
11 Define & explain development length.
12 List various assumptions of limit state of collapse for flexure.
13.Explain flexural strength of concrete.
14.Give importance of steel as reinforcement in concrete.

1.1 લીમીટ સ્ટેટ (Limit State) : (cl. 35.1, Pg-67, IS-456)

(June-08, May-09, Dec.-11, May-13, Nov-13, May-15)

"The acceptable limit for safty and serviceability requirements before failure occurs is called limit state."

(સ્ટ્રક્ચર તેના જીવનકાળ દરમિયાન લાગતા બધા જ પ્રકારના ભાર સલામત (Safe) રીતે લઈ શકે અને સાથે સેવા (service) ની જરૂરીયાતો બરાબર સંતોષે એને લીમીટ સ્ટેટ કહે છે.)

❑ **Principal Limit State(મુખ્ય લીમીટ સ્ટેટ) :** ***(Dec-07, June-08, Dec-11, Nov-13, May-14)***

Limit State

Limit State of Collapse

- Flexure (bending)
- Compression (axial loads)
- Shear
- Torsion

Limit State of Serviceability

- Deflection
- Cracking
- Vibration

1.1.1 લીમીટ સ્ટેટ ઓફ કોલેપ્સ (Limit State of Collapse) : (Cl. 35.2, Pg-67, IS-456)

"The resistance to bending, shear, torsion and axial loads at every section shall not be less than the appropriate value at that section produced by the most unfavourable combination of loads on the structure using the appropriate partial safety factors."

1.1.2 લીમીટ સ્ટેટ ઓફ કોલેપ્સ - ફ્લેક્ઝરની ધારણાઓ (Assumptions made in theory of limit state of collapse in flexure) : (Cl.38.1, Pg-69, IS-456)

(a) Plane sections normal to the axis remain plane after bending.

(b) The maximum strain in concrete at the outermost compression fibre is taken as 0.0035 in bending.

(c) The relationship between the compressive stress distribution in concrete and the strain in concrete may be assumed to be rectangle, trapezoidal, parabola or any other shape which results in prediction of strength in substantial agreement with the results of test.

(d) The tensile strength of concrete is ignored.

(e) The stresses in the reinforcement are derived from representative stress strain curve for the type of steel used.

Scanned by CamScanner

(f) The maximum strain in the tension reinforcement in the section at failure shall not be less than :

$$\frac{fy}{1.15Es} + 0.002$$

1.1.3 લીમીટ સ્ટેટ ઓફ સર્વિસિયાબીલીટી (Limit State of Serviceability) : *(June-12)*

(Cl.42, Pg-75, IS-456)

''સ્ટ્રકચરના જીવનકાળ દરમિયાન તેમાં ઉત્પન્ન થતા "deflection" અને "cracking" તેની મર્યાદામાં રહેવા જોઈએ.''

Deflection : **(Cl.23.2.1, Pg-37, IS-456)**

કોઈપણ ફલેકઝરલ મેમ્બર માટે L/d ratio નીચે દર્શાવેલ કિંમતો કરતાં વધે નહિ તો deflection તેની મર્યાદામાં રહે છે.

(a) Basic values of span to effective depth ratios for span upto 10 m :

Cantilever = 7

Simply Supported = 20

Continuous = 26

(b) For span above 10 m, the values in (a) may be multiplied by 10/span in metres, except for cantilever in which case deflection calculations should be made.

(c) Depending on the area & the stress of steel for tension reinforcement, the values in (a) or (b) shall be modified by multiplying with the modification factor obtained as per Fig. (4) of IS-456.

Cracking : **(Cl.26.3.3, Pg-46, IS-456)**

કોઈપણ ફલેકઝરલ મેમ્બર માટે રેઈનફોર્સમેન્ટનું સ્પેસીંગ નીચે દર્શાવેલી કિંમતો કરતાં વધે નહિં તો cracking તેની મર્યાદામાં રહે છે.

(a) Beam માટે : (IS-456 ના Pg-46 પર આપેલા Table-15 કરતાં Spacing વધારે ન હોવું જોઈએ.)

(b) Slab માટે : **(Cl.26.3.3, Pg-46, IS-456)**

Main Steel : (1) 3d અથવા (2) 300 mm આ બે કિંમતોમાંથી જે નાનું હોય એના કરતાં સ્પેસીંગ વધવું ન જોઈએ.

Distribution Steel : (1) 5d અથવા (2) 450 mm આ બે કિંમતોમાંથી જે નાનું હોય એના કરતાં સ્પેસીંગ વધવું ન જોઈએ.

Scanned by CamScanner

1.2 કેરેક્ટરિસ્ટીક સ્ટ્રેન્થ (Characteristic Strength) : (Cl.36.1, Pg-67, IS-456)

(June-09, Dec-09, Dec-11, June-12)

"Characteristic strength means that value of the strength of the material below which not more than 5 percent of the test results are expected to fall."

(કેરેકટરીસ્ટીક સ્ટ્રેન્થ એટલે મટીરીયલની સ્ટ્રેન્થનું એવું મૂલ્ય કે જેના કરતાં 5% થી વધારે ટેસ્ટ પરીણામો ખરાબ ન હોય.)

ધારોકે આપણે M25 grade નું કોંક્રીટ બનાવવું છે. તો આ કોંક્રીટના 100 cube 28 દિવસના curing બાદ ટેસ્ટીંગ કરતાં તાકાત 25 N/mm² અથવા તેના કરતાં વધારે આવવી જોઈએ. 5 Cube સુધી તાકાત 25 N/mm² કરતાં ઓછી આવે તો ચાલે.

નોંધ : (1) Characteristic strength પદાર્થની વાસ્તવિક તાકાત દર્શાવે છે.

(2) Concrete નો grade પોતે જ Concrete ની Characteristic Strength દર્શાવે છે.

(3) Steel માટે પણ Steel નો grade તેની Characteristic Strength દર્શાવે છે.

1.3 કેરેક્ટરિસ્ટીક લોડ (Characteristic Load) : (Cl. 36.2, Pg-67, IS-456)

(Dec-07, June-09, Dec-09, Dec-11, May-15)

"Characteristic load means that value of load which has a 95 percent probability of not being exeeded during the life of the structure."

(કેરેકટરીસ્ટીક લોડ એટલે લોડનું એવું મુલ્ય કે જે સ્ટ્રક્ચરના જીવનકાળ દરમિયાન વધશે નહિ તેવી 95% સંભાવના છે.)

1.4 ડિઝાઈન સ્ટ્રેન્થ (Design Strength) : (Cl.36.3.1, Pg-68, IS-456) *(June-10, May-15)*

Limit state ની બંને જરૂરીયાતો, સલામતી (Safety) અને સેવા (Serviceability) ને સંતોષવા માટે પદાર્થની વાસ્તવિક તાકાત (Characteristic Strength) કરતાં ગણતરીમાં લેવાતી તાકાત (Design Strength) ઓછી ગણવામાં આવે છે. આમ Design Strength મેળવવા માટે પદાર્થની characteristic Strength ને સલામતી આંક વડે ભાંગવામાં આવે છે.

$$\therefore \quad \text{Design Strength} = \frac{\text{Characteristic Strength}}{\text{Partial safety factor}}$$

$$f_d = \frac{f_{ck}}{\gamma_m}$$

નોંધ : કોંક્રીટ માટે Partial safety factor 1.5 અને સ્ટીલ માટે 1.15 છે.

1.5 ડિઝાઈન લોડ (Design Load) : (Cl.-36.3.2, Pg-68, IS-456)

Limit state ની બંને જરૂરિયાતો, સલામતી (Safety) અને સેવા (Serviceability) ને સંતોષવા માટે સ્ટ્રક્ચર પર લાગતા વાસ્તવિક ભાર (Characteristic Load) કરતાં ગણતરીમાં લેવાતો ભાર

Scanned by CamScanner

(Design Load) વધારે ગણવામાં આવે છે. આમ Design Load મેળવવા માટે Characteristic Load ને સલામતી આંક વડે ગુણવામાં આવે છે.

∴ Design Load = Characteristic Load * Partial safety factor

$$Fd = F * \gamma_f$$

1.6 સલામતી આંક (Partial Safety Factor) : *(Dec-07, June-08, June-10, Dec-11 May-15)*

❑ **Partial safety factor for material strength :**

મટીરીયલની વાસ્તવિક તાકાત (Characteristic Strength) માં નીચેના કારણોસર ઘટાડો થાય છે.

(1) અયોગ્ય મિશ્રણ (Improper Mixing)
(2) અપૂરતું દાબન (Inadequate compaction)
(3) અપૂરતુ ક્યોરિંગ (Inadequate curing)
(4) બાંધકામમાં ભૂલ (Faulty construction)
(5) મટીરીયલમાં અશુધ્ધિ (Impurities in material)
(6) ખરાબ હવામાન (Bad weather)
(7) સળિયાનું ખવાણ (Corrosion of reinforcement)
(8) સળિયા પર ધૂળ કે ઓઈલ લાગવાથી (Dust or Oil on reinforcement)

આ બધા કારણોસર મટીરીયલની તાકાત ઓછી મળે છે. તેથી મટીરીયલની તાકાત માટે Partial Safety Factor નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

નોંધ : કોંક્રીટ માટે partial safety 1.5 અને steel માટે 1.15 છે.

(May-14)

❑ **Partial safety factor for loads :**

નીચેના કારણોસર Load માટે પણ Partial Safety Factor નો ઉપયોગ કરવામાં આવે છે.

(1) ભારની ખોટી ગણતરી (Wrong calculation of load)
(2) લોડ કોમ્બીનેશન (Load combination)
(3) લોડમાં ફેરફાર (Modification in load)
(4) સંભવતઃ ઓવરલોડ (Possible overloading)
(5) રીપીટેડ લોડીંગ (Repeated loading)

Load માટે IS-456 ના Pg-68 ના Table-18 માં આપેલ Partial Safety Factor નો ઉપયોગ થાય છે.

1.7 કોંક્રીટના ગ્રેડ (Grades of Concrete) : (Table-2, Pg-16, IS-456)

કોંક્રીટનો ગ્રેડ 28 દિવસના curing period પછી કોંક્રીટની characteristic strength દર્શાવે છે. દા.ત. M20 grade conerete એટલે આ કોંક્રીટની 28 દિવસના curing બાદ મળતી સ્ટ્રેન્થ 20 N/mm² કે તેના કરતાં વધારે હશે.

IS-456-2000 માં કોંક્રીટના M10 થી M80 સુધી કુલ 15 ગ્રેડનો ઉલ્લેખ કરવામાં આવ્યો છે.

Scanned by CamScanner

1.8 સ્ટીલના ગ્રેડ (Grades of Steel) :

સ્ટીલનો ગ્રેડ સ્ટીલની Yield Strength (Characteristic Strength) દર્શાવે છે. R.C.C. મ મુખ્યત્વે ત્રણ ગ્રેડના સ્ટીલ વપરાય છે.

(1) Mild Steel (Fe250)

(2) Tor steel અથવા HYSD (High Yield Strength Deformed) Bar (Fe415)

(3) TMT (Thermo Mechanically Treated) Bars.

1.9 કોંક્રીટમાં સ્ટીલની રેઈનફોર્સમેન્ટ તરીકે અગત્યતા (Importance of steel as reinforcement in concrete) :

(June-08, Dec-10, June-12, Dec-12)

- કોંક્રીટ ટેન્શનમાં ખૂબ નબળું છે. સ્ટીલની ટેન્સાઈલ સ્ટ્રેન્થ ખૂબ જ ઊંચી હોવાથી ટેન્શન સહન કરવા માટે R.C.C. માં કોંક્રીટ સાથે સ્ટીલ વપરાય છે.
- કોલમ અને બીમમાં સ્ટીલ compression લેવા માટે પણ વપરાય છે.
- સ્ટીલ અને કોંક્રીટના Temperature co-efficient (ઉષ્ણતામાન માપાંક) લગભગ સરખા છે માટે Temperature stress ઓછા કરી શકાય છે.
- કોંક્રીટ સેટ થયા બાદ સંકોચાય છે અને સ્ટીલ સાથે બરાબર પકડ મેળવે છે. જેથી સ્ટીલ અને કોંક્રીટ એક સીંગલ મટીરીયલની જેમ વર્તે છે.
- સ્ટીલનું Modulus of Elasticity ખૂબ ઉંચું છે.

Scanned by CamScanner