# Manual (ନିର୍ଦ୍ଦେଶିକା)

# STRUCTURAL ENGINEERING LABORATORY

# (ସଂରଚନାତ୍ମକ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ପ୍ରୟୋଗଶାଳା)

## Course Code (ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ସଂକେତ)

## CE1285: Credit (କ୍ରେଡିଟ୍) 1.5

**B. Tech, Civil Engineering Department**

(ବି. ଟେକ୍, ସ୍ଥପତି ଯାନ୍ତ୍ରୀକ ବିଭାଗ)


**Dr. S. K. Panigrahi (ଡ଼ଃ ଏସ. କେ. ପାଣିଗ୍ରାହୀ)**

**Associate Professor (ସଂଯୁକ୍ତ ପ୍ରଫେସର)**

**Department of Civil Engineering (ସ୍ଥପତି ଯାନ୍ତ୍ରୀକ ବିଭାଗ)**

**Veer Surendra Sai University of Technology, Burla**

(ବୀର ସୁରେନ୍ଦ୍ର ସାଏ ବୈଷୟିକ ବିଶ୍ୱବିଦ୍ୟାଳୟ, ବୁର୍ଲା)

# SYLLABUS (ପାଠ୍ୟସୂଚୀ)

## Structural Engineering Laboratory

## (ସଂରଚନାତ୍ମକ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ପ୍ରୟୋଗଶାଳା)

**(A) TEST FOR STEEL (ଇସ୍ପାତ ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷା):**

1. Determination of following (ନିମ୍ନଲିଖିତ ଗୁଣବତ୍ତା ନିର୍ଣ୍ଣୟ):
   - Tensile Strength (ଟେନସାଇଲ୍ ଶକ୍ତି)
   - Percentage of Elongation (ଇଲଙ୍ଗେସନ୍ ପ୍ରତିଶତ)
   - Stress-Strain Curve (ଇସ୍ପାତର ଷ୍ଟ୍ରେସ୍-ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ବୃତ୍ତରେଖା)
   - Modulus of Elasticity (ଇଲାଷ୍ଟିସିଟି ମଡ୍ୟୁଲସ୍)
2. Bend and rebend test (ଇସ୍ପାତ ରିଇନଫୋର୍ସମେଣ୍ଟର ବେଣ୍ଡ ଓ ରିବେଣ୍ଡ ପରୀକ୍ଷା)

**(B) TEST FOR CONCRETE (କଂକ୍ରିଟ୍ ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷା):**

1. Mix Design of Concrete (କଂକ୍ରିଟ୍ ମିଶ୍ରଣ ଡିଜାଇନ୍)
2. Testing of RCC Beam (ଆର.ସି.ସି. ବିମ୍ ପରୀକ୍ଷା)
3. Non-Destructive Tests of Concrete (କଂକ୍ରିଟର ଅବିନାଶୀ ପରୀକ୍ଷା)

**(C) TEST ON SOME REGULAR STRUCTURAL ANALYSIS PROBLEMS (ନିୟମିତ ସଂରଚନାତ୍ମକ ବିଶ୍ଳେଷଣ ସମସ୍ୟାଗୁଡିକ ଉପରେ ପରୀକ୍ଷା):**

1. Finding Reactions and Forces for Three Hinged Arch (ତିନି- ହିଂଜ ଅର୍କ ପାଇଁ ପ୍ରତିକ୍ରିୟା ଓ ବଳ ଗଣନା)
2. ILD for Indeterminate Structure (ଅନିର୍ଣ୍ଣୟ ସଂରଚନା ପାଇଁ ଆଇ.ଏଲ୍.ଡି)

# Course Content (ପାଠ୍ୟକ୍ରମ ବିଷୟବସ୍ତୁ):

**Structural Engineering Laboratory (ସଂରଚନାତ୍ମକ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ପ୍ରୟୋଗଶାଳା)**


| Experiment No (ପ୍ରୟୋଗ ସଂଖ୍ୟା) | | Name of the Experiment (ପ୍ରୟୋଗର ନାମ) | Page No. ପୃଷ୍ଠା ସଂଖ୍ୟା |
|---|---|---|---|
| A | 1 | To determine the unit mass (kg/m) and the effective cross-sectional area of given HYSD bar sample<br>ଦିଆଯାଇଥିବା HYSD ବାର୍‌ର ଏକକ ଓଜନ (କି.ଗ୍ରା./ମି.) ଏବଂ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମ ଅନୁପ୍ରସ୍ଥ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ନିର୍ଣ୍ଣୟ | 5–12 |
| | 2 | To check the transverse cracks in the bent position after bend and rebend test of HYSD bars sample<br>ମୋଡ଼ ଓ ପୁନଃମୋଡ଼ ପରେ HYSD ବାରରେ ଟ୍ରାଣ୍ସଭର୍ସ ଦରା ଯାଞ୍ଚ | 13–15 |
| | 3 | Determination of ultimate tensile strength by UTM and percentage elongation of given HYSD bar samplesUTM ଦ୍ୱାରା<br>ଅନ୍ତିମ ଟେନସାଇଲ୍ ଶକ୍ତି ଏବଂ ବିସ୍ତାର ପ୍ରତିଶତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ | 16–21 |
| | 4 | To determine the ultimate tensile strength, yield strength and percentage elongation of mild steel coupon<br>ମାଇଲ୍ଡ ଷ୍ଟିଲ୍ କୁପନର ଟେନସାଇଲ୍ ଶକ୍ତି, ଯିଉଲ୍ଡ ଶକ୍ତି ଏବଂ ବିସ୍ତାର ପ୍ରତିଶତ | 22–29 |
| B | 5 | To determine the quality of concrete using non-destructive testing of concrete by Ultrasonic Pulse Velocity method<br>ଅଲ୍ଟ୍ରାସୋନିକ୍ ପାଲ୍ସ ଭେଲୋସିଟି ଦ୍ୱାରା କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ଗୁଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ | 30–33 |
| | 6 | To assess the available compressive strength in concrete using non-destructive testing by Rebound Hammer method<br>ରିବାଉଣ୍ଡ୍ ହାମର୍ ଦ୍ୱାରା କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ଦବନ ଶକ୍ତି ନିର୍ଣ୍ଣୟ | 34–39 |
| | 7 | To perform the M25 concrete mix design in accordance with IS 10262:2019<br>IS 10262:2019 ଅନୁଯାୟୀ M25 କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ମିକ୍ସ ଡିଜାଇନ୍ | 40–50 |
| | 8 | To test a RCC beam under two-point load under flexure<br>ଦୁଇ-ଲୋଡ୍ ପ୍ଲାଇଣ୍ଟ ତଳେ RCC ବିମ୍ ଉପରେ ଫ୍ଲେକ୍ସର ଟେଷ୍ଟ | 51–58 |
| C | 9(a) | To compare the experimental and theoretical values of horizontal thrust of a three hinged parabolic arch<br>3-ହିଞ୍ଜ୍ ପ୍ୟାରାବୋଲିକ୍ ଆର୍ଚ୍‌ର ଅନୁନ୍ମୁଖ ଜୋରର ପ୍ରୟୋଗାତ୍ମକ ଓ ସିଦ୍ଧାନ୍ତାତ୍ମକ ମୂଲ୍ୟ ତୁଳନା | 59–67 |

| Experiment No (ପ୍ରୟୋଗ ସଂଖ୍ୟା) | | Name of the Experiment (ପ୍ରୟୋଗର ନାମ) | Page No. ପୃଷ୍ଠା ସଂଖ୍ୟା |
|---|---|---|---|
| | 9(b) | To plot the Influence Line Diagram of the horizontal thrust of the 3-hinged arch<br><br>3-ହିଞ୍ଜ୍ ଆର୍ଚ୍ ପାଇଁ ଇନ୍‌ଫ୍ଲୁଏନ୍ସ ଲାଇନ୍ ଡାୟାଗ୍ରାମ୍ ଅଙ୍କନ | |
| | 10(a) | To compare the experimental and theoretical displacements of the roller ends of a two hinged arch<br><br>2-ହିଞ୍ଜ୍ ଆର୍ଚ୍‌ର ରୋଲର୍ ଶେଷର ବିସ୍ଥାପନର ତୁଳନା | 68-72 |
| | 10(b) | To draw the profile of the two hinged arch<br><br>2-ହିଞ୍ଜ୍ ଆର୍ଚ୍‌ର ରୂପ ଚିତ୍ରାଣ | |

# EXPERIMENT NO:1 / ପ୍ରୟୋଗ ସଂଖ୍ୟା: 1

**AIM OF THE EXPEREIMENT**

To determine the unit mass (kg/m) and the effective cross-sectional area of given HYSD bar sample as per IS: 1786-2008.

**ପ୍ରୟୋଗର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ**

ଏହି ପ୍ରୟୋଗର ଲକ୍ଷ୍ୟ ହେଲା ଦିଆଯାଇଥିବା **HYSD ଡାର** ସାମ୍ପଲର ଇଉନିଟ୍ ମାସ (kg/m) ଏବଂ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ (Effective Cross-Sectional Area) କୁ IS: 1786-2008 ଅନୁସାରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା।

**APPARATUS REQUIRED**

(1)Scale or Tape

(2)Weighing Machine

**ଆବଶ୍ୟକ ଉପକରଣ**

1. ସ୍କେଲ୍ କିମ୍ବା ଟେପ୍
2. ଓଜନ ମାପିବା ଯନ୍ତ୍ର (Weighing Machine)

**THEORY**

Unit mass defined as the mass per unit length= mass (W) / unit length (L) Where W= mass of HYSD bar in kg

L= Unit length of rod measured in meters

Density of steel ($\gamma$) = 78.5 kN/m3 = 7850 kg/m3 = 7850 kg/m2/m = 0.00785 kg/mm2/m

= 0.00785 L kg/mm2

Density = mass / volume = mass / (Cross Sectional Area x length) Cross Sectional Area = mass/ (density x length)

Effective Cross-Sectional Area (mm2), A = W / 0.00785 L

Where, W= mass (kg)

L= unit length (m)

Steel density= 0.00785 L

**Tolerance Limit-**It is the allowable variation in any measurable property.

Here the unit mass should be within the given tolerance limit (Table 2, IS 1786: 2008)

**ତତ୍ତ୍ୱ (THEORY)**

ଉନିଟ୍ ମାସ ସେହି ମାସକୁ କହାଯାଇଥାଏ ଯାହା ପ୍ରତି ଏକକ ଲମ୍ବ ରେ ହୋଇଥାଏ = ମାସ (W) / ଏକକ ଲମ୍ବ(L) ଯେଉଁଠାରେ

W = HYSD ତାରର ମାସ (kg)

L = ରଡ୍ର ଏକକ ଲମ୍ବ (ମିଟରରେ ମାପାଯାଇଥିବା)

ତାର ର ଘନତା (Density of Steel) = 78.5 $kN/m^3$ = 7850 $kg/m^3$ = 7850 $kg/m^2/m$ = 0.00785 $kg/mm^2/m$ = 0.00785 L $kg/mm^2$

ଘନତା = ମାସ / ଆକାର = ମାସ / (କ୍ଷେତ୍ରଫଳ × ଲମ୍ବ)

କ୍ଷେତ୍ରଫଳ (Effective Cross-Sectional Area) = ମାସ / (ଘନତା × ଲମ୍ବ)

ପ୍ରଭାବିତ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ($mm^2$), A = W / 0.00785L

ଯେଉଁଠାରେ,

W = ମାସ (kg)

L = ଏକକ ଲମ୍ବ (m)

## ଟୋଲରେନ୍ସ ଲିମିଟ୍

ଟୋଲରେନ୍ସ ଲିମିଟ୍ ହେଉଛି କୌଣସି ମାପ୍ ବିଶେଷ ଗୁଣବତ୍ତାରେ ଅନୁମତି ଯୋଗ୍ୟ ପରିବର୍ତ୍ତନ।

ଏଠାରେ, ୟୁନିଟ୍ ମାସ ଦିଆଯାଇଥିବା ଟୋଲରେନ୍ସ ଲିମିଟ୍ ମଧ୍ୟରେ ରହିବା ଚାହିଁ।

**Diameter based tolerance (ଡାୟାମିଟର ଆଧାରିତ ଟୋଲରେନ୍ସ)**

| **DIAMETER OF BAR**<br>**ଡାୟାମିଟର (mm)** | **INDIVISUAL (%)**<br>**ବ୍ୟକ୍ତିଗତ (%)** | **BATCH (%)**<br>**ବ୍ୟାଚ୍ (%)** |
|---|---|---|
| UPTO 10 mm | +/- 8 | +/- 7 |
| 10 – 16 mm | +/- 6 | +/- 5 |
| >16 mm | +/- 4 | +/- 3 |

**PROCEDURE**

1. Any identification mark like brand name, trade mark on distinguishing mark of the manufacturer was checked and ascertained the grade and size of the bar.

Manufacturer: _____________

Nominal size (example): 10 mm, 12 mm, 16 mm, 20 mm

2. The number of test specimen were selected as per of **IS**: **1786-2008**

3. The length and mass of the sample were measured by tape and weighing balance and found out the mass of the sample steel rod per unit length.

4. the actual cross-sectional area (CA in $mm^2$) was calculated from the given section

*A = W / 0.00785L*

where, W = mass in **kg** weighed to the precision of (+/-) 0.5% and L length in **m** measured to

the precision of (+/-) 0.5%

The values were compared with the values given as per the nominal size of the sample given in Table 1, IS 1786: 2008.

**ପ୍ରକ୍ରିୟା (PROCEDURE)**

1. ପ୍ରଥମେ, ଉତ୍ପାଦକଙ୍କର ଚିହ୍ନ, ବ୍ରାଣ୍ଡ ନାମ, ଟ୍ରେଡ୍ ମାର୍କ କିମ୍ବା ଉତ୍ପାଦକଙ୍କର ପରିଚୟ ପରୀକ୍ଷା କରାଯିବା ସହିତ, ତାରର ଗ୍ରେଡ୍ ଏବଂ ସାଇଜ୍ ଚେକ୍ କରାଯିବ।

ଉତ୍ପାଦକ:

ନାମାନୁକୂଳ ଆକାର (ଉଦାହରଣ: 10 mm, 12 mm, 16 mm, 20 mm)

2. IS: 1786-2008 ଅନୁସାରେ ପରୀକ୍ଷା ସାମ୍ପଲ୍ ଚୟନ କରାଯିବ।

3. ଟେପ୍ ଏବଂ ଓଜନ ମାପିବା ଯନ୍ତ୍ର ଦ୍ଵାରା ସାମ୍ପଲ୍ର ଲମ୍ବ ଏବଂ ମାସ ମାପି, ଏହାର ପ୍ରତି ଏକକ ଲମ୍ବରେ ମାସ ଗଣନା କରାଯିବ।

4. ଦିଆଯାଇଥିବା ସେକ୍ସନ୍ ରୁ ପ୍ରକୃତ କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ତିଆରି କରାଯିବ,

$A = W / 0.00785L$

ଯେଉଁଠାରେ,

W = ମାସ (kg) ଯାହା ସଠିକ୍ ଭାବରେ (+/-) 0.5% ଦ୍ଵାରା ମାପାଯାଇଥାଏ,

L = ଲମ୍ବ (m) ଯାହା (+/-) 0.5% ନିଶ୍ଚିତ ହୋଇ ମାପାଯାଇଥାଏ।

5. ପ୍ରାପ୍ତ ମୂଲ୍ୟଗୁଡ଼ିକୁ IS 1786: 2008 ଅନୁସାରେ ନାମାନୁକୂଳ ସାମ୍ପଲ୍ ଆକାରର ସହିତ ତୁଳନା କରାଯିବ।

| **Nominal size (in mm)**<br>**ନାମାନୁକୂଳ ଆକାର (mm)** | **Cross sectional area (in mm$^2$)**<br>**କ୍ଷେତ୍ରଫଳ (mm$^2$)** | **Mass per meters (in kg)**<br>**ମାସ୍ ପରି ମିଟର (kg)** |
|---|---|---|
| 4 | 12.6 | 0.099 |
| 5 | 19.6 | 0.154 |
| 6 | 28.3 | 0.222 |
| 8 | 50.3 | 0.395 |
| 10 | 78.6 | 0.617 |
| 12 | 113.1 | 0.888 |
| 16 | 201.2 | 1.58 |
| 18 | 254.6 | 2.00 |
| 20 | 314.3 | 2.47 |
| 25 | 491.1 | 3.85 |
| 28 | 616.0 | 4.83 |
| 32 | 804.6 | 6.31 |
| 36 | 1018.3 | 7.99 |
| 40 | 1257.2 | 9.86 |

**Results of Unit mass (Experimental):**

| Nominal size(mm) ନମିନାଲ ସାଇଜ (ମି.ମି.) | Actual unit mass (kg) (Experimental) ବାସ୍ତବିକ ଏକକ ମାସ (କିଲୋଗ୍ରାମ୍) (ପରୀକ୍ଷା) | Value as per Table-1 ତାଲିକା-1 ଅନୁସାରେ ମୂଲ୍ୟ | Percentage variation ଶତ ପ୍ରତିଶତ ପରିବର୍ତ୍ତନ | Remarks ଟିପ୍ପଣୀ |
|---|---|---|---|---|
| 10 | | | | |
| 12 | | | | |
| 16 | | | | |
| 20 | | | | |

**Result of Cross-sectional area (Experimental):**

| Nominal size(mm) ନମିନାଲ ସାଇଜ (ମି.ମି.) | Actual cross-sectional area ($mm^2$) (Experimental) ବାସ୍ତବିକ କ୍ରସ୍-ସେକସନାଲ୍ ଏରିଆ (ମି.ମି.$^2$) (ପରୀକ୍ଷା) | Value as per Table-1 ତାଲିକା-1 ଅନୁସାରେ ମୂଲ୍ୟ | Percentage variation ଶତ ପ୍ରତିଶତ ପରିବର୍ତ୍ତନ | Remarks ଟିପ୍ପଣୀ |
|---|---|---|---|---|
| 10 | | | | |
| 12 | | | | |
| 16 | | | | |
| 20 | | | | |

| Nominal size (mm) ନମିନାଲ ସାଇଜ (ମି.ମି.) | Actual cross-sectional area ($mm^2$) (Experimental) ବାସ୍ତବିକ କ୍ରସ୍-ସେକସନାଲ୍ ଏରିଆ (ମି.ମି.$^2$) (ପରୀକ୍ଷା) | Actual Nominal diameter (mm) ବାସ୍ତବିକ ନମିନାଲ ସାଇଜ (ମି.ମି.) | Percentage variation ଶତ ପ୍ରତିଶତ ପରିବର୍ତ୍ତନ | Remarks ଟିପ୍ପଣୀ |
|---|---|---|---|---|
| 10 | | | | |
| 12 | | | | |
| 16 | | | | |
| 20 | | | | |

**CONCLUSION**

From the above experiment, the unit mass/meter, area of cross section and diameter of HYSD bar have been found out of which the diameter of 10, 12 and 16 mm are recommended to be used and diameter of 20 mm is not falling in to recommended range. Hence, that should not be used in civil engineering project.

**ଉପସଂହାର**

ଉପରୋକ୍ତ ପ୍ରୟୋଗରୁ, HYSD ତାରର ଇଉନିଟ୍ ମାସ/ମିଟର୍, କ୍ଷେତ୍ରଫଳ ଏବଂ ଡାୟାମିଟର ସାମ୍ପଲ୍ ମାପି ବାସ୍ତବିକ ମୂଲ୍ୟଗୁଡିକୁ ଚିହ୍ନିତ କରାଯିଛି, ଯାହା ସହିତ 10, 12 ଏବଂ 16 mm ର ଡାୟାମିଟର ସୁପାରିଶ କରାଯିବାରେ ଯୋଗ୍ୟ। 20 mm ର ଡାୟାମିଟର ସୁପାରିଶ କରାଯାଇନାହିଁ, ଏହା ସିଭିଲ୍ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ପ୍ରକଳ୍ପରେ ବ୍ୟବହାର କରିବା ଉଚିତ୍ ନୁହେଁ।

## କୁଇଜ୍ (QUIZZES) ଉତ୍ତର

1. **Define unit mass?**

Unit mass is defined as the mass per meter length = W/L

**ଉତ୍ତର**: Unit mass କୁ ପରିମାଣ ଲମ୍ବ ସମ୍ପର୍କରେ ମାସ୍ ଭାଗରେ ପରିଭାଷିତ କରାଯାଏ | ଏହା ହେଉଛି W/L |

**ଯେଉଁଠାରେ**, W = HYSD ବାରର ମାସ୍ (କିଲୋଗ୍ରାମ) ଓ L = ଆକାର ସାଧାରଣ ଲମ୍ବ |

**2. Define Ultimate stress?**

**Ans:** The quantity of the utmost tensile, compressive, or shearing stress that a given unit area of a certain material is expected to bear without failing.

**ଉତ୍ତର**: Ultimate stress ହେଉଛି ଏହି ସମସ୍ତ ଉଚ୍ଚ ଟଣା, ସଂକୋଚନ, କିମ୍ବା ଶିଅରିଂ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ ଯାହା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସାମଗ୍ରୀର ଏକ ଏକକ ଏଞ୍ଚ କ୍ଷେତ୍ର ଅଞ୍ଚଳକୁ ଏହା ଶକ୍ତି ବିନା ବିଫଳ ହେବା ସମ୍ଭାବନା କରିପାରିବା।

**3. What is HYSD steel bar? HYSD ଷ୍ଟିଲ୍ ବାର କ'ଣ?**

Ans: High Yielding Strength Deformed are steel rods made with heat treatment. While applying heat, the bars are cold twisted for shaping. Steel bars used to be low on tensile strength and fragile hence did not garner much attention.

**ଉତ୍ତର**: High Yielding Strength Deformed (HYSD) ଷ୍ଟିଲ୍ ବାରଗୁଡିକୁ ତାପ ଚାପ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରସ୍ତୁତ କରାଯାଇଥାଏ। ତାପ ପ୍ରୟୋଗ କରିବା ସମୟରେ, ବାରଗୁଡିକୁ ଠଣ୍ଡା ଭାବେ ଘୁରାଯାଏ। ଷ୍ଟିଲ୍ ବାରଗୁଡିକୁ ତିକ୍ତ ଟଣା ସମ୍ପର୍କରେ ସହଜ ତାଲିକା ହୋଇଥିଲେ, ସେମାନେ ଆଧୁନିକ ସାମଗ୍ରୀ ପ୍ରତି ଅଧିକ ଚାଲିବା ସମ୍ଭାବନା କରିଥିଲେ।

4. **Where is HYSD steel used? HYSD ଷ୍ଟିଲ୍ କେଉଁଠି ବ୍ୟବହାର ହୁଏ?**

**Ans:** These types of bars are used for lightweight structures as well as heavy loaded structures. When we look at the surface of this bar, it has ribs on its surface. Due to this rib, the bonding between the steel and the concrete is very good as compared to mild.

**ଉତ୍ତର**: ଏହି ପ୍ରକାର ରୋଡ୍ ସାଧାରଣତଃ ହାଲୁକା ଗଠନ ସହିତ ଓ ଭାରି ଲୋଡ ଗଠନରେ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ। ଯଦି ଆମେ ଏହି ବାରର ସତହ ଦେଖିବା, ତାହାର ଉପରେ ରିବ୍ ଥାଏ। ଏହି ରିବ୍ କାରଣରେ, ଷ୍ଟିଲ୍ ଓ କନକ୍ରିଟ୍ ମଧରେ ଭଲ ସଂଯୋଗ ହୁଏ ମାନ୍ୟ ମାଇଲ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ ଚାଲିପାରିବାରୁ।

5. **What is the ultimate tensile stress of a material? Material କ'ର ଉତ୍ତମ ଟଣା ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ କ'ଣ?**

**Ans:** Ultimate tensile stress (UTS) refers to the maximum stress that a given material can withstand under an applied force.

**ଉତ୍ତର**: Ultimate tensile stress (UTS) ହେଉଛି ଏହି ଶକ୍ତି ଯାହା ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ସାମଗ୍ରୀ ଉପରେ ଆବଦ୍ଧ ହେଉଥିବା ଚାପ ପ୍ରଭାବ କରି ସେହି ସାମଗ୍ରୀ ସମ୍ମିଳିତ କରିପାରିବା।

6. **Ultimate stress of mild steel is__? Mild Steel ର ଉତ୍ତମ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ କ'ଣ?**

**ଉତ୍ତର**: 400 - 550 MPa

7. **Write the full form of HYSD bar. HYSD ବାରର ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ରୂପ କ'ଣ?**

**ଉତ୍ତର**: High Yielding Strength Deformed Steel

**8. What is strain? Strain କ'ଣ?**

Strain is simply the measure of how much an object is stretched or deformed. Strain occurs when force is applied to an object. Strain deals mostly with the change in length of the object.

Strain କେବଳ ଏହାକୁ ମାପିବାକୁ ଯାହା ଆକାର ବଦଳିଥିବା ଦେଖାଯାଏ। Strain ତାହାର ଦ୍ବାରା ଘଟିଥାଏ ଯେତେବେଳେ ତାଳ ଦିଆଯାଇଥାଏ।

**9. Define true stress? True stress କ'ଣ?**

**Answer / ଉତ୍ତର:**

Stress is the applied load divided by the actual cross-sectional area of a material.

Stress କୁ ଆବଦ୍ଧ ଲୋଡ୍ ଭାଗରେ ସାମଗ୍ରୀର ସତ୍ୟ କ୍ଷେତ୍ର ଅଞ୍ଚଳ ଦେଖାଯାଏ।

**10. What does yield stress mean? ଯିଲ୍ଡ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ କ'ଣ?**

**Answer / ଉତ୍ତର:**

Yield stress marks the transition from elastic to plastic behaviour; it is the minimum stress at which a solid undergoes permanent deformation.

Yield stress ହେଉଛି ସେହି ଟଣା ଷ୍ଟ୍ରେସ୍, ଯାହାରେ ଏକ ସାମଗ୍ରୀ ଅସ୍ଥାୟୀ ରୂପରେ ବିକୃତ ହେବାରୁ ସ୍ଥାୟୀ ବିକୃତି ଦିଗକୁ ଯାଏ।

**11. What is yield strength in simple words? ସହଜ ଶବ୍ଦରେ yield strength କ'ଣ?**

**Answer / ଉତ୍ତର:**

It is the stress at which a material starts to deform permanently.

ଏହା ସେହି ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ ଯେଉଁଠାରେ ସାମଗ୍ରୀ ଅସ୍ଥାୟୀ ଭାବେ ବିକୃତି ଆରମ୍ଭ କରେ।

**12. What is the yield stress of Aluminium? Aluminium ର yield stress କ'ଣ?**

**Answer / ଉତ୍ତର:**

The yield tensile strength of Aluminium alloy is 276 MPa.

Aluminium ର yield tensile strength 276 MPa ଅଟକିଥାଏ।

**13. Cross sectional area (A in mm$^2$) from the given relation formula? ଦିଆଯାଇଥିବା ସମୀକରଣ ରୁ Cross sectional area (A in mm$^2$) କିପରି ଗଣନା କରାଯିବ?**

**Answer / ଉତ୍ତର:**

A = W / 0.00785L

**14. What is ultimate shear stress?   Ultimate shear stress କ'ଣ?**

**Answer / ଉତ୍ତର:**

It is the maximum shear stress a material can withstand before failure.

ଏହା ସେହି ସର୍ବାଧିକ shear stress ଯାହା ଏକ ସାମଗ୍ରୀ ଭାଙ୍ଗିବା ପୂର୍ବରୁ ସହିପାରେ।

**15. What is Fy and Fu? Fy ଓ Fu କ'ଣ?**

**Answer / ଉତ୍ତର:**

Fy is yield strength of steel and Fu is ultimate tensile strength.

Fy ହେଉଛି ସ୍ଟିଲ୍ ର yield strength ଓ Fu ହେଉଛି ultimate tensile strength।

**16. What is FC concrete? FC କନକ୍ରିଟ୍ କ'ଣ?**

**Answer / ଉତ୍ତର:**

FC refers to the specified compressive strength of concrete at 28 days using standard cylinders.

FC ହେଉଛି 28 ଦିନ ପରେ ମାନକ ସିଲିଣ୍ଡର ଦ୍ୱାରା ମାପାଯାଇଥିବା କନକ୍ରିଟ୍ ର ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ସଂକୋଚନ ଶକ୍ତି।

**17. What is MPa strength?   MPa strength କ'ଣ?**

**Answer / ଉତ୍ତର:**

MPa (megapascal) is a unit to measure compressive strength.

MPa (ମେଗାପାସ୍କାଲ୍) ହେଉଛି ସଂକୋଚନ ଶକ୍ତି ମାପିବାର ଏକ ଏକକ।

**18. What is the density of steel?   Steel ର ଘନତା କ'ଣ?**

**Answer / ଉତ୍ତର:**

The density of steel is 7850 kg/m³.

Steel ର ଘନତା 7850 kg/m³ ଅଟକିଥାଏ।

####################################

ସଂଶୋଧନ ଅଧୀନରେ

## EXPERIMENT NO:2 / ପ୍ରୟୋଗ ସଂଖ୍ୟା: 2

**AIM OF THE EXPERIMENT**

To check for transverse cracks at the bent position after the bend and rebend test of HYSD bar samples as per IS: 1786-2008.

**ପ୍ରୟୋଗର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ:**

IS: 1786-2008 ଅନୁସାରେ HYSD ବାର ଉପରେ ବେଣ୍ଡ ଓ ରିବେଣ୍ଡ ପରୀକ୍ଷା କରି, ବେଣ୍ଡ ସ୍ଥାନରେ ଟ୍ରାନ୍ସଭର୍ସ କ୍ରାକ୍ ଚେକ କରିବା।

**APPARATUS REQUIRED**

- Universal Testing Machine (UTM)

  Specifications:

  Manufacturer: M/s Blue Star Engineering Co Pvt. Ltd

  Capacity: 100 tonnes

  Power: 3 Phase – 220V/30Amp – 50Hz

  Model: UTE 100, Year: 1995

**ଆବଶ୍ୟକ ଉପକରଣ:**

- ୟୁନିଭର୍ସାଲ୍ ଟେସ୍ଟିଂ ମେସିନ୍ (UTM)

  ବିଶେଷତା:

  ନିର୍ମାତା: M/s Blue Star Engineering Co Pvt. Ltd

  କ୍ଷମତା: 100 ଟନ୍

  ଶକ୍ତି: 3 ଫେଜ୍ – 220V/30Amp – 50Hz

  ମଡେଲ୍: UTE 100, ବର୍ଷ: 1995

**THEORY**

1. Steel bars are bent before placing in concrete. Cracks may occur due to:
   - Stress concentration at ribs
   - High force due to steel strength
   - Small bending radius
2. Low temperatures reduce toughness and increase cracking risk.
3. Bend test checks ductility. Re-bend test checks **strain ageing** from nitrogen diffusion.

   IS: 1786-2008 limits nitrogen to 0.012%.

**ତତ୍ତ୍ୱ:**

1. କଂକ୍ରିଟରେ ବ୍ୟବହାର ପୂର୍ବରୁ ଷ୍ଟିଲ୍ ବାରକୁ ବେଣ୍ଡ କରାଯାଏ। ଫାଟିବା ସମ୍ଭାବନା ରହିଥାଏ:

- ରିବ୍‌ରେ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ କନସେଣ୍ଟ୍ରେସନ୍
- ଅଧିକ ଶକ୍ତି ଆବଶ୍ୟକ
- ଅତି କମ୍ ବେଣ୍ଡିଂ ରେଡିଅସ୍

2. ତାପମାତ୍ରା କମିଲେ ଟାଫନେସ୍ କମିଯାଏ, ଫଳରେ କ୍ରାକ୍ ହେବାର ସମ୍ଭାବନା ବଢ଼ିଯାଏ।
3. ବେଣ୍ଡ ଟେସ୍ଟ ଡକ୍ଟିଲିଟି ଓ ରିବେଣ୍ଡ ଟେସ୍ଟ ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ଏଜିଂ ଚେକ କରେ।

IS କୋଡ୍ ଅନୁସାରେ ନାଇଟ୍ରୋଜେନ୍ ସୀମା: 0.012%

**PROCEDURE**

1. Take two HYSD bars (e.g., 10 mm and 12 mm diameter).
2. Place one on the UTM bending table.
3. Bend the bar to 135°.
4. Remove and place it with the bent side facing upward.
5. Re-bend it to 157.5°.
6. Measure angles and inspect for cracks.

**ପ୍ରକ୍ରିୟା**

1. 10 mm ଓ 12 mm ବ୍ୟାସ ଥିବା HYSD ବାର ନିଅନ୍ତୁ।
2. ଏକ ବାରକୁ UTM ର ବେଣ୍ଡିଂ ଟେବୁଲ୍ ଉପରେ ରଖନ୍ତୁ।
3. ବାରକୁ **135°** କୋଣରେ ବେଣ୍ଡ କରନ୍ତୁ।
4. ବେଣ୍ଡ କରିବା ପରେ ବାରକୁ ଉପର ଦିଗରେ ବେଣ୍ଡ ଭାଗ ରଖନ୍ତୁ।
5. ପୁଣିଥରେ ଏହାକୁ **157.5°** କୋଣରେ ରିବେଣ୍ଡ କରନ୍ତୁ।
6. ବେଣ୍ଡ ଓ ରିବେଣ୍ଡ କୋଣ ମାପି କ୍ରାକ୍ ଚେକ କରନ୍ତୁ।

**OBSERVATION TABLE / ଅବସରଣା ତାଲିକା**

| **Diameter of Bar (mm)**<br>**ବାର ଡାୟାମିଟର (mm)** | **Bending Angle**<br>**ବେଣ୍ଡିଂ କୋଣ** | **Rebending Angle**<br>**ରିବେଣ୍ଡିଂ କୋଣ** |
|---|---|---|
| 10 mm | 135° | 157.5° |
| 12 mm | 135° | 157.5° |

**CONCLUSION / ଉପସଂହାର**

The HYSD bars did not show any cracks after bend and rebend test, indicating suitability for construction.

ଦିଆଯାଇଥିବା HYSD ବାର ଗୁଡ଼ିକ ବେଣ୍ଡ ଓ ରିବେଣ୍ଡ ପରେ କୌଣସି କ୍ରାକ୍ ଦେଖାଯାଇନାହିଁ, ଏହା ବ୍ୟବହାର ଯୋଗ୍ୟ ବୋଲି ସୂଚିତ କରେ।

## କୁଇଜ୍ (QUIZZES) ଉତ୍ତର

1. **Purpose of bend and rebend test?**

   To check ductility and effects of strain ageing.

   **ବେଣ୍ଡ ଓ ରିବେଣ୍ଡ ଟେଷ୍ଟର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ?**

   ଡକ୍ଟିଲିଟି ଓ ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ଏଜିଂ ପ୍ରଭାବ ଚେକ କରିବା।

2. **What is pure bending?**

   When no internal shear acts.

   **ପ୍ୟୁର୍ ବେଣ୍ଡିଂ କାହାକୁ କୁହାଯାଏ?**

   ଯେଉଁଠାରେ ଶିୟର ଫୋର୍ସ ନାହିଁ।

3. **IS code for rebend test?**

   IS: 1786-2008

   **ରିବେଣ୍ଡ ଟେଷ୍ଟ ପାଇଁ IS କୋଡ୍?**

   IS: 1786-2008

4. **What is bending strength?**

   Resistance to bending deformation.

   **ବେଣ୍ଡିଂ ଶକ୍ତି କଣ?**

   ବେଣ୍ଡ ହେବାରେ ପ୍ରତିରୋଧ।

5. **How do brittle and ductile bars fail?**

   Brittle fails in tension, ductile in shear.

   **ବ୍ରିଟାଇଲ୍ ଓ ଡକ୍ଟାଇଲ୍ ବାର କିପରି ଫେଲ୍ କରେ?**

   ବ୍ରିଟାଇଲ୍ – ଟେନ୍ସନ୍ ରେ, ଡକ୍ଟାଇଲ୍ – ଶିୟର୍ ରେ।

6. **Bend and rebend angles?**

   135° and 157.5°

   **ବେଣ୍ଡ ଓ ରିବେଣ୍ଡ କୋଣ କେତେ?**

   135° ଓ 157.5°

7. **Aim of this experiment?**

   Check ductility and strain ageing in HYSD bars.

   **ଏହି ପ୍ରୟୋଗର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ କଣ?**

   HYSD ବାର ରେ ଡକ୍ଟିଲିଟି ଓ ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ଏଜିଂ ଚେକ କରିବା।

####################################

ସଂଶୋଧନ ଅଧୀନରେ

# EXPERIMENT NO:3 / ପ୍ରୟୋଗ ସଂଖ୍ୟା: 3

**AIM OF THE EXPERIMENT:**

To determine the ultimate tensile strength and percentage elongation of the given HYSD bar sample as per IS:1608-2005.

**ଅଭିକଳ୍ପନ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ:**

IS:1608-2005 ଅନୁଯାୟୀ ଦିଆଯାଇଥିବା HYSD ବାର ସ୍ପେସିମେନର ଉତ୍ତମ ତଣା ଶକ୍ତି ଏବଂ ପ୍ରତିଶତ ବିସ୍ତାରଣ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା।

**APPARATUS REQUIRED:**

1. Universal Testing Machine (UTM)
2. Test specimen
3. Vernier Caliper
4. Ruler

**ଆବଶ୍ୟକ ଉପକରଣ:**

1. ୟୁନିଭର୍ସାଲ୍ ଟେଷ୍ଟିଂ ମେସିନ୍ (UTM)
2. ପରୀକ୍ଷା ନମୁନା
3. ଭର୍ନିଅର୍ କ୍ୟାଲିପର୍
4. ମାପ ଗାଣ୍ଡି

**THEORY/ ତତ୍ତ୍ୱ:**

As per IS:1786-2008, the mechanical properties of HYSD bars are as follows:

IS:1786-2008 ଅନୁଯାୟୀ HYSD ବାରର ଯାନ୍ତ୍ରିକ ଗୁଣ ତଳେ ଦିଆଯାଇଛି:

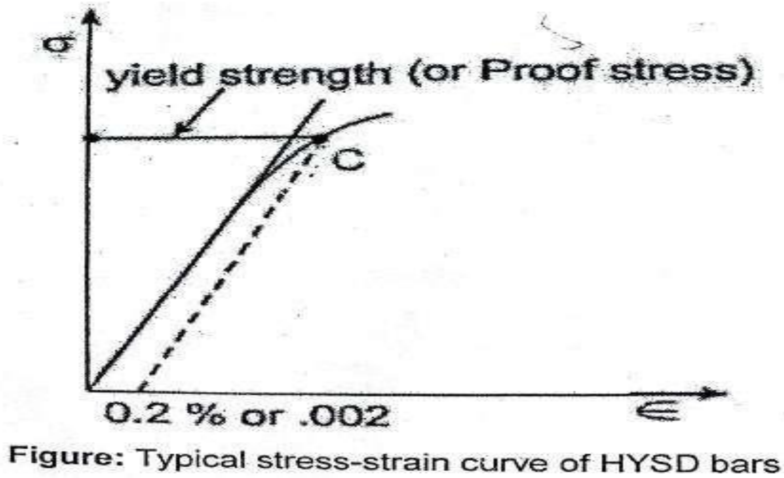



**Figure:** Typical stress-strain curve of HYSD bars

| Grade<br>ଗ୍ରେଡ୍ | Minimum Elongation<br>ନ୍ୟୁନତମ ବିସ୍ତାରଣ<br>(%) | Min. Tensile Strength<br>ନ୍ୟୁନତମ ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ<br>($N/mm^2$) | Min. Yield Strength<br>ନ୍ୟୁନତମ ୟିଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ<br>($N/mm^2$) |
|---|---|---|---|
| Fe415 | 14.5 | 485 | 415 |
| Fe500 | 12.0 | 545 | 500 |
| Fe550 | 10.0 | 585 | 550 |

**PROCEDURE:**

Let us find the tensile strength of Fe500 HYSD bar of given diameter for the test from the data supplied and form the graph.

Measure the weight and length of the given sample.

Put marks on the rod at a distance of gauge length (G) from an initial point at distances of gauge length measured by:

G = 5.65 √(A) in mm where A is cross sectional area of HYSD bar in mm2

Its diameter can be calculated by the formula:

d = √ (4/Π) * w/ 0.00785* L

where,

d = diameter of the bar in mm w = weight of the bar in kg

L = Length of the bar in meter

Check the diameter of the bar to be in the range of 14% tolerance limit.

Select Jaws for gripping and suitable load scale on testing machine.

Set the automatic graph recording system.

Start the UTM and observe and take readings.

Apply the load till the specimen breaks and then stop the machine

**ପ୍ରକ୍ରିୟା:**

1. **Fe500 HYSD ବାରର ଟଣା ଶକ୍ତି** ଦିଆଯାଇଥିବା ଦିଆଗଲା ଡାୟାମିଟର ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷା ଆଧାରରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଗ୍ରାଫ୍ ତିଆରି କରନ୍ତୁ।
2. ଦିଆଗଲା ସ୍ପେସିମେନର ଓଜନ ଓ ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମାପନ କରନ୍ତୁ।
3. ଗେଜ୍ ଲେଂଥ (G) ରେ ଏକ ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ସ୍ଥାନରୁ ବାରରେ ଚିହ୍ନ ଦିଅନ୍ତୁ ଏବଂ ଗେଜ୍ ଲେଂଥର ଦୈର୍ଘ୍ୟ ମାପନ କରନ୍ତୁ:

G=5.65 √(A)

ଯେଉଁଠାରେ A ସେହି HYSD ବାରର ଧାରିତ ଏଉଁକି ସଂଖ୍ୟାତ୍ମକ ଅଞ୍ଚଳରେ ନାମ ହେଉଛି।

4. ଡାୟାମିଟର ଗଣନା କରିବାରେ ନିମ୍ନଲିଖିତ ସୂତ୍ର ବ୍ୟବହାର କରନ୍ତୁ:

d = √ (4/Π) * w/ 0.00785* L

ଯେଉଁଠାରେ:

d = ବାରର ଡାୟାମିଟର (ମି.ମି.)

w = ବାରର ଓଜନ (କିଲୋଗ୍ରାମ)

L = ବାରର ଦୈର୍ଘ୍ୟ (ମି.)

5. ଡାୟାମିଟର ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାରେ ଯଦି ଏହା 14% ଟୋଲେରାନ୍ସ ସୀମା ମଧ୍ୟରେ ରହିଥାଏ, ତେବେ ଏହା ଯଥାସ୍ଥିତି ହେଉଛି।

6. ଯାଜଗ୍ ବାରଗୁଡ଼ିକୁ ଗ୍ରିପ୍ କରିବା ପାଇଁ ଜକେଟ ବା ବିକଳ୍ପ ଲୋଡ୍ ସ୍କେଲ୍ ବାଛନ୍ତୁ।

7. ସ୍ୱତଃ ସଙ୍ଗ୍ରହ କରିବା ସିଷ୍ଟମ୍ ସେଟ୍ କରନ୍ତୁ।

8. UTM ଚାଲୁ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ପରିଣାମ ମାପନ କରନ୍ତୁ।

9. ନମୁନା ଭାଙ୍ଗିଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଲୋଡ୍ ଲାଗାନ୍ତୁ ଏବଂ ତାପରେ ମେସିନ୍ ବନ୍ଦ କରନ୍ତୁ।

**OBSERVATION AND CALCULATION:**

**<u>ULTIMATE TENSILE STRENGTH</u>:**

**1)** Diameter of the given sample = Cross-sectional area = Ultimate load =

Ultimate stress =

Check whether this Ultimate stress > Minimum proof stress as per table above

*PERCENTAGE OF ELONGATION:*

**1)** Diameter of the given sample =

**2)** Initial length =

**3)** Final length =

Percentage of elongation= {(Final length - Initial length) / Initial length} * 100

Check whether this Percentage of elongation > Minimum percentage of elongation as per table above

**<u>ପରୀକ୍ଷା ପରିଣାମ ଓ ଗଣନା</u>:**

**ଉତ୍ତମ ତଣା ଶକ୍ତି**:

1. ଦିଆଗଲା ସ୍ପେସିମେନର ଡାୟାମିଟର =

ଧାରିତ ଅଞ୍ଚଳ =

ଉତ୍ତମ ଲୋଡ୍ =

ଉତ୍ତମ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ =

ଯାଚନା କରନ୍ତୁ ଯେଉଁଠାରେ ଏହି ଉତ୍ତମ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ > ନ୍ୟୁନତମ ପ୍ରୁଫ୍ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ ତାଲିକା ଅନୁସାରେ।

**ପରିଶେଷ ବିସ୍ତାରଣ (Percentage of elongation)**:

1. ଦିଆଗଲା ସ୍ପେସିମେନର ଡାୟାମିଟର =

ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଦୈର୍ଘ୍ୟ =

ପରିଣାମ ଦୈର୍ଘ୍ୟ =

ପରିଶେଷ ବିସ୍ତାରଣ = (ପରିଣାମଦୈର୍ଘ୍ୟ−ପ୍ରାରମ୍ଭିକଦୈର୍ଘ୍ୟ)ପ୍ରାରମ୍ଭିକଦୈର୍ଘ୍ୟ×100

ଯାଚନା କରନ୍ତୁ ଯେଉଁଠାରେ ଏହି ପରିଶେଷ ବିସ୍ତାରଣ > ନ୍ୟୁନତମ ପରିଶେଷ ବିସ୍ତାରଣ ତାଲିକା ଅନୁସାରେ।

CONCLUSION:

As the Ultimate tensile stress and Percentage of elongation in the provided HYSD bars exceed the minimum values as per Table 3, IS: 1786-2008 respectively corresponding to their grades, therefore they are acceptable for use in civil engineering purposes.

**ଉପସଂହାର**

ଯେଉଁ HYSD ବାରର ଉତ୍ତମ ତଣା ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ ଓ ପରିଶେଷ ବିସ୍ତାରଣ ଦିଆଯାଇଥିବା ତାଲିକା 3, IS: 1786-2008 ଅନୁସାରେ ନ୍ୟୁନତମ ମାନକୁ ଅତିକ୍ରମ କରେ, ସେଗୁଡ଼ିକୁ ସିଭିଲ୍ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ବ୍ୟବହାର ପାଇଁ ଅନୁମତି ଦିଆଯାଇଛି।

## କୁଇଜ୍ (QUIZZES) ଉତ୍ତର

**1. What is the unit of ultimate tensile strength?**

ଅଲ୍ଟିମେଟ ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥର ଇଉନିଟ କଣ?

**ଉତ୍ତର (Answer):** $N/mm^2$

**2. What is the ability of a material to withstand tensile stress without breaking called?**

ଏକ ସାମଗ୍ରୀ ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଶକ୍ତିକୁ ବିନା ଭାଙ୍ଗିବା ସହିତ ସହିତ ସହନ କରିବା ସମର୍ଥତା କୁ କେମିତି କୁହାଯାଏ?

**ଉତ୍ତର (Answer):** Tensile Strength ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ

**3. How does tensile strength change with an increase in the degree of cold working?**

ଶୀତ କାମ କରିବାର ଡିଗ୍ରୀ ବୃଦ୍ଧି ପାଇଁ, ସାମଗ୍ରୀର ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ କେମିତି ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ?

**ଉତ୍ତର (Answer):** It increases. ବୃଦ୍ଧି ପାଏ

**4. Is tensile strength used as a design guide criterion for ductile materials?**

ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ କି ଡକ୍ଟାଇଲ୍ ସାମଗ୍ରୀ ପାଇଁ ଏକ ଡିଜାଇନ୍ ଗାଇଡ୍ କ୍ରିଟିରିଆନ୍ ଭାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ?

**ଉତ୍ତର (Answer):** No ନାହିଁ

**5. How is yield strength identified during testing under a UTM?**

UTM ତଳେ ପରୀକ୍ଷା କରିବା ସମୟରେ କିପରି ସାମଗ୍ରୀର ୟିଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ ଚିହ୍ନଟ କରିବେ?

**ଉତ୍ତର (Answer):** It is identified at the strength where the material shows a specific elongation.

ସେହି ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ ଯେଉଁଥିରେ ସାମଗ୍ରୀ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଏଲୋଙ୍ଗେସନ୍ ଦେଖାଏ।

**6. What is the yield point of a material?**

ସାମଗ୍ରୀର ୟିଲ୍ଡ୍ ପଏଣ୍ଟ କଣ?

**ଉତ୍ତର (Answer):** It is the point where a significant increase in elongation occurs as the load increases.

ସେହି ସ୍ଥାନ ଯେଉଁଥିରେ ଲୋଡ୍ ବଢିବା ବେଳେ ଏଲୋଙ୍ଗେସନ୍ରେ ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ବୃଦ୍ଧି ଘଟେ।

**7. What does the percentage elongation measured during tensile testing indicate?**

ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ ପରୀକ୍ଷିତ ପ୍ରତିଶତ ଏଲୋଙ୍ଗେସନ୍ କି ସୂଚିତ କରେ?

**ଉତ୍ତର (Answer):** Ductility

ଡକ୍ଟାଇଲିଟି

**8. How does an increase in strain rate affect ductility and tensile strength?**

ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ରେଟ୍ ବୃଦ୍ଧି ହେଲେ, ଡକ୍ଟାଇଲିଟି ଓ ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ କେମିତି ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହୁଏ?

**ଉତ୍ତର (Answer):** Ductility decreases and tensile strength increases.

କମେ, ବୃଦ୍ଧି ପାଏ

**9. At low plastic strain, yield and flow strength depend more on:**

ନିମ୍ନ ପ୍ଲାସି ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍ ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ରେ ୟିଲ୍ଡ୍ ଓ ଫ୍ଲୋ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ ଅଧିକ ନିର୍ଭର କରେ:

**ଉତ୍ତର (Answer):** Strain rate, tensile strength

ଷ୍ଟ୍ରେଉନ୍ ରେଟ୍, ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ

**10. What is the slope of the stress-strain curve in the plastic range?**

ପ୍ଲାଷ୍ଟିକ୍ ରେଞ୍ଜରେ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍-ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ କର୍ଭର ସ୍ଲୋପ୍ କେମିତି?

**ଉତ୍ତର (Answer):** Strain hardening rate

ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ହାର୍ଡେନିଂ ରେଟ୍

**11. When equal and opposite forces are applied to a body attempting to elongate it, what is the stress called?**

ଯେତେବେଳେ ସମାନ ଏବଂ ବିପରୀତ ଶକ୍ତିଗୁଡିକୁ ଏକ ଦେହରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ, ଯାହା ଏହାକୁ ବଢିବାକୁ ଚେଷ୍ଟା କରେ, ସେହି ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ କୁ କେମିତି କୁହାଯାଏ?

**ଉତ୍ତର (Answer):** Tensile stress

ଟେନ୍ସିଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ

**12. In a tensile test, how does stress behave in the elastic limit zone?**

ଟେନ୍ସିଲ୍ ପରୀକ୍ଷାରେ, ଇଲାସ୍ଟିକ୍ ଲିମିଟ୍ ଜୋନରେ କେମିତି ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ?

**ଉତ୍ତର (Answer):** The stress decreases at a rapid rate.

ଟେନ୍ସିଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ ତ୍ୱରିତ ହାରରେ କମେ।

**13. What is the gradual elongation of a material under constant tensile stress called?**

ସ୍ଥିର ଟେନ୍ସିଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ ତଳେ ଧୀରେ ଏଲୋଙ୍ଗେସନ୍ ବୃଦ୍ଧି ଘଟିବା ଘଟଣାକୁ କେମିତି କୁହାଯାଏ?

**ଉତ୍ତର (Answer):** Creep

କ୍ରିପିଂ

####################################

ସଂଶୋଧନ ଅଧୀନରେ

# EXPERIMENT NO:4 / ପ୍ରୟୋଗ ସଂଖ୍ୟା: 4

**AIM OF THE EXPERIMENT:**

To determine the ultimate tensile strength, yield strength and percentage elongation of mild steel coupon as per *IS*:***1608-2005***.

**ପ୍ରୟୋଗର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ (AIM OF THE EXPERIMENT)**

IS:1608-2005 ଅନୁସାରେ ମାଇଲ୍ଡ ଷ୍ଟିଲ୍ କପନ୍ ର ଅଲ୍ଟିମେଟ ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ, ୟିଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ ଏବଂ ପ୍ରତିଶତ ଏଲୋଙ୍ଗେସନ୍ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବାକୁ।

**APPARATUS REQUIRED:**

1) Dog bone shape specimen (mild steel coupon)
2) Universal Testing Machine (UTM)
3) Measuring Scale

**ଆବଶ୍ୟକ ଉପକରଣ (APPARATUS REQUIRED)**

1. ଡଗ୍ ବୋନ୍ ଆକୃତିର ନମୁନା (ମାଇଲ୍ଡ ଷ୍ଟିଲ୍ କପନ୍)
2. ୟୁନିଭର୍ସାଲ୍ ଟେଷ୍ଟିଂ ମେସିନ୍ (UTM)
3. ମେଜିଙ୍ଗ୍ ସ୍କେଲ୍

**THEORY:**

**UTM** (Universal Testing Machine):

A machine designed to perform tensile, compressive, bend and shear test is called UTM. It mainly consists of two parts: -

- Loading unit and control unit. In addition to these two units, there are certain accessories like bending table, jaws for gripping recorders etc.
- Loading unit consists of two crossheads i.e., upper cross head and lower cross head and a table.

The initial slope is where stress is directly proportional to strain and the material behaves like this up to its elastic limit where it reaches its yield strength. Beyond this the material deforms permanently. The material then becomes strain hardened until you reach ultimate strength and necking starts to occur and the material becomes weaker again until it breaks apart.

**Yield stress** is the stress at which the material deforms permanently and ultimate stress is the stress at which material breaks. Hard steels and non-ferrous metals do not have defined yield limit, therefore a stress, corresponding to a definite deformation (0.1% or 0.2 %) is commonly used instead of yield limit. This stress is called proof stress or offset yield limit.

**Yield strength**: The stress at which elastic deformation changes to plastic deformation causing permanent deformation.

**Tensile strength**: Ultimate loads taken by the material before failure is known as failure load stress and corresponding to this is known as tensile strength. It is recommended by maximum stress strain curve and indicates when cracking will occur, its value does not depend on the size of the specimen.

**Ultimate strength**: The maximum stress that the material can withstand when subjected to tension on compression on shear is ultimate strength. It is the maximum stress in the stress-strain curve.

**Breaking strength**: The stress corresponding to the point of rupture on the stress-strain curve

Let the initial length of specimen = $L_1$

Final length of specimen =$L_2$

Change in length ($\Delta L$) = $L_1$ -$L_2$ Percentage elongation= ($L_1$ -$L_2$) / $L_1$ x 100

Yield strength= load at yield point / cross-sectional area Ultimate strength = Ultimate load/ cross-sectional area in MPa As per, **Table 1, IS 432-1982**

| **Thickness (mm)** | **Φ < 20 mm** | **20 mm< Φ < 50 mm** |
|---|---|---|
| Ultimate Tensile Stress (min) | 410 N/mm$^2$ | 410 N/mm$^2$ |
| Yield stress (min) | 250 N/mm$^2$ | 240 N/mm$^2$ |
| Percentage Elongation (Min) | 23.0 | 23.0 |

**ତତ୍ତ୍ୱ (THEORY)**

**UTM (Universal Testing Machine):**

ଏହି ମେସିନ୍ କୁ ଟେନ୍ସାଇଲ୍, କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍, ବେଣ୍ଡ ଏବଂ ସିୟର୍ ପରୀକ୍ଷା କରିବାକୁ ଡିଜାଇନ୍ କରାଯାଇଛି। ଏହାର ମୁଖ୍ୟ ଦୁଇଟି ଅଂଶ ହେଉଛି:-

• **ଲୋଡିଂ ଏକକ ଏବଂ କଣ୍ଟ୍ରୋଲ୍ ଏକକ**। ଏହା ସହିତ କିଛି ଏକ୍ସେସୋରୀ ଯଥା ବେଣ୍ଡିଂ ଟେବୁଲ୍, ଗ୍ରିପିଂ ପାଇଁ ଜାଅସ୍, ରିକର୍ଡର୍ ଇତ୍ୟାଦି ଥାଏ।

• **ଲୋଡିଂ ଏକକ**ରେ ଦୁଇଟି କ୍ରସହେଡ୍ ଥାଏ: ଉପରକ୍ରସ ହେଡ୍ ଏବଂ ତଳକ୍ରସ ହେଡ୍, ଏବଂ ଏକ ଟେବୁଲ୍ ଥାଏ।

**ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ଗତିଧାରା:**

**ଆରମ୍ଭିକ ସ୍ଲୋପ୍:** ଏଠାରେ ଶକ୍ତି (ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ) ସିଧାସଳଖ ଭାବରେ ବିକୃତି (ଷ୍ଟ୍ରେଇନ୍) ସହିତ ଉତ୍ପାଦିତ ହୁଏ, ଏବଂ

ସାମଗ୍ରୀ ଏହି ଭାବରେ ବ୍ୟବହାର କରେ ଯାହା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଏହାର ଇଲାସ୍ଟିକ୍ ଲିମିଟ୍ ଏକାଧିକ କରେ। ଏହା ଏହାର **ୟିଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ** ପ୍ରାପ୍ତ କରିବା ପରେ ସେହି ସ୍ତରରେ ପ୍ରବେଶ କରେ।

ଏହାର ପରେ ସାମଗ୍ରୀ ନିର୍ବୀକ୍ଷିତ ହୋଇଥାଏ, ଏବଂ ସାମଗ୍ରୀ ଏବେ **ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ହାର୍ଡେନିଂ** ଅବସ୍ଥାକୁ ପ୍ରବେଶ କରିଥାଏ। ଏହା ପରେ **ଅଲ୍ଟିମେଟ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ** ପ୍ରାପ୍ତ ହୋଇଥାଏ, ଏବଂ **ନେକିଂ** ଆରମ୍ଭ ହୁଏ, ସାମଗ୍ରୀ ଆବାର ଦୁର୍ବଳ ହୋଇଯାଏ ଏବଂ ତାହା ଭାଙ୍ଗି ପଡ଼ିଥାଏ।

**ୟିଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ:** ସେହି ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ ଯେଉଁଥିରେ ସାମଗ୍ରୀ ପ୍ଲାସ୍ଟିକ୍ ବିକୃତିରେ ପରିବର୍ତ୍ତିତ ହେବା ପାଇଁ ନିର୍ବୀକ୍ଷିତ ହୋଇଥାଏ।

**ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ:** ସାମଗ୍ରୀ ଯେତେବେଳେ ତାହାର ଶକ୍ତି ପାଇଁ ଉପରି ସିୟର୍ ଦ୍ୱାରା ଅଦ୍ୟତନ କରାଯାଇଥାଏ ଯାହା ପରେ ଇଂଦା ପ୍ରଧାନ ଶକ୍ତି ନିମିତ୍ତେ ଅଧିକ ମୂଲ୍ୟ ପ୍ରଦାନ କରିଥାଏ।

**ଅଲ୍ଟିମେଟ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ:** ସାମଗ୍ରୀ ଯେତେବେଳେ ତାହାର ଶକ୍ତି ହୋଇଥାଏ, ଚାପ କିମ୍ବା ସିୟର୍ ଆଧାର କରିବା ସାହାଯ୍ୟ କରିଥାଏ।

**ବ୍ରେକିଂ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ:** ସେହି ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ ଯାହା ପରିସ୍ଥିତିରେ ଭାଙ୍ଗିବା ଶକ୍ତିର ସାମଗ୍ରୀ ପ୍ରତି ଦେଖାଯାଏ।

**Stress-strain curve ରେ ଯେଉଁ ସ୍ଥାନରେ ମାଟିରିଅଲ୍ ଭାଙ୍ଗିଯାଏ (rupture), ସେଇ ସ୍ଥାନ ସହିତ ସମ୍ପର୍କିତ ଥିବା stress କୁ rupture stress କୁହାଯାଏ।**

**ଧରନ୍ତୁ, ଆରମ୍ଭିକ ଲମ୍ବ (Initial length) = $L_1$**

**ଅନ୍ତିମ ଲମ୍ବ (Final length) = $L_2$**

**ତେବେ, ଲମ୍ବର ପରିବର୍ତ୍ତନ ($\Delta$L) = $L_2 - L_1$**

**ୟିଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ = ଲୋଡ୍ ସେ ସେହି ସ୍ଥିତିରେ ୟିଲ୍ଡ୍ ପଏଣ୍ଟ / କ୍ରସ-ସେକ୍ସନ୍ ଏରିଆ**

**ଅଲ୍ଟିମେଟ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ = ଅଲ୍ଟିମେଟ୍ ଲୋଡ୍ / କ୍ରସ-ସେକ୍ସନ୍ ଏରିଆ**

**ପ୍ରତିଶତ ଏଲୋଙ୍ଗେସନ୍ = (L1 - L2) / L1 x 100**

| ମୋଟାଇ (ମି.ମି.) | Φ < 20 mm | 20 mm < Φ < 50 mm |
|---|---|---|
| ସର୍ବାଧିକ ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଚାପ (ନ୍ୟୂନତମ) | 410 N/mm² | 410 N/mm² |
| ଇଲ୍ଡ୍ ଚାପ (ନ୍ୟୂନତମ) | 250 N/mm² | 240 N/mm² |
| ବିସ୍ତାରଣ ହାର (ନ୍ୟୂନତମ %) | 23.0% | 23.0% |

ଏହି ତଥ୍ୟ IS 432-1982 ର ତାଲିକା ୧ ଅନୁସାରେ ଦିଆଯାଇଛି।

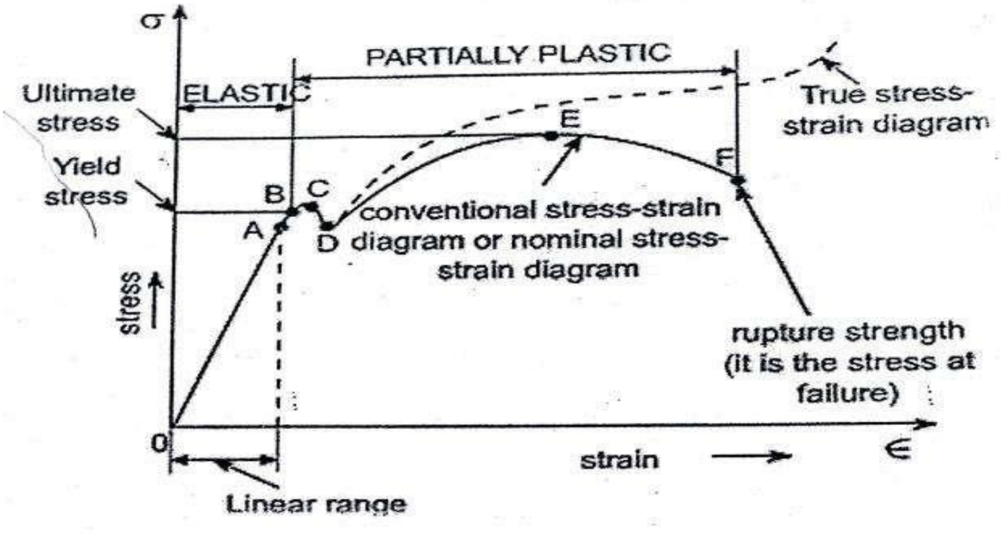
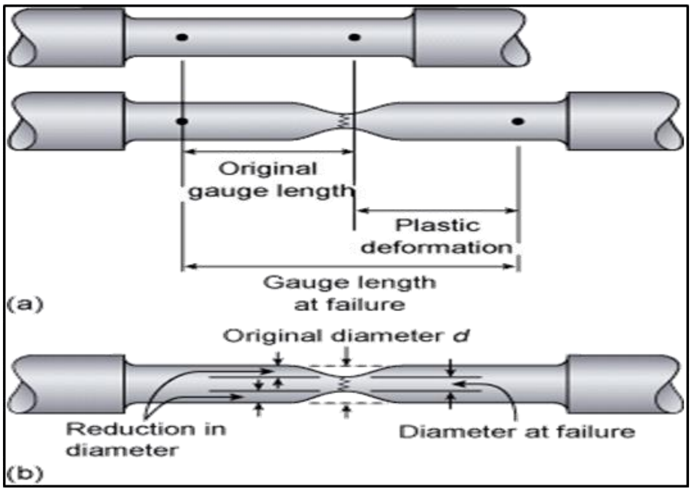



**Figure:** Typical stress-strain curve of mild steel




**PROCEDURE:**

**i)** The sample of dog bones shape specimen was collected and the gauge length was measured by using a measuring scale.

**ii)** The width and thickness of the specimen is to be measured by screw gauge (LC - 0.01mm) and the cross-section area was calculated.

**iii)** Then the dog bone shape specimen was gripped in the UTM and the tensile force was applied to the specimen.

**iv)** The loads in kN were recorded from the recording device at ultimate point and at the yield point.

**v)** Then the stresses were calculated for the corresponding points.

**vi)** The ultimate stress ($f_u$) and the yield stress ($f_y$), were calculated.

**vii)** The stress vs strain curve is prepared.

**ପ୍ରକ୍ରିୟା (PROCEDURE)**

i) ଡଗ୍ ବୋନ୍ ଆକୃତିର ସ୍ପେସିମେନ୍ ଗ୍ରହଣ କରାଯାଇଥିଲା ଏବଂ ଗେଜ୍ ଲେଙ୍ଗ୍ଥକୁ ମାପିବା ପାଇଁ ମେଜିଂ ସ୍କେଲ୍ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଛି।

ii) ସ୍ପେସିମେନ୍ର ବିସ୍ତାର ଏବଂ ମାଓଡିକୁ ସ୍କ୍ରୁ ଗେଜ୍ (LC - 0.01mm) ବ୍ୟବହାର କରି ମାପାଯାଇଛି ଏବଂ କ୍ରସ୍-ସେକ୍ସନ୍ ଏରିଆ ହିସାବ କରାଯାଇଛି।

iii) ପରେ ଡଗ୍ ବୋନ୍ ଆକୃତିର ସ୍ପେସିମେନ୍ UTM ରେ ଗ୍ରିପ୍ କରାଯାଇଛି ଏବଂ ସ୍ପେସିମେନ୍ ପ୍ରତି ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଫୋର୍ସ ଲାଗାଯାଇଛି।

iv) ପ୍ରମୁଖ ଲୋଡ୍ (Peak Load) ଏବଂ ଯିଲ୍ଡ୍ ପଏଣ୍ଟ ରେ ଲୋଡ୍ ରେକର୍ଡ କରାଯାଇଛି।

v) ପରେ ସମ୍ବନ୍ଧିତ ସ୍ଥାନଗତ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ ହିସାବ କରାଯାଇଛି।

vi) ଅଲ୍ଟିମେଟ୍ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ (fu) ଏବଂ ଯିଲ୍ଡ୍ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ (fy) କ୍ଷେତ୍ର ଗଣନା କରାଯାଇଛି।

vii) ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ ଓ ସ୍ଟ୍ରେଇନ୍ କ୍ରଭ୍ କରାଯାଇଛି।

**OBSERVATIONS:**

Width of the dog bone shape specimen (b) in mm Thickness of the dog bone specimen (t) in mm Hence, Cross-sectional area (A) =b x t in $mm^2$ Ultimate Stress (fu)= Peak load/Area in $N/mm^2$

Yield Stress (fy) = Ultimate stress x Factor of safety (**0.67)** in $N/mm^2$

Initial Length ($L_1$ ) = 50 mm

Final Length ($L_2$ ) in mm

Percentage elongation= L2-L1 / L1 x 100

Check, whether Yield stress > 250 $N/mm^2$ and Percentage elongation > 23% Hence if above clause is satisfied, then mild steel is accepted for use.

**ସନ୍ଦର୍ଭ:**

- ଡଗ୍ ବୋନ୍ ଆକୃତି ସ୍ପେସିମେନ୍ ର ଓଡ଼ିକ (b) (mm)
- ସ୍ପେସିମେନ୍ ର ମାଓଡିକ (t) (mm)

ଏହି ପ୍ରକାର:

- କ୍ରସ୍-ସେକ୍ସନ୍ ଏରିଆ (A) = b × t ($mm^2$)
- ଅଲ୍ଟିମେଟ୍ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ (fu) = ପିକ୍ ଲୋଡ୍ / ଏରିଆ ($N/mm^2$)
- ଯିଲ୍ଡ୍ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ (fy) = ଅଲ୍ଟିମେଟ୍ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ × ସେଫ୍ଟି ଫ୍ୟାକ୍ଟର (0.67) ($N/mm^2$)
- ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ଲେଂଥ (L1) = 50 mm
- ଶେଷ ଲେଂଥ (L2) = mm

- ପ୍ରତିଶତ ଏଲୋଙ୍ଗେସନ୍ = (L2 - L1) / L1 × 100

ପରୀକ୍ଷା ଅନୁସାରେ ସାଧାରଣ ନୀତି ଯଦି ସତ୍ୟ ରହିଥାଏ:

ଯିଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ > 250 $N/mm^2$ ଏବଂ ପ୍ରତିଶତ ଏଲୋଙ୍ଗେସନ୍ > 23%

ଯଦି ଉପରେ ଦିଆଯାଇଥିବା ସ୍ତର ସାଥୀକ ହୋଇଥାଏ, ତେବେ ମାଇଲ୍ଡ୍ ସ୍ଟିଲ୍ ସିଭିଲ୍ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହେବାକୁ ଯୋଗ୍ୟ।

**CONCLUSION:**

We have used mild steel coupon of dimensions (250 mm x10 mm x 12 mm) and found that the yield strength and the percentage of elongation are **greater than the permissible values as per Table 1, IS 432-1982**, therefore the mild steel coupon can be used for civil engineering purposes.

**ଉପସଂହାର (CONCLUSION):**

ଆମେ ମାଇଲ୍ଡ୍ ସ୍ଟିଲ୍ କୁପନ୍ (250 mm x 10 mm x 12 mm) ବ୍ୟବହାର କରିଛୁ ଏବଂ ମନେଇଛୁ ଯେ ଯିଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ ଏବଂ ପ୍ରତିଶତ ଏଲୋଙ୍ଗେସନ୍ ଦିଆଯାଇଥିବା ସୀମାରେ ଅଧିକ, ସେହିପରି ସେହି ଆଧାର ଉପରେ ମାଇଲ୍ଡ୍ ସ୍ଟିଲ୍ କୁପନ୍ ସିଭିଲ୍ ଇଞ୍ଜିନିୟରିଂ ପରିପାକରେ ବ୍ୟବହୃତ ହେବାକୁ ଯୋଗ୍ୟ।

## କୁଇଜ୍ (QUIZZES) ଉତ୍ତର

1. Mild steel is a______steel. ମାଇଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ ହେଉଛି କେଉଁ ପ୍ରକାରର ଷ୍ଟିଲ୍?

Ans- Low carbon

**ଉତ୍ତର** – କମ୍ କାର୍ବନ ଷ୍ଟିଲ୍

2. Mild steel is used for_____. ମାଇଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ କେଉଁ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ?

Ans- Structural works in beams, joints and girders

**ଉତ୍ତର** – ବିମ୍ସ୍, ଯୋଇଣ୍ଟ୍ ଏବଂ ଗର୍ଡର ଭିତରେ ସଂରଚନାତ୍ମକ କାମପାଇଁ

3. What will be the unit of tensile stress? ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍‌ର ଏକକ କଣ?

Ans- $N/mm^2$

**ଉତ୍ତର** – $N/mm^2$

4. The ultimate tensile stress of mild steel compared to ultimate compressive stress is ___. ମାଇଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟିଲ୍‌ର ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ ତୁଳନାରେ କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ କେମିତି ଥାଏ?

Ans- More

**ଉତ୍ତର** – ଅଧିକ

5. During a tensile test on a ductile material ___________. ଏକ ଡକ୍ଟାଇଲ୍ ପଦାର୍ଥର ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ?

Ans-True stress at fracture is higher than the ultimate stress.

**ଉତ୍ତର** – ଫ୍ରାକ୍ଚର ସମୟରେ ସତ୍ୟ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍, ଉଲ୍ଟିମେଟ୍ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ ଠାରୁ ଅଧିକ ଥାଏ

6. When equal and opposite forces applied to a body, tend to elongate it, the stress so produced, is called ____. ଯେତେବେଳେ ଗୋଟିଏ ବସ୍ତୁରେ ସମାନ ଓ ବିପରୀତ ଶକ୍ତି ଲାଗୁଥାଏ ଓ ବସ୍ତୁ ଲମ୍ବା ହୁଏ, ଏହି ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ କୁ କଣ କୁହାଯାଏ?

Ans- Tensile stress

**ଉତ୍ତର** – ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍

7. The phenomenon of slow growth of strain under a steady tensile stress is called _____. ଏକ ନିରନ୍ତର ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ ରେ ଧୀରେ ଧୀରେ ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ବୃଦ୍ଧି ପାଇବାକୁ କହାଯାଏ –

Ans- Creeping

**ଉତ୍ତର** – କ୍ରିପିଂ (Creeping)

8. The ultimate tensile stress of mild steel compared to ultimate compressive stress is____. ମାଇଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ର ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍, ତାହାର କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ ଠାରୁ _______.

Ans- More.

**ଉତ୍ତର** – ଅଧିକ

9. A thin mild steel wire is loaded by adding loads in equal increments till it breaks. The extensions noted with increasing loads will behave as under _________. ଗୋଟିଏ ହାଲୁକ ମାଇଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ ତାରକୁ ସମାନ ଧରଣର ଭାର ଲାଗିଥିଲେ ତାହାର ବିସ୍ତାରଣ କେମିତି ହୁଏ?

Ans- Increase rapidly first and then uniformly.

**ଉତ୍ତର** – ପ୍ରଥମେ ତ୍ୱରିତ ବୃଦ୍ଧି ଓ ପରେ ସମ ହାରେ ବୃଦ୍ଧି

10. In a tensile test on mild steel specimen, the breaking stress as compared to ultimate tensile stress is _________ . ଏକ ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ପରୀକ୍ଷାରେ ବ୍ରେକିଂ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ ଓ ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ ରେ ତୁଳନା କଣ?

Ans- Less କମ୍

11. Tensile test can be performed on ____. ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ପରୀକ୍ଷା କେଉଁ ଯନ୍ତ୍ର ଦ୍ୱାରା କରାଯାଏ?

Ans- Universal testing machine ୟୁନିଭର୍ସାଲ୍ ଟେଷ୍ଟିଂ ମେସିନ୍ (UTM)

12. For which purpose UTM is used? UTM କେଉଁ ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟରେ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ?

Ans-UTM is designed to perform tensile, compressive, bend and shear test on materials.

**ଉତ୍ତର** – ଟେନ୍ସାଇଲ୍, କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍, ବେଣ୍ଡ ଓ ଶିୟର ଟେଷ୍ଟ ପାଇଁ

13. In universal testing machine, for a circular section specimen, the gauge length is taken to be ___________. ବୃତ୍ତାକାର ନମୁନା ପାଇଁ UTM ରେ ଗେଜ୍ ଲମ୍ବ କେତେ ହୁଏ?

Ans - 5.65 √A mm

14. The shape of mild steel specimen used in tensile test___ _____. ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ପରୀକ୍ଷା ପାଇଁ ମାଇଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ ନମୁନାର ଆକୃତି?

Ans- Dog bone shape specimen ଡଗ୍ ବୋନ୍ ଆକୃତି

15. The term "Gauge length" refers to______."ଗେଜ୍ ଲମ୍ବ" କ'ଣ?

Ans- The part of a test specimen actually being measured for elongation during a tensile test.

**ଉତ୍ତର** – ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ ଯେଉଁ ଅଂଶର ଲମ୍ବ ମାପାଯାଏ

16. Minimum percentage elongation for mild steel is______. ମାଇଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ ପାଇଁ ନ୍ୟୁନତମ ପ୍ରତିଶତ ବିସ୍ତାରଣ?

Ans-23%

17. Which parameters are actually measured during tensile testing of a specimen using UTM? UTM ଦ୍ୱାରା ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ କେଉଁ ପାରାମିଟର ମାପାଯାଏ?

Ans- Load and elongation ଭାର ଓ ବିସ୍ତାରଣ

18. UTM consists of how many units and what are they? UTM କେତେ ଟି ଇଉନିଟ୍ ରେ ଥାଏ?

Ans- 2 units i.e., Loading unit and Control unit

**ଉତ୍ତର** – 2ଟି (ଲୋଡିଂ ଇଉନିଟ୍ ଓ କଣ୍ଟ୍ରୋଲ୍ ଇଉନିଟ୍)

19. Minimum Proof stress of mild steel is__. ମାଇଲ୍ଡ୍ ଷ୍ଟିଲ୍ର ନ୍ୟୁନତମ ପ୍ରୁଫ୍ ଷ୍ଟ୍ରେସ୍ କେତେ?

Ans-410 $N/mm^2$

20. What does percentage elongation indicate during tensile test? ଟେନ୍ସାଇଲ୍ ପରୀକ୍ଷା ସମୟରେ ପ୍ରତିଶତ ବିସ୍ତାରଣ କ'ଣ ଦର୍ଶାଏ?

Ans- It is measure of ductility of a material

**ଉତ୍ତର** – ଏହା ଏକ ମାପ ଯାହା ଡକ୍ଟିଲିଟି ଦର୍ଶାଏ

###################################

ସଂଶୋଧନ ଅଧୀନରେ

# EXPERIMENT NO: 5 / ପ୍ରୟୋଗ ସଂଖ୍ୟା: 5

**AIM OF THE EXPERIMENT:**

To determine the quality of concrete using non-destructive testing of concrete by Ultrasonic Pulse Velocity method using Pundit lab ultrasonic instrument as per ***IS 13311 p1: 1992.***

**ପ୍ରୟୋଗର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ (AIM OF THE EXPERIMENT)**

**IS 13311 ଭାଗ-୧: 1992** ଅନୁଯାୟୀ Pundit lab ultrasonic instrument ବ୍ୟବହାର କରି ଉଲ୍ଟ୍ରାସୋନିକ୍ ପଲ୍ସ୍ ଭେଲୋସିଟି ପଦ୍ଧତି ଦ୍ୱାରା କଙ୍କ୍ରିଟ୍‌ର ଗୁଣତ୍ତ୍ୱ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରିବା।

**APPARATUS REQUIRED:**

1) Concrete cube
2) Pundit Instrument

**ଆବଶ୍ୟକ ଉପକରଣ (APPARATUS REQUIRED)**

1. କଙ୍କ୍ରିଟ୍ କ୍ୟୁବ୍
2. Pundit ଇନ୍ସଟ୍ରୁମେଣ୍ଟ

**<u>THEORY:</u>**

The ultrasonic pulse velocity test (UPV) is one of the popular methods while one used to obtain information about the interior of the concrete structure with two accessible surfaces (transducers). The most known instrument which we use in lab is Pundit portable ultrasonic instrument (non-destructive digital testing machine). This comes with two transduces and one calibration rod to adjust the reading before test.

One of the important things in this test is having good coupling between the faces of the transduces with concrete surfaces. The concrete surface us an acoustic coupling such as a petroleum jelly.

**ତତ୍ତ୍ୱ (THEORY)**

ଉଲ୍ଟ୍ରାସୋନିକ୍ ପଲ୍ସ୍ ଭେଲୋସିଟି (UPV) ପରୀକ୍ଷଣ ହେଉଛି ଏକ ଜଣାଶୁଣା ନନ୍-ଡିସ୍ଟ୍ରକ୍ଟିଭ୍ ପଦ୍ଧତି ଯାହା ଦ୍ୱାରା କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ଗଠନର ଅନ୍ତର୍ନିହିତ ତଥ୍ୟ ମିଳିଥାଏ ଯେଉଁଠାରେ ଦୁଇଟି ପୃଷ୍ଠ ଉପଲବ୍ଧ ଥାଏ। ଲ୍ୟାବରେ ବ୍ୟବହୃତ ସଂଯନ୍ତ୍ର ହେଉଛି Pundit ପୋର୍ଟେବଲ୍ ଉଲ୍ଟ୍ରାସୋନିକ୍ ଇନ୍ସଟ୍ରୁମେଣ୍ଟ, ଯାହା ଦୁଇଟି ଟ୍ରାନ୍ସଡ୍ୟୁସର ଓ ଗୋଟିଏ କ୍ୟାଲିବ୍ରେସନ୍ ରଡ୍ ସହିତ ଆସେ।

ଏହି ପରୀକ୍ଷାର ଗୁରୁତ୍ୱପୂର୍ଣ୍ଣ ଅଂଶ ହେଉଛି ଟ୍ରାନ୍ସଡ୍ୟୁସର ଓ କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ପୃଷ୍ଠ ମଧ୍ୟରେ ଭଲ coupling ଥିବା। coupling ପାଇଁ ପେଟ୍ରୋଲିଅମ୍ ଜେଲି ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ।

**PROCEDURE:**

1. Switch on the main of machine and apply little amount of jelly to the transduces faces.

2. The reference bar to check was used to calibrate the reading of the instrument.
3. The pulse velocity was determined by providing the measured instruments of the path length between the two transducers.
4. The transducer was pressed hardly onto the concrete opposite surface and it was hold for a while to allow the reading be taken until a consistent reacting appear on the display screen.
5. The stable reading was recorded which is the pulse velocity.

As per IS 13311 p1: 1992

If pulse velocity (v)

- v > 4.5 km/s, it is declared as excellent concrete grade
- 3.5 km/s < v < 4.5 km/s, it is declared as good concrete grade
- 3.0 km/s < v < 3.5 km/s, it is declared as medium concrete grade
- v < 3.0 km/s, it is declared as doubtful concrete grade

**ପ୍ରକ୍ରିୟା (PROCEDURE):**

i) ମେସିନ୍ ଚାଲୁ କରି ଟ୍ରାନ୍ସଡ୍ୟୁସର ମୁଣ୍ଡ ଉପରେ ସାନା ମାତ୍ରା ଜେଲି ଲଗାଯାଏ।

ii) ଇନ୍ସଟ୍ରୁମେଣ୍ଟର ରିଡିଂ କ୍ୟାଲିବ୍ରେଟ୍ କରିବା ପାଇଁ ରେଫରେନ୍ସ ବାର ବ୍ୟବହାର କରାଯାଏ।

iii) ଦୁଇ ଟ୍ରାନ୍ସଡ୍ୟୁସର ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଦୂରତା ମାପି ଭେଲୋସିଟି ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଏ।

iv) ଟ୍ରାନ୍ସଡ୍ୟୁସରକୁ ଏକାପାଖରେ ଥିବା କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ପୃଷ୍ଠ ଉପରେ ଚାପ ଦେଇ ଧରାଯାଏ, ଏବଂ ଏକ ଷ୍ଟେବୁଲ୍ ରିଡିଂ ଆସିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ପକାଯାଏ।

v) ଷ୍ଟେବୁଲ୍ ଭେଲୋସିଟି ରିଡିଂକୁ ରେକର୍ଡ କରାଯାଏ।

**IS 13311 (ଭାଗ-୧): 1992 ଅନୁଯାୟୀ ଗୁଣବତ୍ତା ବିବରଣୀ:**

| Pulse Velocity (v) | Concrete Grade |
|---|---|
| v > 4.5 km/s | ବହୁତ ଉତ୍ତମ (Excellent) |
| 3.5 km/s < v ≤ 4.5 km/s | ଉତ୍ତମ (Good) |
| 3.0 km/s < v ≤ 3.5 km/s | ମଧ୍ୟମ (Medium) |
| v ≤ 3.0 km/s | ସନ୍ଦିଗ୍ଧ (Doubtful) |

**OBSERVATION (ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ):**

| SL.NO<br>**କ୍ରମିକ ସଂଖ୍ୟା** | TIME TAKEN (sec)<br>**ସମୟ ନିଆଯାଇଛି (ସେକେଣ୍ଡରେ)** | VELOCITY (km/s)<br>**ଭେଲୋସିଟି (km/s)** | QUALITY<br>**ଗୁଣବତ୍ତା** |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |

**CONCLUSION:**

From the above experiment it is found out that the above concrete cube has pulse velocity of xxxx km/s which suitable for construction.

**ଉପସଂହାର (CONCLUSION):**

ଉପରି ଉଲ୍ଲେଖିତ ପ୍ରୟୋଗରୁ ପ୍ରମାଣିତ ହୁଏ ଯେ, ଏହି କଙ୍କ୍ରିଟ୍ କ୍ୟୁବ୍‌ର ପଲ୍ସ୍ ଭେଲୋସିଟି **xxxx km/s** ଅଛି, ଯାହା ଗଠନ କାର୍ଯ୍ୟ ପାଇଁ **ଉପଯୋଗଯୋଗ୍ୟ** ଅଟେ।

## କୁଇଜ୍ (QUIZZES) ଉତ୍ତର

1. An ultrasonic pulse velocity test is an ___. Ultrasonic Pulse Velocity Test କଣ ପ୍ରକାରର ଟେଷ୍ଟ?

   Ans-In-situ, non-destructive test

   ଉତ୍ତର: ସ୍ଥଳୀୟ, ଅବିନାଶୀ ଟେଷ୍ଟ (In-situ, non-destructive test)

2. In the UPV test, the strength and quality of concrete or rock is assessed by measuring the __of an ultrasonic pulse. UPV ଟେଷ୍ଟରେ କଂକ୍ରିଟ ଓ ଶିଳାର ଗୁଣ ଓ ଶକ୍ତି କିପରି ମାପାଯାଏ?

   Ans-Velocity

   ଉତ୍ତର: ଅଲ୍ଟ୍ରାସୋନିକ ପ୍ଲସ ର ଗତି ମାପି

3. Mechanical pulse having an oscillation frequency in range of ________. ଏହି ଟେଷ୍ଟରେ ମେକାନିକାଲ ପଲ୍ସର ଅନୁନାଦ ତାରଂଗ ରେଞ୍ଜ କେତେ ଥାଏ?

   Ans-40 kHz to 50 kHz

   ଉତ୍ତର: 40 କିଲୋହର୍ଟ୍ଜ୍ (kHz) ରୁ 50 କିଲୋହର୍ଟ୍ଜ୍

4. When the motion of the particles of a medium are at right angles to the direction of wave motion, the wave being transmitted is called a _______.ଯେତେବେଳେ ମାଧ୍ୟମର କଣିକାମାନଙ୍କର

ଗତି ତରଙ୍ଗ ଗତିର ବିପରୀତ ଦିଗକୁ ଥାଏ, ସେହି ତରଙ୍ଗକୁ କଣ କୁହାଯାଏ?

Ans-Longitudinal wave

ଉତ୍ତର: ଲଂଗିଚ୍ୟୁଡିନାଲ୍ ତରଙ୍ଗ (Longitudinal wave)

5. Ultrasonic testing is done in materials to determine? Ultrasonic testing କଣ ପାଇଁ କରାଯାଏ?

ଉତ୍ତର: ଭିତର ଅଦୃଶ୍ୟ ଦୋଷ/ଫାଟ ଚିହ୍ନଟ ପାଇଁ

6. A concrete sample to be characterized as good quality, its pulse velocity should lie in the range of__________. କଂକ୍ରିଟ ଦ୍ରବ୍ୟକୁ ଭଲ ଗୁଣବତ୍ତା ବୋଲି କୁହିବା ପାଇଁ ତାହାର ଗତି କେଉଁ ରେଞ୍ଜ ମଧ୍ୟରେ ଥିବା ଉଚିତ?

Ans-Cracks/flaws below the surface

ଉତ୍ତର: 3.5 km/s ରୁ 4.5 km/s

7. The difference between pulse velocity obtained by direct method and indirect method may vary from ___________. ଡିରେକ୍ଟ ଏବଂ ଇଣ୍ଡିରେକ୍ଟ ମେଥଡ୍ ଦ୍ୱାରା ମିଳିଥିବା ଗତିର ତଫାତ କେତେ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଥାଇପାରେ?

Ans: 5 to 20 percent

ଉତ୍ତର: 5% ରୁ 20%

8. A minimum path length of ______mm is recommended for the direct transmission method involving one un-moulded surface? ଡିରେକ୍ଟ ଟ୍ରାନ୍ସମିଶନ ମେଥଡ୍ ପାଇଁ ଅନୁଶଂସିତ ନ୍ୟୁନତମ ପାଥ ଲେଂଥ କେତେ?

Ans: 150 mm

ଉତ୍ତର: 150 mm

####################################

ସଂଶୋଧନ ଅଧୀନରେ

# EXPERIMENT NO:6 / ପ୍ରୟୋଗ ସଂଖ୍ୟା:6

**AIM OF THE EXPERIMENT:**

To assess the available compressive strength in concrete using non-destructive testing by Rebound Hammer method as per ***IS 13311 p2: 1992.***

**ପ୍ରୟୋଗର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ (AIM OF THE EXPERIMENT)**

IS 13311 ପ୍ରକାର 2: 1992 ଅନୁସାରେ ନନ-ଡିସ୍ଟ୍ରକ୍ଟିଭ୍ ଟେସ୍ଟିଂ ମେଥଡ୍ ବ୍ୟବହାର କରି କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ର ଉପଲବ୍ଧ କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ୍ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ କରିବା।

**APPARATUS REQUIRED:**

1) Concrete cube
2) Rebound hammer
3) Compression Testing Machine (CTM)

**ଆବଶ୍ୟକ ଉପକରଣ (APPARATUS REQUIRED)**

1. କଙ୍କ୍ରିଟ୍ କ୍ୟୁବ୍
2. ରିବାଉଣ୍ଡ ହ୍ୟାମର
3. କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ଟେସ୍ଟିଂ ମେସିନ୍ (CTM)

**THEORY:**

Various **non-destructive test methods** adopted to evaluate the compressive strength of concrete are:

i) Cone-Cut Test.
ii) Pull-Out Test
iii) Surface Hardness Test
iv) X-Ray Test
v) Electrical Field Test
vi) Ultrasonic Test.
vii) Rebound Hammer Test

The most suitable one is Rebound Hammer (RH) test. The error percentage is less than compared to other methods.

When plunger of the rebound hammer is pressed against concrete surface, the spring-controlled mass rebounds and the extent of rebound depends on the surface hardness of concrete. The surface hardness and hence rebound is related to the compressive strength of concrete. The rebound is read off from the graduated scale and termed as rebound number. The rebound number is correlated to the compressive strength of concrete from the available chart, which

depends on the direction of surface strike with the help of rebound hammer. The chart for taking the rebound hammer reading is available for vertically downward, vertically upward, horizontal plunger movement. Point of impact of RH on cube should be more than 20 mm from the edge of the specimen and distance between two consecutive impact points should be more than 20 mm.

**ତତ୍ତ୍ୱ (THEORY)**

କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ର କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ୍ ମୂଲ୍ୟାଙ୍କନ କରିବା ପାଇଁ ବିଭିନ୍ନ ନନ-ଡିସ୍ଟ୍ରକ୍ଟିଭ୍ ଟେସ୍ଟ ମେଥଡ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ:

1. କୋନ୍-କଟ୍ ଟେସ୍ଟ
2. ପୁଲ୍-ଆଉଟ୍ ଟେସ୍ଟ
3. ସରଫେସ୍ ହାର୍ଡନେସ୍ ଟେସ୍ଟ
4. X-ରେ ଟେସ୍ଟ
5. ିଲେକ୍ଟ୍ରିକାଲ୍ ଫିଲ୍ଡ୍ ଟେସ୍ଟ
6. ଉଲ୍ଟ୍ରାସୋନିକ୍ ଟେସ୍ଟ
7. ରିବାଉଣ୍ଡ ହ୍ୟାମର ଟେସ୍ଟ

ସର୍ବୋତ୍ତମ ମେଥଡ୍ ହେଉଛି ରିବାଉଣ୍ଡ ହ୍ୟାମର୍ (RH) ଟେସ୍ଟ। ଅନ୍ୟ ମେଥଡ୍ ତୁଳନାରେ ଏହାର ତ୍ରୁଟି ପ୍ରତିଶତ କମ୍ ଥାଏ।

ଯେତେବେଳେ ରିବାଉଣ୍ଡ ହ୍ୟାମର୍ ର ପ୍ଲଂଜର୍ କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ସରଫେସ୍ ସହିତ ଚାପିତ ହୁଏ, ସ୍ପ୍ରିଂଗ୍-ନିୟନ୍ତ୍ରିତ ମାସ୍ ସଂପ୍ରତିକ୍ଷେପ୍ କରେ ଏବଂ ଏହି ସଂପ୍ରତିକ୍ଷେପ୍ ସ୍ଥାୟୀ ହେବାର ସୀମା କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ସରଫେସ୍ ହାର୍ଡନେସ୍ ଉପରେ ନିର୍ଭର କରେ। ସରଫେସ୍ ହାର୍ଡନେସ୍ ଏବଂ ଏହି ପରିବର୍ତ୍ତନ ରିବାଉଣ୍ଡ ସହିତ ସମ୍ପର୍କିତ ଥାଏ, ଯାହା କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ର କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ୍ ସହିତ ସମ୍ପର୍କ ରଖିଥାଏ। ରିବାଉଣ୍ଡ ନମ୍ବର୍ ଗ୍ରାଜୁଏଟେଡ୍ ସ୍କେଲ୍ ରୁ ନିକାଲିବାକୁ ପଡ଼େ ଏବଂ ଏହି ନମ୍ବର୍କୁ ରିବାଉଣ୍ଡ ନମ୍ବର୍ ବୋଲି କୁହାଯାଏ। ରିବାଉଣ୍ଡ ନମ୍ବର୍କୁ କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ର କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ୍ ସହିତ ସମ୍ପର୍କିତ କରିବାକୁ ଚାର୍ଟ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରକାଶ କରାଯାଏ, ଯାହା ରିବାଉଣ୍ଡ ହ୍ୟାମର୍ ସହିତ ଲକ୍ଷ୍ୟ ସ୍ଥାନ ଦେଖିବାକୁ ନିର୍ଭର କରେ। ରିବାଉଣ୍ଡ ହ୍ୟାମର୍ ର ନିକାଲିବାକୁ ଚାର୍ଟରେ ସିଧାସଳଖ ନିମ୍ନ, ସିଧାସଳଖ ଉପରେ, ଏବଂ ହରିଜଣ୍ଟାଲ୍ ପ୍ଲଂଜର୍ ଚାଲିବା ପଥରେ ପ୍ରଦାନ କରାଯାଏ।

RH ପଏଁ ପ୍ଲଂଜର୍ ର ପ୍ରଭାବ ପଏଇଁ କଙ୍କ୍ରିଟ୍ କ୍ୟୁବ୍ ସରଫେସ୍ ଉପରେ ରହିଥିବା ପଏଁ ସ୍ଥାନ ଆଉ ଏହି ସ୍ଥାନ ସହ ଚାପ 20 ମିଲିମିଟର୍ ଠାରୁ ଅଧିକ ରହିବା ଦରକାର ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟ ସମ୍ପର୍କ ପ୍ରଭାବ ସ୍ଥାନ ପାଇଁ 20 ମିଲିମିଟର୍ ଠାରୁ ଅଧିକ ଦୂରୀ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ କରାଯିବା ଦରକାର।

**PROCEDURE:**

i) After curing period of concrete cube is over, take out the cube from the curing tank.

ii) Smooth, clean and dry the cube surfaces.

iii)The test cube (150mm*150mm * 150mm) is held under CTM with a fixed stress of 7

$N/mm^2$, so that the cube in the laboratory will not be displaced while pressing the cube with RH plunger.

iv) Around each point of observation, six readings of RH is taken and the average of all these six is interpreted as the result of the test point.

v) Record the rebound number and correlate the number with the available chart and declare the strength of that point on concrete surface.

vi) On one concrete cube surface, nine equal spaced symmetric points are chosen and strength is accessed and average of all is taken.

vii) Similar test is continued on other available cube surfaces.

viii) Average of all is declared and is the compressive strength of concrete cube by RH method.

ix) Then compare the results from rebound hammer test and compressive testing machine.

x) The cube used is made by concrete mix design mix method.

xi) The difference between the compressive strength results obtained from this RH NDT test and destructive test result by crushing the concrete cube under CTM is ±25%.

**ପ୍ରକ୍ରିୟା (PROCEDURE)**

1. କଙ୍କ୍ରିଟ୍ କ୍ୟୁବ୍ ର କ୍ୟୁରିଂ ପିରିଅଡ୍ ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ହେଲେ, କ୍ୟୁବ୍ କୁ କ୍ୟୁରିଂ ଟାଙ୍କ ରୁ ନିକାଲନ୍ତୁ।
2. କ୍ୟୁବ୍ ସରଫେସ୍ ସ୍ମୁଥ୍, ସଫା ଏବଂ ସୁକ୍ଖା କରନ୍ତୁ।
3. ପରୀକ୍ଷା କ୍ୟୁବ୍ (150mm * 150mm * 150mm) କୁ CTM ରେ ଧରି, 7 $N/mm^2$ ର ନିଶ୍ଚିତ ଚାପ ଦିଆଯାଇଛି, ଯାହା ଲାବୋରେଟୋରୀରେ କ୍ୟୁବ୍ ବଦଳିବାକୁ ନାହିଁ।
4. ପ୍ରତିଟି ଅବଲୋକନ ଅଞ୍ଚଳରେ, ରିବାଉଣ୍ଡ ହ୍ୟାମର୍ ର ଛଅ ରିଡିଂ ନିଆଯାଇଥାଏ ଏବଂ ସମସ୍ତ ରିଡିଂର ଔସତ୍ ଫଳାଫଳ ନିକାଲିବାକୁ ପରୀକ୍ଷା କରାଯାଏ।
5. ରିବାଉଣ୍ଡ ନମ୍ବର୍ ରେକର୍ଡ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ଚାର୍ଟ ସହିତ ସମ୍ପର୍କ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସେହି ସ୍ଥାନର କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ୍ କୁ ପ୍ରକାଶ କରନ୍ତୁ।
6. ଏକ କଙ୍କ୍ରିଟ୍ କ୍ୟୁବ୍ ସରଫେସ୍ ଉପରେ ନୋଏ ସମାନ ଅନ୍ତରାଳ ଗତିବିଧି ପଏଇଁ ନବେ ସମାନ ସ୍ଥାନ ଚୟନ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ୍ ଆସେସ୍ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସମସ୍ତ ର ଔସତ୍ ନିକାଲନ୍ତୁ।
7. ଏହିପରି ଦ୍ୱିତୀୟ କଙ୍କ୍ରିଟ୍ କ୍ୟୁବ୍ ର ସରଫେସ୍ ଉପରେ ଏହି ପରୀକ୍ଷା ପୁନରାବୃତ୍ତି କରନ୍ତୁ।
8. ସମସ୍ତ ନିକାଲିବା ଔସତ୍ କୁ କଙ୍କ୍ରିଟ୍ କ୍ୟୁବ୍ କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ସ୍ଟ୍ରେଂଥ୍ ଭାବରେ ପ୍ରକାଶ କରନ୍ତୁ।
9. ପରେ, ରିବାଉଣ୍ଡ ହ୍ୟାମର୍ ଟେସ୍ଟ ଏବଂ କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ଟେସ୍ଟିଂ ମେସିନ୍ (CTM) ର ଫଳାଫଳକୁ ତୁଳନା କରନ୍ତୁ।
10. ଯେଉଁ କ୍ୟୁବ୍ ବ୍ୟବହୃତ ହୋଇଛି ସେଉଁ ସମୟ ମିଶ୍ରିତ ମିଶ୍ରଣ ମେଥଡ୍ ଦ୍ୱାରା କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ମିଶ୍ରଣ ଡିଜାଇନ୍ ସମ୍ପାଦିତ ହୋଇଥାଏ।

11. ରିବାଉଣ୍ଡ ହ୍ୟାମର୍ NDT ଟେଷ୍ଟ ଏବଂ କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ଟେଷ୍ଟ ଫଳାଫଳର ତଫାତ୍ ±25% ହୋଇପାରେ।

**OBSERVATION/ ପରିକ୍ଷଣ:**

| SL.NO. | Rebound Number (RN) | Average Rebound Number | Compressive Strength |
|---|---|---|---|
| Surface 1 of Cube | RN at Point 1 = | | |
| | RN at Point 2 = | | |
| | RN at Point 3 = | | |
| | RN at Point 4 = | | |
| | RN at Point 5 = | | |
| | RN at Point 6 = | | |
| Surface 2 of Cube | RN at Point 1 = | | |
| | RN at Point 2 = | | |
| | RN at Point 3 = | | |
| | RN at Point 4 = | | |
| | RN at Point 5 = | | |
| | RN at Point 6 = | | |
| Surface 3 of Cube | RN at Point 1 = | | |
| | RN at Point 2 = | | |
| | RN at Point 3 = | | |
| | RN at Point 4 = | | |
| | RN at Point 5 = | | |
| | RN at Point 6 = | | |
| Surface 4 of Cube | RN at Point 1 = | | |
| | RN at Point 2 = | | |
| | RN at Point 3 = | | |
| | RN at Point 4 = | | |
| | RN at Point 5 = | | |
| | RN at Point 6 = | | |

- Compressive strength from rebound hammer test (NDT) =_____ N/mm$^2$
- From compressive strength machine, Cube crushing load under CTM is ______N Area of cube = 150 × 150 = 22500 mm$^2$

Compressive strength from destructive test = Cube crushing load / Area of cube (N/mm$^2$)

Difference between above two tests should be **+/- 25%**

- ରିବାଉଣ୍ଡ ହ୍ୟାମର୍ ପରୀକ୍ଷଣ ଦ୍ୱାରା କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ୍ (NDT) = N/mm$^2$
- କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ୍ ମେସିନ୍ ଦ୍ୱାରା,

କ୍ୟୁବ୍ କ୍ରସିଂ ଲୋଡ୍ ଅନ୍ତର୍ଗତ CTM ସହିତ = N

କ୍ୟୁବ୍ ର ଏକେ ଅଞ୍ଚଳ = 150 × 150 = 22500 mm$^2$

ଡିସ୍ଟ୍ରକ୍ଟିଭ୍ ପରୀକ୍ଷଣ ଦ୍ୱାରା କମ୍ପ୍ରେସିଭ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ୍ = କ୍ୟୁବ୍ କ୍ରସିଂ ଲୋଡ୍ / କ୍ୟୁବ୍ ଏକେ ଅଞ୍ଚଳ (N/mm$^2$)

➢ ଉପରୋକ୍ତ ଦୁଇ ପରୀକ୍ଷଣ ମଧ୍ୟରେ ପ୍ରଥମ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟ ପରୀକ୍ଷଣରେ ପ୍ରତିଫଳରେ ବ୍ୟତିକ୍ରମ ହେବା ଚାହିଁତି ±25% ସୀମାରେ ହେବା ଦରକାର।

**CONCLUSION:**

The test result using non-destructive technique adopting rebound hammer test is acceptable as the difference between this result and that using compressive testing machine is well within +/- 25%.

**ଉପସଂହାର (CONCLUSION):**

ନନ୍-ଡିସ୍ଟ୍ରକ୍ଟିଭ୍ ପରୀକ୍ଷଣ ପଦ୍ଧତି ବ୍ୟବହାର କରି ରିବାଉଣ୍ଡ ହ୍ୟାମର୍ ପରୀକ୍ଷଣ ଦ୍ୱାରା ପ୍ରାପ୍ତ ହୋଇଥିବା ପରୀକ୍ଷଣ ପରିଣାମ ସଂତୋଷଜନକ ଅଟୁଟ ଥିବା ସାର୍ବକାଳିକ ଆବଶ୍ୟକତା ପୂରଣ କରେ, ଯେହେତୁ ଏହାର ପ୍ରଥମ ଏବଂ ଦ୍ୱିତୀୟ ପରୀକ୍ଷଣର ଫଳାଫଳ ପ୍ରତିଫଳରେ ±25% ଭିତରେ ସ୍ଥିତି ଅଛି।

**କୁଇଜ୍ (QUIZZES) ଉତ୍ତର**

**1. What is non-destructive test? Non-destructive test କ'ଣ?**

**Ans-** Non-destructive tests are applications for detecting flaws in materials without impairing their usefulness.

**ଉତ୍ତର**: ନନ୍-ଡିସ୍ଟ୍ରକ୍ଟିଭ୍ ପରୀକ୍ଷଣଗୁଡିକ ଅଗ୍ରହଣ ବିନା ସାମଗ୍ରୀର ତ୍ରୁଟିଗୁଡିକୁ ଚିହ୍ନଟ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ, ଯାହା ସାମଗ୍ରୀର ବ୍ୟବହାରିକତାକୁ କ୍ଷତି କରେ ନାହିଁ।

**2. What is a destructive test? Destructive test କ'ଣ?**

**Ans-**Destructive tests are applications for detecting flaws that impair the use of the materials such as pressure testing.

**ଉତ୍ତର**: ଡିସ୍ଟ୍ରକ୍ଟିଭ୍ ପରୀକ୍ଷଣଗୁଡିକ ତ୍ରୁଟି ଚିହ୍ନଟ କରିବା ପାଇଁ ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ, ଯାହା ସାମଗ୍ରୀର ବ୍ୟବହାରିକତାକୁ କ୍ଷତି କରେ, ଯଥା ପ୍ରେସର୍ ଟେସ୍ଟିଂ।

3. **What are the disadvantages of Rebound Hammer Test? Rebound Hammer Test ର ଅବସ୍ଥାନଗତ କ୍ଷତି କ'ଣ?**

**Ans-** Flaws cannot be detected with accuracy

**ଉତ୍ତର**: ତ୍ରୁଟିଗୁଡିକୁ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ଚିହ୍ନଟ କରିବାକୁ ସମର୍ଥ ନୁହେଁ।

**4. Mention the factors influencing rebound hammer test? Rebound Hammer Test କୁ ପ୍ରଭାବିତ କରୁଥିବା ତତ୍ତ୍ୱ କ'ଣ?**

Ans: Type of cement, Type of aggregate, Curing and age of concrete, Surface condition and nature content.

**ଉତ୍ତର**: ସିମେଣ୍ଟ ପ୍ରକାର, ଏଗ୍ରେଗେଟ ପ୍ରକାର, ସାମଗ୍ରୀର କ୍ୟୁରିଂ ଓ ବୟସ, ସାମଗ୍ରୀର ସତହ ସ୍ଥିତି ଓ ପ୍ରକୃତିକ ସାମଗ୍ରୀର ସାଧାରଣ ସଂଗ୍ରହ।

**5. What is the principle of rebound hammer test? Rebound Hammer Test ର ସିଦ୍ଧାନ୍ତ କ'ଣ?**

**Ans:** Rebound hammer test is based on the principle that the rebound of the elastic mass depends on the hardness of the concrete surface against which the mass strikes. When the plunger of the rebound hammer is pressed against concrete surface the spring-controlled mass of the hammer rebounds.

**ଉତ୍ତର**: Rebound Hammer Test ର ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ହେଉଛି, ଯେତେବେଳେ Rebound Hammer ର ପ୍ଲଞ୍ଜର୍ ସାମଗ୍ରୀର ସତହରେ ପ୍ରେସ୍ କରାଯାଏ, ତାହାର ଆନ୍ତରିକ ଏଲାସ୍ଟିକ୍ ମାସ୍ ପ୍ରତିବିମ୍ବିତ ହୁଏ। ସାମଗ୍ରୀର ସତହ ହାର୍ଡନେସ୍ ଉପରେ ଏହି ପ୍ରତିବିମ୍ବ ନିର୍ଭର କରେ।

**6. What is rebound index? Rebound Index କ'ଣ?**

**Ans:** The rebound value read from the graduated scale of rebound hammer is called rebound index.

**ଉତ୍ତର**: Rebound Hammer ର ଗ୍ରାଜୁଆଟେଡ୍ ସ୍କେଲ୍ ଠାରୁ ପଢ଼ିବା ପାଇଁ ଯେ ନମ୍ବର୍ ମିଳିଥାଏ, ସେଥିକୁ Rebound Index ବୋଲି କୁହାଯାଏ।

####################################

ସଂଶୋଧନ ଅଧୀନରେ

## EXPERIMENT NO: 7 / ପ୍ରୟୋଗ ସଂଖ୍ୟା: 7

**AIM OF THE EXPERIMENT:**

To perform the M25 concrete mix design in accordance with ***IS 10262:2019.***

**ପ୍ରୟୋଗର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ (Aim of the Experiment):**

ଆଇଏସ୍ ୧୦୨୬୨:୨୦୧୯ (IS 10262:2019) ଅନୁଯାୟୀ M25 କଂକ୍ରିଟ ମିକ୍ସ ଡିଜାଇନ କରିବା।

**APPARATUS REQUIRED:**

1) Concrete making materials: Cement, Fine aggregate, Coarse aggregate, Water, Superplasticizer
2) Concrete Mixer
3) Slump cone with tamping rod
4) Cube moulds

**ଆବଶ୍ୟକ ଉପକରଣ:**

1. କଂକ୍ରିଟ ତିଆରି ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ଉପାଦାନ: ସିମେଣ୍ଟ, ସୂକ୍ଷ୍ମ ଜଳାଶୟ (Fine Aggregate), ମାଟିଆ ଗୁଣ୍ଡ (Coarse Aggregate), ପାଣି, ସୁପରପ୍ଲାଷ୍ଟିସାଇଜର
2. କଂକ୍ରିଟ ମିକ୍ସର
3. ସ୍ଲମ୍ପ କୋନ୍ ଓ ଟ୍ୟାମ୍ପିଂ ରଡ
4. କ୍ୟୁବ୍ ଢାଞ୍ଚା (Moulds)

**THEORY / ସିଦ୍ଧାନ୍ତ**

**1. STIPULATIONS FOR PROPORTIONING / ଅନୁପାତ ନିର୍ଣ୍ଣୟ ପାଇଁ ଦିଆଯାଇଥିବା ସୂଚନା**

a) Grade designation: M25
ଗ୍ରେଡ୍: M25

b) Type of cement: OPC 43 conforming to IS 8112
ସିମେଣ୍ଟ ପ୍ରକାର: OPC 43 (IS 8112 ଅନୁଯାୟୀ)

c) Maximum nominal size of aggregate: 20 mm
ମାକ୍ସିମମ ଆକାର ଅଗ୍ରେଗେଟ୍: 20 mm

d) Exposure conditions as per Table 3 & 5 of IS 456: Moderate (for reinforced concrete)
ଘନତା ସ୍ଥିତି: ମଧ୍ୟମ (Moderate) (IS 456 ର ତାଲିକା 3 ଏବଂ 5 ଅନୁଯାୟୀ)

e) Workability: 75 mm (slump)
କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମତା (ସ୍ଲମ୍ପ): 75 mm

f) Method of concrete placing: Chute (Non pumpable)

ଥିବା ପଦ୍ଧତି: ଚୁଟ୍ (ପମ୍ପଯୋଗ୍ୟ ନୁହେଁ)

g) Degree of site control: Good

ସ୍ଥାନୀୟ ନିୟନ୍ତ୍ରଣ: ଉତ୍ତମ

h) Type of aggregate: Crushed angular aggregate

ଅଗ୍ରେଗେଟ୍ ପ୍ରକାର: ଚୂର୍ଣ୍ଣ କୋଣିଆ

j) Maximum cement content (excluding fly ash): 450 kg/m³

ସିମେଣ୍ଟର ସର୍ବାଧିକ ମାପ: 450 kg/m³

k) Chemical admixture type: Superplasticizer - normal

ରାସାୟନିକ ଅଡମିକ୍ସଚର୍ ପ୍ରକାର: ସାଧାରଣ ସୁପରପ୍ଲାଷ୍ଟିସାଇଜର୍

**2. TEST DATA FOR MATERIALS / ଉପାଦାନ ସମ୍ପର୍କିତ ପରୀକ୍ଷା ତଥ୍ୟ**

a) Cement used: OPC 43 conforming to IS 8112

ବ୍ୟବହୃତ ସିମେଣ୍ଟ: OPC 43 (IS 8112 ଅନୁଯାୟୀ)

b) Specific gravity of cement: 3.15 (assumed)

ସିମେଣ୍ଟର ବିଶିଷ୍ଟ ଗୁରୁତ୍ୱ: 3.15 (ଧରାଯାଉ)

c) Chemical admixture: Superplasticizer conforming to IS 9103

ରାସାୟନିକ ମିଶ୍ରକ: IS 9103 ଅନୁଯାୟୀ ସୁପରପ୍ଲାଷ୍ଟିସାଇଜର

d) Specific gravity:

1. Coarse aggregate (SSD condition): 2.68 (assumed)

   ମୋଟ ଥୋକ (SSD ଅବସ୍ଥା): 2.68 (ଧରାଯାଉ)

2. Fine aggregate (SSD condition): 2.65 (assumed)

   ସୂକ୍ଷ୍ମ ଥୋକ (SSD ଅବସ୍ଥା): 2.65 (ଧରାଯାଉ)

3. Chemical admixture: 1.11 (assumed)

   ରାସାୟନିକ ମିଶ୍ରକ: 1.11 (ଧରାଯାଉ)

e) Water absorption:

1. Coarse aggregate: 0.5%

   ମୋଟ ଥୋକ: 0.5 ଶତାଂଶ

2. Fine aggregate: 1.0%

   ସୂକ୍ଷ୍ମ ଥୋକ: 1.0 ଶତାଂଶ

f) Moisture content (as per IS 2386 Part 3):

1. Coarse aggregate: Nil

   ମୋଟ ଥୋକ: ଶୂନ୍ୟ

2. Fine aggregate: Nil

   ସୂକ୍ଷ୍ମ ଥୋକ: ଶୂନ୍ୟ

g) Sieve analysis:

1. Coarse aggregate: 20 mm down and 10 mm down, 50% each

   ମୋଟ ଥୋକ: 20 mm ଓ 10 mm ନାମମାତ୍ରିକ ଆକାର, ପ୍ରତିଟି 50%

(IS 383–2016 ଅନୁଯାୟୀ ଉତ୍ତୀର୍ଣ୍ଣ ପ୍ରତିଶତ ଟିପ୍ପଣୀ ସହ ସଂଯୁକ୍ତ)

2. Fine aggregate: Zone II conforming to IS 383:2016 Table 9

   ସୂକ୍ଷ୍ମ ଧାତୁ: IS 383-2016 ର ତାଲିକା 9 ର ଶ୍ରେଣୀବିଭାଜନ ଅଞ୍ଚଳ-୨ ସହ ସମ୍ମତି ରଖିଥାଏ

| **IS Sieve Size (IS ସିଭ୍ ଆକାର)** | **Analysis of Coarse Aggregate Fraction (Percentage Passing)କୋଅର୍ସ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ର ଅନୁପାତ (ଅଂଶଗତ ଅତିକ୍ରମ %)** | | **Percentage of Different Fraction (Blending Ratio)ବିଭିନ୍ନ ଅଂଶର ମିଶ୍ରଣ ଅନୁପାତ (%)** | | | **Recommended Passing as per IS 383:2016 for 20 mm Graded AggregatesIS 383:2016 ଅନୁଯାୟୀ 20 mm ଗ୍ରେଡେଡ୍ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ପାଇଁ ପରାମର୍ଶ ଅଂଶ** | **Remarksଟିପ୍ପଣୀ** |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 20 – 10 mm | 10 – 4.75 mm | 20 – 10 mm (50%) | 10 – 4.75 mm (50%) | Combined Percentage Passingମିଶ୍ର ଅତିକ୍ରମ (%) | | Conforming to graded aggregates of 20 mm nominal size20 mm ଗ୍ରେଡେଡ୍ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ଅନୁଯାୟୀ ସମନ୍ୱୟ Within limitସୀମା ମଧ୍ୟରେ ଅଛି |
| **20 mm** | 100 | 100 | 50 | 50 | 100 | 90 – 100 | |
| **10 mm** | 0 | 76.28 | 0 | 38.14 | 38.14 | 25 – 55 | |
| **4.75 mm** | | 2.4 | | 1.2 | 1.2 | 0 – 10 | |

**3. TARGET MEAN STRENGTH CALCULATION / ମିଶ୍ରଣ ଅନୁପାତ ନିର୍ଦ୍ଧାରଣ ପାଇଁ ଲକ୍ଷ୍ୟ ଦାବ ଶକ୍ତି**$f'ck = fck + 1.65 \times S$

or / ଅଥବା

$f'ck = fck + X$

Whichever is higher (Cl. 4.2 of IS 10262:2019) / ଯେଉଁଠି ଉଚ୍ଚ ମୂଲ୍ୟ ରହିଥାଏ, ତାହା ଗ୍ରହଣ କରିବାକୁ

(IS 10262:2019 ର କ୍ଲଜ୍ 4.2)

Where / ଏଠି:

- **f'ck** = Target average compressive strength at 28 days / 28 ଦିନରେ ଲକ୍ଷ୍ୟ ସାଧାରଣ ଦାବ ଶକ୍ତି
- **fck** = Characteristic compressive strength at 28 days / 28 ଦିନରେ ବୈଶିଷ୍ଟ୍ୟଗତ ଦାବ ଶକ୍ତି
- **S** = Standard deviation / ମାନକ ଅପଚୟ
- **X** = Factor based on grade of concrete / କଂକ୍ରିଟ ଗ୍ରେଡ୍ ଉପରେ ଆଧାରିତ ଏକ ଘାତକ

From Table 2 of IS 10262:2019, S = 4 N/mm²

IS 10262:2019 ର ତାଲିକା 2 ଅନୁଯାୟୀ, S = 4 N/mm²

From Table 1 of IS 10262:2019, X = 5.5

IS 10262:2019 ର ତାଲିକା 1 ଅନୁଯାୟୀ, X = 5.5

Now calculating target strength using both formulas / ଦୁଇ ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ ଲକ୍ଷ୍ୟ ଶକ୍ତି ଗଣନା:

a) f'ck = fck + 1.65 × S = 25 + 1.65 × 4 = 31.6 N/mm²

b) f'ck = fck + X = 25 + 5.5 = 30.5 N/mm²

Since 31.6 > 30.5, adopt 31.6 N/mm²

ଉଚ୍ଚ ମୂଲ୍ୟ ଗ୍ରହଣ କରାଯିବ, ତେଣୁ ଲକ୍ଷ୍ୟ ଶକ୍ତି 31.6 N/mm² ହେବ

## 4. APPROXIMATE AIR CONTENT / ଆନୁମାନିକ ବାୟୁ ସାମଗ୍ରୀ

From Table 3; Cl. 5.2 of IS 10262:2019, the approximate amount of entrapped air in normal (non-air-entrained) concrete is **1.0%** for 20 mm nominal maximum size aggregate.

IS 10262:2019 ର ତାଲିକା 3; କ୍ଲଜ୍ 5.2 ଅନୁଯାୟୀ, ସାଧାରଣ (ବାୟୁ-ନିଯୁକ୍ତ ନୁହେଁ) କଂକ୍ରିଟରେ ଅନୁମାନିତ ବନ୍ଧା ବାୟୁର ପରିମାଣ **1.0 ପ୍ରତିଶତ** ଅଟିଛି (20 mm ନାମମାତ୍ରିକ ସର୍ବାଧିକ ଆକାର ଥିବା ଅଗ୍ରେଗେଟ ପାଇଁ)।

## 5. SELECTION OF WATER-CEMENT RATIO / ପାଣି-ସିମେଣ୍ଟ ଅନୁପାତର ଚୟନ

From Fig. 1 of IS 10262:2019, for a target strength of **31.6 N/mm²**, the free water-cement ratio is **0.47** for OPC 43 grade curve.

IS 10262:2019 ର ଚିତ୍ର 1 ଅନୁଯାୟୀ, 31.6 N/mm² ଲକ୍ଷ୍ୟ ଶକ୍ତି ପାଇଁ OPC 43 ଗ୍ରେଡ୍ କର୍ଭ ପାଇଁ ଆବଶ୍ୟକ ମୁକ୍ତ ପାଣି-ସିମେଣ୍ଟ ଅନୁପାତ **0.47** ଅଟିଛି।

This is less than the maximum value of **0.50** prescribed for 'moderate' exposure in Table 5 of IS 456:2000.

ଏହା IS 456 ର ତାଲିକା 5 ଅନୁଯାୟୀ 'ମଧମ' ପ୍ରକ୍ଷେପଣ ପାଇଁ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ଅଧିକତମ ମୂଲ୍ୟ **0.50** ଠାରୁ କମ୍ ଅଟିଛି।

Hence, **0.47 < 0.50**, so the selection is **OK**.

**0.47** < **0.50**, ତେଣୁ ଏହି ଚୟନ **ଠିକ୍ ଅଟିଛି।**

## 6. SELECTION OF WATER CONTENT / ପାଣି ମାତ୍ରାର ଚୟନ

- From Table 4 of IS 10262:2019, for 20 mm aggregate and 50 mm slump, the water content = **186 kg/m³**

**IS 10262:2019 ର ତାଲିକା 4 ଅନୁଯାୟୀ, 20 ମି.ମି. ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ଏବଂ 50 ମି.ମି. ସ୍ଲମ୍ ପାଇଁ ପାଣି ମାତ୍ରା = 186 କି.ଗ୍ରା/ମ³**

- For 75 mm slump, increase water content by 3% for every 25 mm slump increase (Clause 5.3):

**75 ମି.ମି. ସ୍ଲମ୍ ପାଇଁ, ପ୍ରତ୍ୟେକ 25 ମି.ମି. ବୃଦ୍ଧି ଉପରେ 3% ବୃଦ୍ଧି କରାଯିବ (କ୍ଲଜ୍ 5.3)**

Water Content=186+(3×186)/100=191.58 kg/m3

With superplasticizer (1.0% of cement weight), assume 22% reduction in water (Clause 5.3):

ସୁପରପ୍ଲାସ୍ଟିସାଇଜର୍ ବ୍ୟବହାର (ସିମେଣ୍ଟ ଭାରର 1.0%) ସହିତ, ପାଣି ମାତ୍ରାରେ 22% କମିବା ବିବେଚନା (କ୍ଲଜ୍ 5.3)

Reduced Water Content=191.58×0.78=149.43≈150 kg/m3

## 7. CALCULATION OF CEMENT CONTENT/ ସିମେଣ୍ଟ ମାତ୍ରାର ହିସାବ

- **Given:** Water-cement ratio = 0.47

ଦିଆଯାଇଛି: ପାଣି-ସିମେଣ୍ଟ ଅନୁପାତ = 0.47

- **Cement content:**

**Cement=150/0.47=319.14≈320 kg/m3**

**From Table 5 of IS 456:2000, minimum cement for moderate exposure = 300 kg/m³**

IS 456 ର ତାଲିକା 5 ଅନୁଯାୟୀ, ମଧ୍ୟମ ପ୍ରକୃତି ପ୍ରବେଶ ପାଇଁ ଅନୁନ୍ନତ ସିମେଣ୍ଟ ମାତ୍ରା = 300 କି.ଗ୍ରା/ମ³

- **Since 320 > 300,** OK

ଏହିଥିରେ 320 > 300 ଅଟେ, ତେଣୁ ଏହା ସଠିକ୍ ଅଟକିଛି।

## 8. PROPORTION OF VOLUME OF COARSE AGGREGATE AND FINE AGGREGATE/ କୋଅର୍ସ ଏବଂ ଫାଇନ୍ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ର ଭଲ୍ୟୁମ୍ ଅନୁପାତ

- From Table 5 of IS 10262:2019, for 20 mm aggregate and Zone II sand with w/c = 0.50:

IS 10262:2019 ର ତାଲିକା 5 ଅନୁଯାୟୀ, 20 ମି.ମି. ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ଏବଂ ଜୋନ୍-II ରେତଅପାଇଁ ପାଣି-ସିମେଣ୍ଟ ଅନୁପାତ 0.50 ରେ କୋଅର୍ସ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ର ଭଲ୍ୟୁମ୍ = 0.62

- For w/c = 0.47 (lower than 0.50), increase coarse aggregate volume by 0.01 for every 0.05 decrease:

w/c = 0.47 ରେ, 0.50 ଠାରୁ କମ୍ ହେଉଥିବାରୁ ପ୍ରତି 0.05 କମ୍ ପାଇଁ 0.01 ବୃଦ୍ଧି କରାଯିବା ନିୟମ ଅନୁଯାୟୀ

Corrected coarse aggregate volume=0.62+0.01=0.626

Fine aggregate volume=1−0.626=0.374

9. MIX CALCULATIONS / **ମିକ୍ସ ହିସାବ**

The mix calculations per unit volume of concrete shall be as follows:

ଏକାକି ସେମେଣ୍ଟ ବ୍ୟବହାର ପ୍ରତି ସମ୍ମିଳିତ ଏକକ ଆୟତନ ସ୍ଥାପିତ ହେବାକୁ ପ୍ରସ୍ତାବିତ ହେଉଛି:

a) Total Volume / ସମୁଦାୟ ଆୟତନ = 1 $m^3$

b) Volume of entrapped air / ଆକ୍ଷେପ୍ତ ଏୟାର୍ ଆୟତନ = 0.01 $m^3$

c) Volume of Cement / ସିମେଣ୍ଟ ର ଆୟତନ

= (Mass of cement / Specific gravity of cement) × (1/1000)

= (320 / 3.15) × (1 / 1000) = 0.102 $m^3$

d) Volume of Water / ପାଣିର ଆୟତନ

= (Mass of water / Specific gravity of water) × (1 / 1000)

= (150 / 1) × (1 / 1000) = 0.150 $m^3$

e) Volume of Chemical Admixture (Superplasticizer)

/ ରାସାୟନିକ ଆଡ୍ମିକ୍ସ ର ଆୟତନ (ସୁପରପ୍ଲାସ୍ଟିକାଇଜର)

= (3.20 / 1.11) × (1 / 1000) = 0.0029 $m^3$

g) Volume of All-in Aggregate / ସମସ୍ତ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ଆୟତନ

= [(a - b) - (c + d + e)]

= (1 - 0.01) - (0.102 + 0.150 + 0.0029)

= 0.735 $m^3$

h) Mass of Coarse Aggregate / କୋଅର୍ସ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ର ମାସ

= 0.735 × 0.626 × 2.68 × 1000 = 1233.09 kg/$m^3$ ≈ 1233 kg/$m^3$

j) Mass of Fine Aggregate / ଫାଇନ୍ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ର ମାସ

= 0.735 × 0.374 × 2.65 × 1000 = 728.45 kg/$m^3$ ≈ 729 kg/$m^3$

MIX PROPORTIONS FOR TRIAL NO. 1 **/ ପ୍ରଥମ ପରୀକ୍ଷଣ ପାଇଁ ମିକ୍ସ ଅନୁପାତ**

- Cement / ସିମେଣ୍ଟ = 320 kg/$m^3$
- Water / ପାଣି = 150 kg/$m^3$
- Fine Aggregate (SSD) / ଫାଇନ୍ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ (SSD) = 729 kg/$m^3$

- Coarse Aggregate (SSD) / କୋଅର୍ସ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ (SSD) = 1233 kg/m³
- Chemical Admixture / ରାସାୟନିକ ଆଡ୍ମିକ୍ସ = 3.20 kg/m³
- Free Water-Cement Ratio / ଫ୍ରୀ ପାଣି-ସିମେଣ୍ଟ ଅନୁପାତ = 0.47

ADJUSTMENTS FOR DRY AGGREGATES / ଶୁଷ୍କ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ପାଇଁ ସମଯୋଜନ

a) Fine Aggregate (Dry) / ଫାଇନ୍ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ (ଶୁଷ୍କ)

$= 729 / [1 + (1 / 100)] = 721.78 \text{ kg/m}^3 \approx 722 \text{ kg/m}^3$

b) Coarse Aggregate (Dry) / କୋଅର୍ସ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ (ଶୁଷ୍କ)

$= 1233 / [1 + (0.5 / 100)] = 1226.86 \text{ kg/m}^3 \approx 1227 \text{ kg/m}^3$

Additional Water Required / ଅତିରିକ୍ତ ପାଣି ଆବଶ୍ୟକତା:

1. For Coarse Aggregate / କୋଅର୍ସ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ପାଇଁ = 1233 – 1227 = 6 kg
2. For Fine Aggregate / ଫାଇନ୍ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ ପାଇଁ = 729 – 722 = 7 kg

Total Water Requirement / ମୋଟ ପାଣି ଆବଶ୍ୟକତା

$= 150 + 6 + 7 = 163 \text{ kg/m}^3$

MIX PROPORTIONS AFTER ADJUSTMENT / ସମଯୋଜନ ପରେ ମିକ୍ସ ଅନୁପାତ

- Cement / ସିମେଣ୍ଟ = 320 kg/m³
- Water (to be added) / ପାଣି (ଯୋଗ କରାଯିବା) = 163 kg/m³
- Fine Aggregate (Dry) / ଫାଇନ୍ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ (ଶୁଷ୍କ) = 722 kg/m³
- Coarse Aggregate (Dry) / କୋଅର୍ସ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ (ଶୁଷ୍କ) = 1227 kg/m³
- Chemical Admixture / ରାସାୟନିକ ଆଡ୍ମିକ୍ସ = 3.20 kg/m³
- Free Water-Cement Ratio / ଫ୍ରୀ ପାଣି-ସିମେଣ୍ଟ ଅନୁପାତ = 0.47

**PROCEDURE:**

1. Calculate materials required so as to cast three cubes as per above proportioning
2. Mix the material together in the concrete mixer
3. Grease the cubes moulds
4. After concrete is prepared, test the workability using slump cone test
5. Pour the concrete in the cube moulds in three layers, each tamped by 25 times
6. Next day demould the cubes and immerse them in curing tank so as to ensure 28 days of curing from day od casting
7. After 28 days, bring cubes from curing tank, make them clean and dry
8. Test them under CTM and average strength is compared with that obtained from RH NDT test

**ପ୍ରକ୍ରିୟା (Procedure):**

1. ପରିମାଣରେ ତିନିଟି କ୍ୟୁବ୍ କାଷ୍ଟ କରିବା ପାଇଁ ଉପକରଣଗୁଡିକ ହିସାବ କରନ୍ତୁ ଯାହା ପୂର୍ବରୁ ଉଲ୍ଲେଖ କରାଯାଇଛି।

2. ସମସ୍ତ ଉପକରଣଗୁଡିକୁ କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ମିକ୍ସର୍‌ରେ ମିଶାନ୍ତୁ।

3. କ୍ୟୁବ୍ ମୋଲ୍ଡ୍‌ଗୁଡିକୁ ଗ୍ରିସ୍ ଲାଗାନ୍ତୁ।

4. କଙ୍କ୍ରିଟ୍ ପ୍ରସ୍ତୁତ ହେଲାପରେ, ୱର୍କବିଲିଟି ଟେସ୍ଟ କରିବାକୁ ସ୍ଲମ୍ପ କୋନ୍ ଟେସ୍ଟ କରନ୍ତୁ।

5. କ୍ୟୁବ୍ ମୋଲ୍ଡ୍‌ଗୁଡିକୁ ତିନିଟି ପର୍ଯ୍ୟାୟରେ ପୂରଣ କରନ୍ତୁ, ପ୍ରତ୍ୟେକ ପର୍ଯ୍ୟାୟକୁ 25 ସମୟ ଟ୍ୟାମ୍ପ୍ କରନ୍ତୁ।

6. ପରେ ସେହି ଦିନ ଉପରେ କ୍ୟୁବ୍‌ଗୁଡିକୁ ଡିମୋଲ୍ଡ୍ କରି କ୍ୟୁରିଙ୍ଗ୍ ଟ୍ୟାଙ୍କରେ ଭଜନ କରନ୍ତୁ, ଯାହା ନିଶ୍ଚିତ କରିବା ପାଇଁ ଯେ 28 ଦିନ ଦ୍ୱାରା କ୍ୟୁରିଂ କରାଯିବ।

7. 28 ଦିନ ପରେ, କ୍ୟୁବ୍‌ଗୁଡିକୁ କ୍ୟୁରିଙ୍ଗ୍ ଟ୍ୟାଙ୍କରୁ ନେଇ ତାହାକୁ ସଫା କରି ସୁକା କରନ୍ତୁ।

8. ସେଗୁଡିକୁ CTM ଅନ୍ତର୍ଗତ ଟେସ୍ଟ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସାଧାରଣ ଶକ୍ତି ରହିଥିବା ମୂଲ୍ୟକୁ RH NDT ଟେସ୍ଟରେ ଅଧିକାରୀ କରନ୍ତୁ।

**OBSERVATION/ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ (After 28 days):**

| Cube<br>କ୍ୟୁବ୍ | Load (KN)<br>ଭାର (KN) | Area ($mm^2$)<br>ଅଞ୍ଚଳ ($mm^2$) | Cube Compressive Strength ($N/mm^2$)<br>ଘନ ସଙ୍କୋଚନ ଶକ୍ତି (N/mm2) | Average Compressive Strength ($N/mm^2$)<br>ହାରାହାରି ସଙ୍କୋଚନ ଶକ୍ତି (N/mm2) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | $150^2$ | | |
| 2 | | $150^2$ | | |
| 3 | | $150^2$ | | |

**CONCLUSION:**

It is thus found from the compressive strength test that the mean target strength after 28days is achieved. It can be said that concrete is of good quality and has desired strength.

**ଉପସଂହାର:** ଏହିପରି, ସଂକୋଚକ ଶକ୍ତି ପରୀକ୍ଷଣରୁ ଏହା ପ୍ରମାଣିତ ହେଉଛି ଯେ 28 ଦିନ ପରେ ଲକ୍ଷ୍ୟ ଶକ୍ତି ପ୍ରାପ୍ତ ହୋଇଛି। ଏହାକୁ କହିବାକୁ ପାରିବା ଯେ, ସିମେଣ୍ଟ କଂକ୍ରିଟ ଭଲ ଗୁଣବତ୍ତାର ଓ ଆବଶ୍ୟକ ଶକ୍ତି ସହିତ ଅଛି।

## କୁଇଜ୍ (QUIZZES) ଉତ୍ତର

1. ____has designated the concrete mixes into a number of grades as M10, M15.

କିଏ କଂକ୍ରିଟ ମିକ୍ସଗୁଡ଼ିକୁ M10, M15 ଭଳି ଅନେକ ଗ୍ରେଡ୍ ରେ ବିଭାଜିତ କରିଛି?

Ans- IS 456-2000

**ଉତ୍ତର**: IS 456-2000

2. Compressive strength of hardened concrete is done by __ .

ହାର୍ଡେନ୍ କଂକ୍ରିଟର ସଂକୋଚକ ଶକ୍ତି କିପରି ମାପାଯାଏ?

Ans- Cube test

**ଉତ୍ତର**: କ୍ୟୁବ୍ ପରୀକ୍ଷା

3. The characteristic compressive strength is defined as the strength of the concrete below which not more than _______of the test results are expected to fall.

ଲକ୍ଷଣୀୟ ସଂକୋଚକ ଶକ୍ତିକୁ କିପରି ପରିଭାଷା କରାଯାଇଛି?

Ans- 5%

**ଉତ୍ତର**: ସେହି ସଂକୋଚକ ଶକ୍ତି ଯାହା ପାଇଁ ପରୀକ୍ଷା ଫଳାଫଳରେ 5% ଅଧିକ ନ ହେବାର ସମ୍ଭାବନା ରହିଥାଏ।

4. For moderate exposure conditions, the minimum grade of concrete is___.

ମଧ୍ୟମ୍ ସାମ୍ପ୍ରତିକ ସ୍ଥିତି ପାଇଁ କଂକ୍ରିଟର ନିମ୍ନତମ ଗ୍ରେଡ୍ କ'ଣ?

Ans- M25

**ଉତ୍ତର**: M25

5. The rate of creep rapidly _with time?

କ୍ରିପ୍ ହାର୍ ପ୍ରତି ସମୟ ସହିତ କିପରି ବଦଳିଥାଏ?

Ans- Decrease

**ଉତ୍ତର**: ହ୍ରାସ

6. _________ water-cement ratio content to give adequate durability for the particular site conditions. ପ୍ରତିଷ୍ଠିତ ସ୍ଥଳ ସ୍ଥିତି ପାଇଁ ଯଥେଷ୍ଟ ଟାକିକା ସହିତ ପାଣି-ସିମେଣ୍ଟ ରେଶିଓ କିପରି ରହିଥାଏ?

Ans- Maximum

**ଉତ୍ତର**: ସର୍ବୋଚ୍ଚ

7. What is the approximate min proportion for M25?

M25 ର ପ୍ରାକ୍ ନିମ୍ନ ପ୍ରମାଣ କ'ଣ?

Ans- 1:1:2

**ଉତ୍ତର**: 1:1:2

8. Maximum nominal size of aggregates to be used in concrete may be as large as possible within the limits prescribed by___________ .

କଂକ୍ରିଟରେ ବ୍ୟବହାର କରାଯିବା ଉଚ୍ଚତମ ସ୍ତର ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ କ'ଣ?

Ans-IS 456:2000

**ଉତ୍ତର**: IS 456:2000

9. What should be the minimum water cement ratio?

ନିମ୍ନତମ ପାଣି-ସିମେଣ୍ଟ ରେଶିଓ କ'ଣ?

Ans- <0.45

**ଉତ୍ତର**: <0.45

10. __________is defined as the design strength determined for the manufacture of reinforced concrete. ସିମେଣ୍ଟ କଂକ୍ରିଟର ଡିଜାଇନ୍ ସଂକୋଚକ ଶକ୍ତିକୁ କ'ଣ କୁହାଯାଏ?

Ans- Target mean strength

**ଉତ୍ତର**: ଟାର୍ଗେଟ୍ ମୀନ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ୍

11. If the trial mix gives a higher 28 days compressive strength value than the design value, then for the next trial.

ଯଦି ଟ୍ରାୟାଲ୍ ମିକ୍ସ ଏକ ଉଚ୍ଚତମ 28 ଦିନ ର ସଂକୋଚକ ଶକ୍ତି ମୂଲ୍ୟ ଦିଏ, ତେବେ ପରବର୍ତ୍ତୀ ଟ୍ରାୟାଲ୍ ପାଇଁ କ'ଣ କରାଯିବ?

Ans- Water-cement ratio is increased

**ଉତ୍ତର**: ପାଣି-ସିମେଣ୍ଟ ରେଶିଓ ବୃଦ୍ଧି କରାଯିବା

12. The total number of grades of ordinary concrete stipulated in IS 456:2000 are___.

IS 456:2000 ରେ ଉଲ୍ଲେଖିତ ସାଧାରଣ କଂକ୍ରିଟର ଟୋଟାଲ୍ ଗ୍ରେଡ୍ ସଂଖ୍ୟା କେତେ?

Ans - 3

**ଉତ୍ତର**: 3

13. The target mean strength fm for concrete mix design obtained from the characteristic strength fck and standard deviation σ, as defined in IS:456-2000 is ?

IS 456-2000 ରେ ବର୍ଣ୍ଣିତ ଟାର୍ଗେଟ୍ ମୀନ୍ ଷ୍ଟ୍ରେଂଥ୍ fm ସିମେଣ୍ଟ କଂକ୍ରିଟର ସଂକୋଚକ ଶକ୍ତି fck ଏବଂ ଷ୍ଟ୍ୟାଣ୍ଡାର୍ଡ ଡିଭିଏସିଓନ୍ σ ରୁ କିପରି ପ୍ରାପ୍ତ ହୁଏ?

Ans- $f_{ck} + 1.65\sigma$

**ଉତ୍ତର**: $f_{ck} + 1.65\sigma$

14. The grade of concrete M15 means that the compressive strength of a 150 mm cube after 28 days is _____.

M15 କଂକ୍ରିଟ ଗ୍ରେଡ୍ ରେ 28 ଦିନ ପରେ 150 ମି.ମି କ୍ୟୁବ୍ ସଂକୋଚକ ଶକ୍ତି କିତେ ହୁଏ?

Ans: 15 N/mm2

**ଉତ୍ତର**: 15 N/mm2

15. Water cement ratio is defined as _______.

ପାଣି-ସିମେଣ୍ଟ ରେଶିଓ କେମିତି ପରିଭାଷିତ କରାଯାଏ?

Ans- Ratio between the weight of water to the weight of cement used in concrete mix.

**ଉତ୍ତର**: କଂକ୍ରିଟ ମିକ୍ସରେ ପାଣି ଓ ସିମେଣ୍ଟର ଓଜନର ରେଶିଓ

16. The workability of concrete by slump test is expressed as __.

ସ୍ଲମ୍ପ ପରୀକ୍ଷା ଦ୍ୱାରା କଂକ୍ରିଟର କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମତା କିପରି ପ୍ରକାଶିତ ହୁଏ?

Ans- mm.

**ଉତ୍ତର**: mm

17. The maximum particle size of coarse aggregate is __.

କଂକ୍ରିଟରେ କଉର୍ସ ଆଗ୍ରେଗେଟ୍ କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମତାର ଅଧିକତମ କଣ?

Ans-75 mm

**ଉତ୍ତର**: 75 mm

18. What happens when water to cement ratio decreases?

ଯଦି ପାଣି-ସିମେଣ୍ଟ ରେଶିଓ କମିଯାଏ, ତେବେ କ'ଣ ହୁଏ?

Ans- Due to lower water, concrete becomes more drier but compressive strength increases.

**ଉତ୍ତର**: କମ ଅଂଶ ପାଣି ସହିତ, କଂକ୍ରିଟ ଅଧିକ ସୁକା ହୁଏ, କିନ୍ତୁ ସଂକୋଚକ ଶକ୍ତି ବୃଦ୍ଧି ହୁଏ।

19. The workability of concrete is defined as the?

କଂକ୍ରିଟର କାର୍ଯ୍ୟକ୍ଷମତା କିପରି ପରିଭାଷିତ କରାଯାଏ?

Ans- Ease with which it can be mixed, transported and placed in position in a homogeneous state.

**ଉତ୍ତର**: ସେହି ସୁବିଧା ଯାହାରେ ସହଜରେ ମିକ୍ସ, ପରିବହନ ଓ ସ୍ଥାନାନ୍ତରଣ କରାଯାଏ ଏବଂ ଏକ ସମହିତ ଅବସ୍ଥାରେ ପ୍ଲେସ୍ କରାଯାଏ।

20. Plain cement concrete is strong in taking .

ସାଧାରଣ ସିମେଣ୍ଟ କଂକ୍ରିଟ୍ କିପରି ଶକ୍ତିରେ ଦୃଢ ହୁଏ?

Ans- Compressive stress

**ଉତ୍ତର**: ସଂକୋଚକ ଚାପ

####################################

ସଂଶୋଧନ ଅଧୀନରେ

# EXPERIMENT NO: 8 / ପ୍ରୟୋଗ ସଂଖ୍ୟା: 8

**AIM OF THE EXPERIMENT:**

To study the flexural and shear behaviour of Reinforced Cement Concrete (RCC) beams.

**ପ୍ରୟୋଗର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ (Aim of the Experiment):**

ରିଇଁଫୋର୍ସଡ୍ ସିମେଣ୍ଟ କନକ୍ରିଟ୍ (RCC) ବିମ୍ସଙ୍କର ଫ୍ଲେକ୍ସୁରାଲ୍ ଏବଂ ସିୟାର୍ ବ୍ୟବହାରକୁ ଅଧ୍ୟୟନ କରିବା।

**MATERIALS REQUIRED:**

- Coarse aggregate
- Fine aggregate
- Cement
- Water
- Reinforcement bars
- Binding wire

**ଆବଶ୍ୟକ ସାମଗ୍ରୀ**:

• କୋଆର୍ସ୍ ଏଗ୍ରିଗେଟ୍

• ଫାଇନ୍ ଏଗ୍ରିଗେଟ୍

• ସିମେଣ୍ଟ

• ପାଣି

• ରିଇଁଫୋର୍ସମେଣ୍ଟ ବାର୍ସ

• ବାଇଣ୍ଡିଂ ୱାୟର୍

**APPARATUS REQUIRED:**

- Beam formwork
- Cover spacer
- Loading frame
- Supporting pedestals
- LVDT (Linear Variable Differential Transformer)
- Strain gauge
- Data logger

**ଆବଶ୍ୟକ ଉପକରଣ (Apparatus required):**

• ବିମ୍ ଫର୍ମୱାର୍କ

• କଭର୍ ସ୍ପେସର୍

• ଲୋଡିଂ ଫ୍ରେମ୍

• ସପୋର୍ଟିଂ ପେଡେଷ୍ଟାଲ୍

• LVDT (ଲିନିୟର୍ ଭେରିଆବଲ୍ ଡିଫେରେଞ୍ଜିଅଲ୍ ଟ୍ରାନ୍ସଫର୍ମର୍)

• ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ଗେଜ୍

• ଡାଟା ଲଗର୍

**<u>THEORY</u>:**

A simply supported beam loaded by two-point loads can either fail in flexure mode or shear mode. In Fig.1, the shear spans and flexure span are shown. If a beam becomes week in flexure (imposed load exceeds the flexural capacity of the materials of the beam), it will fail in flexure span exhibited by vertical clacks there and can be resolved by providing flexural reinforcements either internal or external. If a beam becomes week in shear, it will fail in shear spans exhibited by diagonal shear cracks there and can be resolved either by providing designed vertical shear stirrups or bent up bars in the shear spans either internally or externally.

Flexural cracks on the sides of a beam start at the tension face and will extend, at most, up to the neutral axis. In general, the cracks will be uniformly spaced along the most heavily loaded portion of the beam, i.e., near the mid-span in sagging or over the supports in hogging. A shear failure which is caused by the development of diagonal cracks predominates in higher reinforced concrete beams without transverse reinforcement.

The loading pattern on the beam in Fig 1 is called the two-point loading or four-point loading. The main advantage this loading is that, the behaviour of the beam can be studied under pure bending as there is no shear at the central portion of the beam. The phenomenon is depicted by the Fig. 3. The loading pattern in the loading frame is shown as in Fig.4. In order to measure beam deformations under the load, LVDTs are fixed and to measure flexural strain, strain gauges are too fitted as in Fig. 4.

**ତତ୍ତ୍ୱ (Theory):**

ଏକ ସିମ୍ପଲି ସପୋର୍ଟିଡ୍ ବିମ୍, ଯାହାକୁ ଦୁଇଟି ପଏଣ୍ଟ ଲୋଡ୍ ଦ୍ୱାରା ଲୋଡ୍ କରାଯାଇଛି, ସେଟି ଫ୍ଲେକ୍ସୁର୍ ମୋଡ୍ କିମ୍ବା ସିୟାର୍ ମୋଡ୍ ରେ ବିଫଳ ହୋଇପାରିବା। ଚିତ୍ର 1 ରେ, ସିୟାର୍ ସ୍ପାନ୍ସ ଏବଂ ଫ୍ଲେକ୍ସୁର୍ ସ୍ପାନ୍ସ ପ୍ରଦର୍ଶିତ କରାଯାଇଛି। ଯଦି ଏକ ବିମ୍ ଫ୍ଲେକ୍ସୁର୍ ମୋଡ୍ରେ ଦୁର୍ବଳ ହୋଇଯାଏ (ଲୋଡ୍ ବସ୍ତୁଗତ ହେବା ପରେ ବିମ୍ର ଫ୍ଲେକ୍ସୁର୍ କ୍ଷମତାକୁ ଅତିକ୍ରମ କରିବା), ସେହି ସମୟରେ ସେହି ବିମ୍ ଫ୍ଲେକ୍ସୁର୍ ସ୍ପାନ୍ସରେ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ଭାଗରେ ଭର୍ତ୍ତି ହେବା ଏବଂ ସେହି ସମୟରେ ଅଧିକ ଲୋଡ୍ ଥିବା ଭାଗରେ ତଳେ ଚିରଣ କରାଯିବ। ଯଦି ଏକ ବିମ୍ ସିୟାର୍ ମୋଡ୍ରେ ଦୁର୍ବଳ

ହୋଇଯାଏ, ସେହି ସମୟରେ ତାହା ସିୟାର୍ ସ୍ପାନ୍ସରେ ଚିରଣ କରିପାରେ ଏବଂ ଏହାକୁ ଏକ ସଠିକ୍ ଭାବରେ ବ୍ୟବସ୍ଥିତ ଭର୍ତ୍ତି ହୋଇଥିବା ସିୟାର୍ ଷ୍ଟିରପ୍ କିମ୍ବା ବେଣ୍ଟ୍ ଅପ୍ ବାର୍ସ ବ୍ୟବହାର କରି ସମାଧାନ କରାଯିବା।
ବିମ୍ର ପାଖରେ ଫ୍ଲେକ୍ସୁର୍ କ୍ରାକ୍ସ ତଣ୍ଣଣ ମୁହଁରୁ ଆରମ୍ଭ ହୁଏ ଏବଂ ସେଗୁଡିକ ସର୍ବୋଚ୍ଚ, ନ୍ୟୁଟ୍ରାଲ୍ ଆକ୍ସିସ୍ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ବିସ୍ତାର ହୁଏ। ସାଧାରଣତଃ, କ୍ରାକ୍ସଗୁଡିକ ବିମ୍ର ସବୁଠାରୁ ଅଧିକ ଲୋଡ୍ ହୋଇଥିବା ଭାଗରେ ସମାନ ଭାବରେ ବିସ୍ତାର ହୋଇଥାଏ, ଅର୍ଥାତ୍, ମିଡ୍-ସ୍ପାନ୍ସରେ ସାଗିଂ କିମ୍ବା ହଗିଂରେ ସପୋର୍ଟଗୁଡିକର ଉପରେ।ସିୟାର୍ ବିଫଳତା, ଯାହା ଚାରିପାସା ଚିରଣ କ୍ରାକ୍ସର ଉନ୍ନତି ଦ୍ୱାରା ଘଟିଥାଏ, ତାହା ସ୍ଥାୟୀ ବିମ୍ଗୁଡିକରେ ଯାହାର ଟ୍ରାନ୍ସଭର୍ସ୍ ରିଇଁଫୋର୍ସମେଣ୍ଟ ନାହିଁ, ସେଠାରେ ଅଧିକ ଲକ୍ଷଣକୁ ପ୍ରଭାବିତ କରେ।
ବିମ୍ର ଉପରେ ଲୋଡିଂ ପ୍ୟାଟର୍ନ୍ ଯାହା ଚିତ୍ର 1 ରେ ଦିଆଯାଇଛି, ସେହିଟି ହେଉଛି ଦ୍ୱିପୂର୍ଣ୍ଣ ଲୋଡିଂ କିମ୍ବା ଚାରିପୂର୍ଣ୍ଣ ଲୋଡିଂ। ଏହି ଲୋଡିଂର ପ୍ରଧାନ ସୁବିଧା ହେଉଛି, ବିମ୍କୁ ସଂପୂର୍ଣ୍ଣ ବେଣ୍ଡିଂ ଅର୍ଣ୍ତର୍ଗତ ଅଧ୍ୟୟନ କରାଯାଇପାରିବା କାରଣ ମଧ୍ୟ ଭାଗରେ କ forward େସିଅର୍ ନାହିଁ। ଏହି ପ୍ରକ୍ରିୟା ଚିତ୍ର 3 ରେ ପ୍ରତିବିମ୍ବିତ ହେଉଛି। ଲୋଡିଂ ଫ୍ରେମରେ ଲୋଡିଂ ପ୍ୟାଟର୍ନ୍ ଚିତ୍ର 4 ରେ ଦିଆଯାଇଛି। ଲୋଡ୍ ତଳେ ବିମ୍ର ବିକୃତିଗୁଡିକୁ ମାପିବା ପାଇଁ, LVDT ସ୍ଥାପିତ କରାଯାଇଛି ଏବଂ ଫ୍ଲେକ୍ସୁର୍ ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ମାପିବା ପାଇଁ, ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ଗେଜ୍ସ ବି ସ୍ଥାପିତ କରାଯାଇଛି ଯଥା ଚିତ୍ର 4 ରେ।

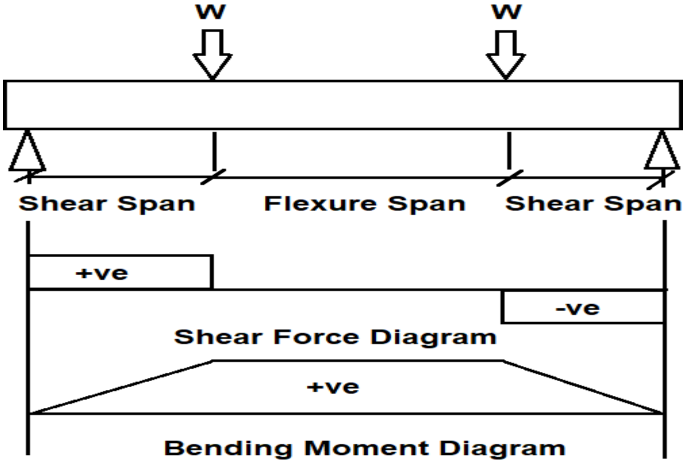



**Fig. 1**: BMD and SHD in a two-point loaded simply supported beam

**ଚିତ୍ର ୧: ଏକ ଦୁଇ-ପଏଣ୍ଟ ଲୋଡ୍ ସରଳ ଭାବରେ ସମର୍ଥିତ ବିମ୍‌ରେ BMD ଏବଂ SHD**

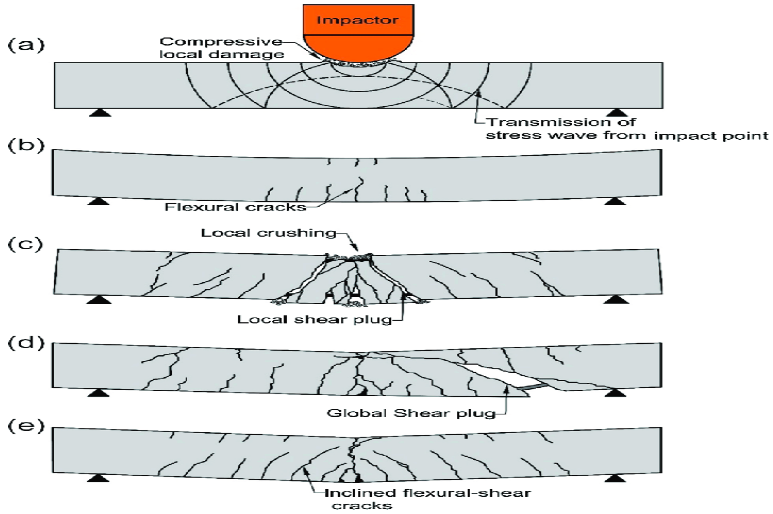



**Fig. 2**: Crack patterns in simply supported RC beam

**ଚିତ୍ର ୨: ସରଳ ଭାବରେ ସମର୍ଥିତ RC ବିମ୍‌ରେ ଫାଟ ପ୍ୟାଟର୍ନ**

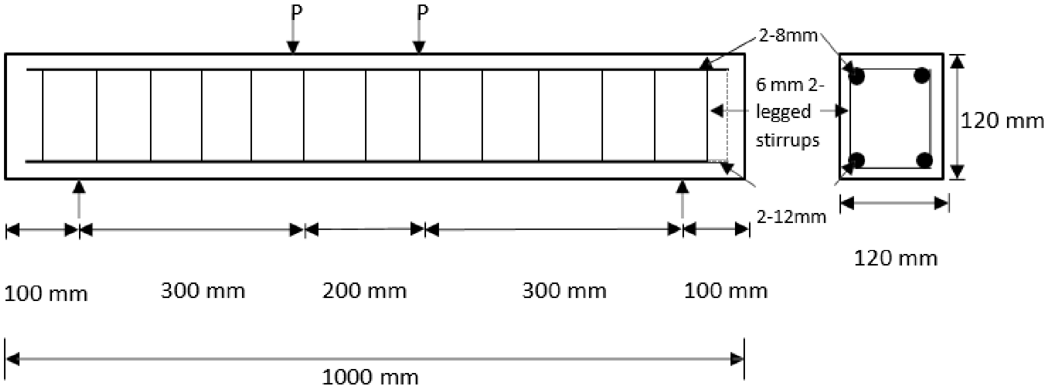



**Fig.3.** Dimension and reinforcement details of RC beam

**ଚିତ୍ର ୩. RC ବିମର ପରିମାଣ ଏବଂ ସଶକ୍ତୀକରଣ ବିବରଣୀ**

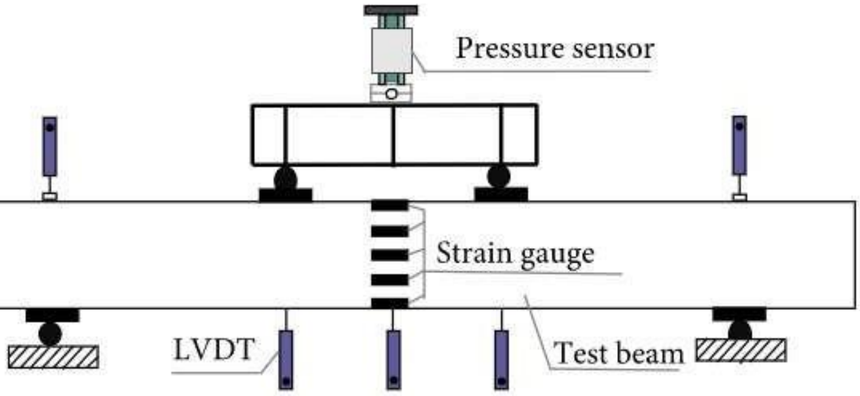



**Fig.4.** Schematic sketch of test arrangement in loading frame

**ଚିତ୍ର ୪. ଲୋଡିଂ ଫ୍ରେମରେ ପରୀକ୍ଷା ବ୍ୟବସ୍ଥାର ଯୋଜନାବଦ୍ଧ ସ୍କେଚ୍**

**PROCEDURE (ପ୍ରକ୍ରିୟା):**

**1. Sampling of Materials (ସାମଗ୍ରୀ ସ୍ୟାମ୍ପଲିଂ):**

Samples of aggregates for each batch of concrete shall be of the desired grading and in an air-dried condition. Cement samples, upon arrival at the laboratory, shall be thoroughly dry-mixed either by hand or a suitable mixer to ensure uniformity.

ପ୍ରତ୍ୟେକ ବ୍ୟାଚ୍ ପାଇଁ ଏଗ୍ରିଗେଟ୍ ଗୁଡିକ ଆବଶ୍ୟକ ଗ୍ରେଡିଂ ଅନୁଯାୟୀ ଓ ଏୟାର-ଡ୍ରାଇ୍ ଅବସ୍ଥାରେ ରହିବା ଉଚିତ୍। ସିମେଣ୍ଟ ଲାବରେ ପହଞ୍ଚିଲେ, ତାହାକୁ ହାତରେ କିମ୍ବା ମିକ୍ସର୍ ଦ୍ୱାରା ଭଲଭାବେ ଡ୍ରାଇ୍ ମିଶାଯିବ।

**2. Proportioning (ଅନୁପାତ ନିର୍ଣୟ):**

Proportions of cement, aggregates, and water should follow the concrete mix design used for the actual work.

ସିମେଣ୍ଟ, ଏଗ୍ରିଗେଟ୍ ଓ ଜଳ ଆଦି ସାମଗ୍ରୀର ଅନୁପାତ ବାସ୍ତବ କାମ ପାଇଁ ଉପଯୋଗ ହେଉଥିବା କଂକ୍ରିଟ୍ ମିକ୍ସ ଡିଜାଇନ୍ ଅନୁଯାୟୀ ହେବା ଦରକାର।

**3. Weighing (ଓଜନ ନିର୍ଣୟ):**

Cement, each size of aggregate, and water shall be weighed to an accuracy of 0.1% of the total batch weight.

ସମସ୍ତ ସାମଗ୍ରୀ (ସିମେଣ୍ଟ, ଏଗ୍ରିଗେଟ୍ ଓ ଜଳ) ଟୋଟାଲ ବ୍ୟାଚ୍ ଓଜନର 0.1% ସଠିକତା ସହିତ ଓଜନ କରାଯିବ।

**4. Mixing of Concrete (କଂକ୍ରିଟ୍ ମିକ୍ସିଂ):**

Concrete shall be mixed in a laboratory batch mixer to avoid material loss. Each batch should leave ~10% excess after moulding the test specimens.

କଂକ୍ରିଟ୍‌କୁ ଲାବରେଟରୀ ବ୍ୟାଚ୍ ମିକ୍ସର୍ ରେ ଏମିତି ଭାବରେ ମିଶାଯିବ, ଯାହା ମାନ୍ୟର ହାନି ହେଉ ନାହିଁ। ଟେଷ୍ଟ ସ୍ପେସିମେନ୍ ପରେ 10% ଅଧିକ ଥିବା ଦରକାର।

**5. Mould Preparation (ମୋଲ୍ଡ୍ ତିଆରି):**

Prepare beam moulds of the required size, apply lubricant oil inside, and place the reinforcement cage with strain gauge and cover blocks.

ବିମ୍ ମୋଲ୍ଡ୍ ଆବଶ୍ୟକ ଆକାରରେ ତିଆରି କରି ତାହାର ଭିତର ଭାଗକୁ ଲୁବ୍ରିକାଣ୍ଟ ଓଇଲ୍ ଲଗାଯିବ। ରିଇନଫୋର୍ସମେଣ୍ଟ କେଜ୍ (ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ଗେଜ୍ ସହିତ) ଏବଂ କଭର୍ ସ୍ପେସର୍ ଠିକ୍ ଅଞ୍ଚଳରେ ରଖାଯିବ।

**6. Compacting (ମିଶ୍ରଣ ସଂକୋଚନ):**

Compact concrete specimens using a tamping rod or needle vibrator to avoid segregation and ensure full compaction.

ସଂକୋଚନ ପାଇଁ ଟ୍ୟାମ୍ପିଂ ରଡ୍ କିମ୍ବା ନିଡଲ୍ ଭାଇବ୍ରେଟର୍ ବ୍ୟବହାର କରି ସେଗ୍ରେଗେସନ୍ ବା ଲେଟେନ୍ସ୍ ର ଅଧିକତା ବିନା ଭଳି ମିଶ୍ରଣ ହେବା ଦରକାର।

**7. Curing (କ୍ୟୁରିଂ):**

Remove the RC beam from mould after 24 hours and cure in a moist environment (90% RH at 27°±2°C) for 28 days.

**24 ଘଣ୍ଟା ପରେ ବିମ୍‌କୁ ଫର୍ମୱାର୍କରୁ ଅପସାରଣ କରି, 27°±2°C ତାପମାନ ଓ 90% ଆଦ୍ରତା ଭିତରେ 28 ଦିନ ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ କ୍ୟୁରିଂ କରାଯିବ।**

**8. Placing in Loading Frame (ଲୋଡିଂ ଫ୍ରେମରେ ବିମ୍‌କୁ ରଖିବା):**

- Clean bearing surfaces of the beam and rollers.
- Align the specimen in the UTM such that the load is applied to the top surface.
- Attach LVDTs at correct locations and connect the data logger to strain gauges on reinforcement and concrete.
- Load gradually until failure. Record the **maximum load**, **deflection**, and **strain readings**.
- Observe and note the failure pattern.

  ବିମ୍ ଓ ରୋଲର୍ ର ବେୟରିଂ ସରଫେସ୍ ସଫା କରି ଏମିତି ରଖାଯିବ ଯେ ଲୋଡ୍ ଟପ ସରଫେସ୍ ଉପରେ ପଡ଼ିବ। LVDT ଗୁଡ଼ିକୁ ଠିକ୍ ଅଞ୍ଚଳରେ ଲଗାଯିବ ଓ ଷ୍ଟ୍ରେନ୍ ଗେଜ୍ ସହିତ ଡାଟା ଲଗର୍ ଯୋଗାଯୋଗ କରାଯିବ। ଧୀରେ ଧୀରେ ଲୋଡ୍ ବଢ଼ାଯିବ, ବିମ୍ ଭାଙ୍ଗିଯିବା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ରେକର୍ଡ଼ ନିଆଯିବ। ଫେଲ୍ୟୁର୍ ପ୍ୟାଟର୍ନ ଓ ଫ୍ରାକ୍ଚର୍ ଫେସ୍ ଅବସ୍ଥା ଲେଖାଯିବ।

**OBSERVATION / ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ:**

Length of the specimen (l) |ନମୁନାର ଲମ୍ବ (l): **.......... mm**

Width of the specimen (b) | ନମୁନାର ପ୍ରସ୍ଥ (b): **.......... mm**

Depth of the specimen (d) | ନମୁନାର ଗଭୀରତା (d): **.......... mm**

| **Sl. No.**<br>**କ୍ରମିକ ସଂଖ୍ୟା** | **Specimen Name**<br>**ନମୁନା ନାମ** | **Ultimate Load (kN)**<br>**ସର୍ବାଧିକ ଲୋଡ୍ (kN)** | **Corresponding Deflection (mm)**<br>**ଅନୁକୂଳ ବିକୃତି (mm)** | **Type of Failure**<br>**ବିଫଳତା ଧରଣ** |
|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |

**RESULTS / ଫଳାଫଳ:**

Plot the graph for Load vs. Deflection response and Stress vs. Strain response. ଲୋଡ୍ ଓ ବିକୃତି (deflection) ର ସମ୍ପର୍କ ଏବଂ ଚାପ (stress) ଓ ବିକୃତି (strain) ର ସମ୍ପର୍କର ଗ୍ରାଫ୍ ଆଙ୍କନ କରନ୍ତୁ।

**CONCLUSIONS / ନିଷ୍କର୍ଷ:**

The load deformation and stress strain curves are plotted for the two-point loaded beam. The crack patterns are carefully monitored.

ଦୁଇ ନିମ୍ନଦିଷ୍ଟ ଲୋଡ୍ ସହିତ ଲୋଡ୍ ଦିଆଯାଇଥିବା ବିମ୍ ପାଇଁ ଲୋଡ୍-ବିକୃତି ଏବଂ ଚାପ-ବିକୃତି ର ଗ୍ରାଫ୍ ଆଙ୍କନ କରାଯାଇଛି। ଦରାର ଗଠନ ପ୍ରକ୍ରିୟାକୁ ସାବଧାନ ଭାବରେ ନିରୀକ୍ଷଣ କରାଯାଇଛି।

**କୁଇଜ୍ (QUIZZES) ଉତ୍ତର**

1. What is the difference between flexural failure and shear failure in RCC beams?

   RCC ବିମ୍‌ରେ ଫ୍ଲେକ୍ସୁରାଲ୍ ଫେଲିଉର୍ ଏବଂ ସିୟର ଫେଲିଉର୍ ମଧ୍ୟରେ କ'ଣ ତଫାତ ଅଛି?

   Ans: Flexural failure occurs due to bending, showing vertical cracks at mid-span, whereas shear failure occurs with diagonal cracks near the support.

   ଉତ୍ତର: ଫ୍ଲେକ୍ସୁରାଲ୍ ଫେଲିଉର୍ ବେଣ୍ଡିଂ ଦ୍ୱାରା ଘଟେ, ଯାହା ମିଡ୍-ସ୍ଥାନରେ ଉର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ଆକାରର ଚିରା ଦେଖାଏ; ସିୟର ଫେଲିଉର୍ ସହଯୋଗୀ ସ୍ଥାନରେ ଡାୟାଗୋନାଲ୍ ଚିରା ସହିତ ଘଟେ।

2. What are the factors affecting the flexural strength of a beam?

   ଏକ ବିମ୍‌ର ଫ୍ଲେକ୍ସୁରାଲ୍ ଶକ୍ତି ଉପରେ କିଏ କିଏ ପ୍ରଭାବ ପକାଏ?

   Ans: Size of the beam, type and amount of reinforcement, and concrete strength.

   ଉତ୍ତର: ବିମ୍‌ର ଆକାର, ରିଇନଫୋର୍ସମେଣ୍ଟର ପ୍ରକାର ଏବଂ ପରିମାଣ, ଏବଂ କଙ୍କ୍ରିଟ ଶକ୍ତି।

3. Why are stirrups used in RCC beams?

   RCC ବିମ୍‌ରେ ସ୍ଟିରପ୍ସ କାହିଁକି ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ?

   Ans: To resist shear forces and prevent shear failure.

   ଉତ୍ତର: ସିୟର ଶକ୍ତିକୁ ଦମନ କରିବା ଏବଂ ସିୟର ଫେଲିଉର୍‌କୁ ବଞ୍ଚାଇବା ପାଇଁ।

4. How does two-point loading help in flexural testing of beams?

   ବିମ୍‌ର ଫ୍ଲେକ୍ସୁରାଲ୍ ଟେଷ୍ଟରେ ଦୁଇ-ପଏଣ୍ଟ ଲୋଡିଂ କିପରି ସାହାଯ୍ୟ କରେ?

   Ans: It provides a pure bending region in the center with no shear forces.

   ଉତ୍ତର: ଏହା ବିମ୍‌ର କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ଅଂଶରେ ପ୍ୟୁର୍ ବେଣ୍ଡିଂ ସ୍ଥାନ ସୃଷ୍ଟି କରେ, ଯେଉଁଠାରେ ସିୟର ଶକ୍ତି ନାହିଁ।

5. What is the purpose of LVDT in this test?

   ଏହି ପରୀକ୍ଷାରେ LVDT ର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ କ'ଣ?

   Ans: LVDT is used to measure the deflection of the beam.

   ଉତ୍ତର: ବିମ୍‌ର ବିକୃତି (ଡିଫଲେକ୍ସନ୍) ମାପିବା ପାଇଁ LVDT ବ୍ୟବହୃତ ହୁଏ।

6. How is the failure mode of RCC beam identified?

   RCC ବିମ୍‌ର ଫେଲିଉର୍ ମୋଡ୍ କେମିତି ଜଣାଯାଏ?

   Ans: By observing the crack pattern—vertical for flexural and diagonal for shear failure.

   ଉତ୍ତର: କ୍ର୍ୟାକ୍ ପ୍ୟାଟର୍ନ ଦେଖି—ଊର୍ଦ୍ଧ୍ୱ ଚିରା ଫ୍ଲେକ୍ସୁରାଲ୍ ଏବଂ ଡାୟାଗୋନାଲ୍ ଚିରା ସିୟର ଫେଲିଉର୍ ଉପରେ ସୂଚନା ମିଳେ।

########################################

ସଂଶୋଧନ ଅଧୀନରେ

# <u>EXPERIMENT NO: 9 / ପ୍ରୟୋଗ ସଂଖ୍ୟା: 9</u>

**AIM OF THE EXPERIMENT:**

To compare the experiment and theoretical values of the horizontal thrust in a three hinged parabolic arch and to plot the Influence Line Diagram (ILD) for the horizontal thrust in the three hinged arch

**ପ୍ରୟୋଗର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ (Aim of the Experiment):**

ତିନି-ହିଞ୍ଜ ଥିବା ପ୍ୟାରାବୋଲିକ୍ ଆର୍କର ଅନୁଲମ୍ବ ଚାପ (horizontal thrust) ର ତତ୍ତ୍ୱ ଏବଂ ପ୍ରୟୋଗ ମୂଲ୍ୟର ତୁଳନା କରିବା ଏବଂ ତିନି-ହିଞ୍ଜ ଆର୍କ ରେ ଅନୁଲମ୍ବ ଚାପ ପାଇଁ ପ୍ରଭାବ ରେଖା ଚିତ୍ର (ILD) ଆଙ୍କନ କରିବା।

**APPARATUS REQUIRED:**

1) 3-hinged parabolic arch

2) Scale

3) Weights and hanger

4) Thread

**ଆବଶ୍ୟକ ଉପକରଣ (Apparatus required):**

1. ତିନି-ହିଞ୍ଜ ପ୍ୟାରାବୋଲିକ୍ ଆର୍କ
2. ମାପ ଜନ୍ତ୍ର (ସ୍କେଲ୍)
3. ଓଜନ ଏବଂ ହ୍ୟାଙ୍ଗର
4. ସୁତା (ଥ୍ରେଡ୍)

**THEORY:**

An arch is a curved beam in which horizontal movement at the support is prevented. Hence there is a horizontal thrust induced at the support. An arch hinged at the support and having a third hinge anywhere is called a 3-hinged arch

There are four unknowns and to solve this, it can be done by using four

equations Available, $\sum m=0$ -------------------------------------- (1)

$\sum v=0$ -------------------------------------- (2)

And moment at the **third hinge** is zero--------------------------------(3)

Taking $\sum M_a = 0$

(Fig. 1) $P * X = V_b$

$* L$

**$V_b = PX / L$ ----------------------------------------------------------------- (4)**

So, $V_a = P - V_b = P (L – X) / L$ -------------------------------------------- (5)

For horizontal thrust (H),

$\sum Mc = 0$

$(V_b * L/2 = H*h$

So, $H = (V_b *L)/(2h)$------------------------------------------------------ (6)

So, **H= P X / 2h** (by putting Eq. (4) in Eq. (6)) ------------------------(7)

where, X is the distance from left support of arch to the hanger location where load is to be hung (Fig. 1)

P is the applied load on arch at

any X H is the horizontal thrust

at supports

$V_a$ and $V_b$ are vertical reactions at support A

and B L is span length of arch

h is the central rise of arch

**Horizontal thrust**: The horizontal component of the reaction at either lower support end is called the horizontal thrust. This can be computed by equating the bending moment at the crown hinge C to zero

So, **H = P X / 2h** (Eq. 7**)**

If load is at centre, X = L/2, so, **H=P L / 4h**

**ILD**: An influence line diagram is defined as a function whose value at a point represents some structural quality as a unit load is placed at a point.

**ତତ୍ତ୍ୱ (Theory):**

ଆର୍କ ହେଉଛି ଏକ ବକ୍ର ଗାଦିଯାହାର ସମର୍ଥନ ସ୍ଥଳରେ ଅନୁଲମ୍ବ ଗତି ଅଟକାଯାଏ। ଏହିପରି ଅବସ୍ଥାରେ ସମର୍ଥନ ସ୍ଥଳରେ ଅନୁଲମ୍ବ ଚାପ ଉତ୍ପନ୍ନ ହୁଏ। ଯଦି ଏକ ଆର୍କ ଦୁଇଟି ସମର୍ଥନ ସ୍ଥଳ ଏବଂ ମଧ୍ୟରେ ତୃତୀୟ ହିଞ୍ଜ ଥାଏ, ତେବେ ଏହାକୁ ତିନି-ହିଞ୍ଜ ଆର୍କ କୁହାଯାଏ।

ଏହାରେ ଚାରିଟି ଅଜ୍ଞାତ ରାଶି ଥାଏ, ଯାହାକୁ ଚାରିଟି ସମୀକରଣ ଦ୍ୱାରା ସମାଧାନ କରାଯାଇପାରିବ:

1. $\sum M = 0$ (ମୋମେଣ୍ଟ ସମୀକରଣ)
2. $\sum V = 0$ (ଭରସାମ୍ୟ ସମୀକରଣ)
3. ତୃତୀୟ ହିଞ୍ଜରେ ମୋମେଣ୍ଟ ଶୂନ୍ୟ
4. $\sum M_a = 0$

ଏହି ସମୀକରଣରୁ, ଯଦି ଲୋଡ୍‌ଟି A ସମର୍ଥନଠାରୁ X ଦୂରତାରେ ଥାଏ, ତେବେ:

- $Vb = (P \times X) / L$
- $Va = P - Vb = P(L - X) / L$
- $H = (Vb \times L) / (2h) = PX / 2h$

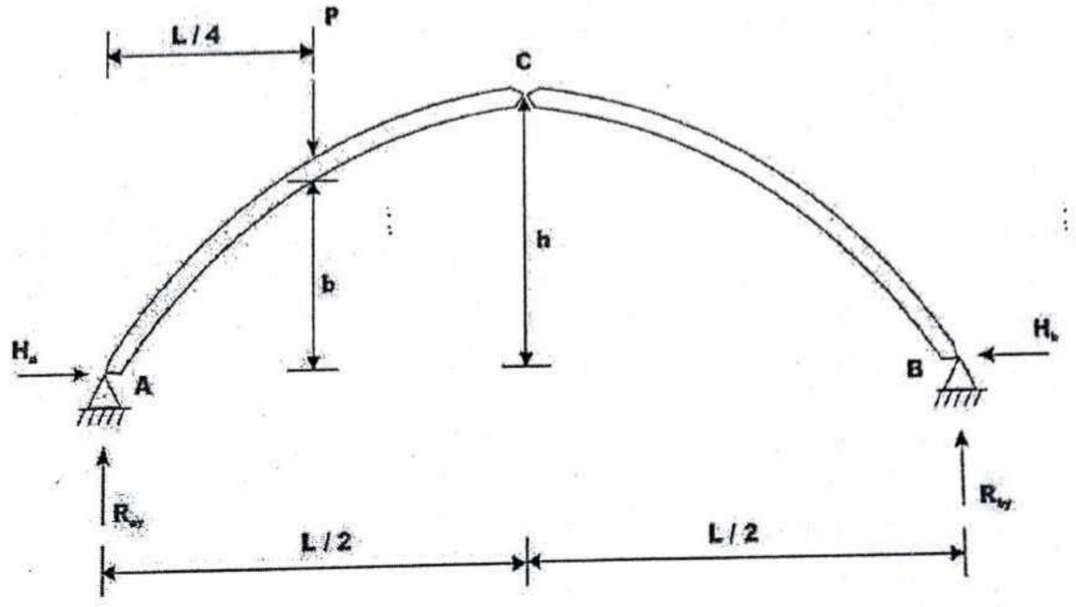
ଏଠାରେ,

- **P** = ଆର୍କ ଉପରେ ଲାଗୁଥିବା ଲୋଡ୍
- **X** = ଲୋଡ୍ ଲାଗୁଥିବା ସ୍ଥାନ (A ଠାରୁ ଦୂରତା)
- **L** = ଆର୍କର ସ୍ପାନ
- **h** = ଆର୍କର ମଧ୍ୟମ ଉଚ୍ଚତା (central rise)
- **H** = ଅନୁଲମ୍ବ ଚାପ (Horizontal thrust)

ଯଦି ଲୋଡ୍ ମଧ୍ୟରେ ଥାଏ ($X = L/2$), ତେବେ $H = P \times L / 4h$

**ILD (Influence Line Diagram):**

ILD ହେଉଛି ଏମିତି ଏକ ଆଙ୍କନ ଯାହା ରେ ଯେଉଁଠି ଏକ ଏକକ ଲୋଡ୍ ଲାଗୁ କରାଯିବ, ସେଠି ଯେଉଁ ଗଠନାତ୍ମକ ମାପ ମିଳେ, ତାହାର ମୂଲ୍ୟକୁ ଦେଖାଯାଏ।




**ଚିତ୍ର ୧: ତିନୋଟି କବଜାଯୁକ୍ତ ତୋରଣ**

**PROCEDURE:**

- Measure the span length (L) and height of the hanger position (b) above springing line by means of thread and scale.
- Apply some **initial load** to the string which passes over a pulley at right hand support to neutralize the horizontal thrust due to self-weight which is called **seating load** or

**balancing load.**

• Find out the balancing weight or load over the pulley with gentle tapping.

• Then apply the load through the needle hanger and find balancing load at the string with gentle tapping.

• Then increase the load step and corresponding balancing load was found out.

• Apply a unit load at different hanger position and find the corresponding balancing load and plot the ILD.

• Plot following curves as mentioned below:

(1) Check the parabolic arch profile that satisfies the equation of parabola:

$$y = \frac{4h}{L2} \quad (L - X) \quad \text{-----------------------------------------------(8)}$$

Draw both experimental curve and curve satisfying above equation

(2) Draw the ILD for horizontal thrust.

**ପ୍ରକ୍ରିୟା (Procedure):**

• ସୁତା ଓ ମାପ ଜନ୍ତ୍ର (ସ୍କେଲ୍) ଦ୍ୱାରା ଆର୍କର ସ୍ୱାନ ଲମ୍ବ (L) ଏବଂ ହ୍ୟାଙ୍ଗର ସ୍ଥାନରୁ ତଳ ରେଖା ପର୍ଯ୍ୟନ୍ତ ଉଚ୍ଚତା (b) ମାପନ କରନ୍ତୁ।

• ଡାହାଣ ପାର୍ଶ୍ୱର ସମର୍ଥନ ସ୍ଥଳରେ ପୁଲି ଉପରେ ସୁତା ଯାଇଥିବା ଷ୍ଟ୍ରିଙ୍ଗ ଉପରେ ଅନ୍ତତଃ ଏକ ଆରମ୍ଭିକ ଲୋଡ୍ ଲାଗୁ କରନ୍ତୁ, ଯାହା ନିଜ ଓଜନ ଦ୍ୱାରା ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ଅନୁଲମ୍ବ ଚାପକୁ ସମତୁଳିତ କରିବା ପାଇଁ ଉଦ୍ଦିଷ୍ଟ। ଏହାକୁ *seating load* ବା *balancing load* କୁହାଯାଏ।

• ନରମ ଟେପିଂ ଦ୍ୱାରା ପୁଲି ଉପରେ ଥିବା ସମତୁଳନ ଲୋଡ୍ ବା ଓଜନ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ।

• ଏଥିପରେ ନିଡଲ୍ ହ୍ୟାଙ୍ଗର ଦ୍ୱାରା ଲୋଡ୍ ଲାଗୁ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସୁତାରେ ସମତୁଳନ ଲୋଡ୍ ଚିହ୍ନଟ କରନ୍ତୁ, ନରମ ଟେପିଂ ଦ୍ୱାରା।

ତାପରେ ଲୋଡ୍ ବୃଦ୍ଧି କରିବା ସହିତ ଅନୁସୂଚୀତ ସମତୁଳନ ଓଜନ ନିର୍ଣ୍ଣୟ କରାଯାଇଥିଲା।

• ଭିନ୍ନ ହ୍ୟାଙ୍ଗର ସ୍ଥାନରେ ଏକକ ଓଜନ (unit load) ଲାଗୁ କରନ୍ତୁ ଏବଂ ସମ୍ବିଧାନାନୁସାରେ ସମତୁଳନ ଓଜନ ଚିହ୍ନଟ କରି ILD ଚିତ୍ରଣ କରନ୍ତୁ।

• ନିମ୍ନଲିଖିତ ଆକୃତିଗୁଡିକ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ:

(1) ପ୍ୟାରାବୋଲିକ ଆର୍କ ଆକୃତି ଯାହା ନିମ୍ନଲିଖିତ ସମୀକରଣକୁ ସନ୍ତୁଷ୍ଟ କରେ ବା ବୈଳକା ସମୀକରଣ:

$$y = \frac{4h}{L2} \quad X\,(L - X) \text{ -----------------------------------------------(8)}$$

ଉପରୋକ୍ତ ସମୀକରଣକୁ ସନ୍ତୁଷ୍ଟ କରୁଥିବା ଆକୃତି ଓ ପ୍ରୟୋଗାତ୍ମକ (experimental) ଆକୃତି ଉଭୟ ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ।
(2) ଅନୁଲମ୍ବ ଚାପ ପାଇଁ Influence Line Diagram (ILD) ଅଙ୍କନ କରନ୍ତୁ।

**ପର୍ଯ୍ୟବେକ୍ଷଣ (OBSERVATION):**

Table 1: Check for the parabolic profile of Arch (Experimentally and analytically)

ଟେବୁଲ 1: ଆର୍କର ପ୍ୟାରାବୋଲିକ ପ୍ରୋଫାଇଲ୍ (ପ୍ରୟୋଗାତ୍ମକ ଓ ସିଦ୍ଧାନ୍ତାନୁସାରେ) ଯାଞ୍ଚ କରନ୍ତୁ

| **Sl No. କ୍ର. ସଂ.** | **Horizontal Distance (cm) from left support ବାମ ସମର୍ଥନରୁ ହୋରିଜଣ୍ଟାଲ୍ ଦୂରତା (ସେ.ମି.)** | **Experimental Height from Springing line of arch (cm) ପ୍ରୟୋଗାତ୍ମକ ଉଚ୍ଚତା (ସ୍ପ୍ରିଂଗିଙ୍ଗ୍ ଲାଇନ୍ ରୁ) (ସେ.ମି.)** | **Theoretical Height from Springing line of arch (cm) ସିଦ୍ଧାନ୍ତାନୁସାରେ ଉଚ୍ଚତା (ସ୍ପ୍ରିଂଗିଙ୍ଗ୍ ଲାଇନ୍ ରୁ) (ସେ.ମି.)** |
|---|---|---|---|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |

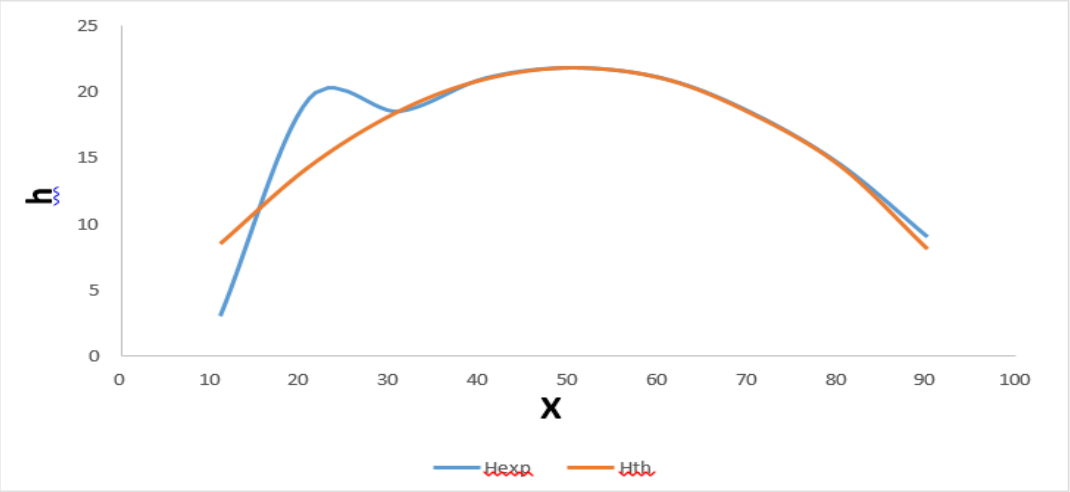


Fig. 2: Curve for the parabolic arch profile (Experimental and Analytical)

ଚିତ୍ର 2: ପାରାବୋଲିକ୍ ଆର୍ଚ୍ ପ୍ରୋଫାଇଲ୍ ପାଇଁ ବକ୍ର (ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଏବଂ ବିଶ୍ଳେଷଣାତ୍ମକ)

**Table 2:** H for Varyng load at hanger 2 (Experimentally and analytically)

**ଟେବୁଲ 2: ହାଙ୍ଗର 2ରେ ଭାରିଂ ଲୋଡ଼ ପାଇଁ H (ପରୀକ୍ଷଣ ଓ ଗଣନା ଅନୁସାରେ)**

| Sl No. ସ୍ଲ ନଂ | Hanger No. ହାଙ୍ଗର ନଂ | Load Applied (kg) ଲୋଡ଼ ପ୍ରୟୋଗ (କିଲୋଗ୍ରାମ) | Balancing Load (kg) ବାଲାନ୍ସିଂ ଲୋଡ଼ (କିଲୋଗ୍ରାମ) | Hth Hth | Hexp Hexp | Difference ତଫାତ | % Error % ତ୍ରୁଟି |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 1 | | | | | |
| 2 | 2 | 1.5 | | | | | |
| 3 | 2 | 2 | | | | | |

**Table 3:** H for Varyng load at hanger 3 (Experimentally and analytically)

**ଟେବୁଲ 3: ହାଙ୍ଗର 3ରେ ଭାରିଂ ଲୋଡ଼ ପାଇଁ H (ପରୀକ୍ଷଣ ଓ ଗଣନା ଅନୁସାରେ)**

| ସ୍ଲ ନଂ Sl No. | ହାଙ୍ଗର ନଂ Hanger No. | ଲୋଡ଼ ପ୍ରୟୋଗ (କିଲୋଗ୍ରାମ) Load Applied (kg) | ବାଲାନ୍ସିଂ ଲୋଡ଼ (କିଲୋଗ୍ରାମ) Balancing Load (kg) | Hth Hth | Hexp Hexp | ତଫାତ Difference | % ତ୍ରୁଟି %Error |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 3 | 1 | | | | | |
| 2 | 3 | 1.5 | | | | | |
| 3 | 3 | 2 | | | | | |

**Table 4:** H for Varyng load at hanger 4 (Experimentally and analytically)

**ଟେବୁଲ 4: ହାଙ୍ଗର 4ରେ ଭାରିଂ ଲୋଡ଼ ପାଇଁ H (ପରୀକ୍ଷଣ ଓ ଗଣନା ଅନୁସାରେ)**

| Sl NO. ସ୍ଲ ନଂ | Hanger No. ହାଙ୍ଗର ନଂ | Load Applied (kg) ଲୋଡ଼ ପ୍ରୟୋଗ (କିଲୋଗ୍ରାମ) | Balancing Load (kg) ବାଲାନ୍ସିଂ ଲୋଡ଼ (କିଲୋଗ୍ରାମ) | Hth Hth | Hexp Hexp | Difference ତଫାତ | % Error % ତ୍ରୁଟି |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 4 | 1 | | | | | |
| 2 | 4 | 1.5 | | | | | |
| 3 | 4 | 2 | | | | | |

**Table 5:** H for Constant load at varying hanger (Experimentally and analytically) (Determination of ILD)

**ଟେବୁଲ 5: ହାଙ୍ଗରରେ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ଲୋଡ଼ ପାଇଁ H (ପରୀକ୍ଷଣ ଓ ଗଣନା ଅନୁସାରେ) (ILD ନିର୍ଣ୍ଣୟ)**

| Sl No. ସ୍ଲ ନଂ | Hanger NO. ହାଙ୍ଗର ନଂ | Load Applied (in kg) ଲୋଡ଼ ପ୍ରୟୋଗ (କିଲୋଗ୍ରାମ) | Balancing Load (in kg) ବାଲାନ୍ସିଂ ଲୋଡ଼ (କିଲୋଗ୍ରାମ) | Hexp $H_{exp}$ | Hth $H_{th}$ | Difference ତଫାତ | %Error % ତ୍ରୁଟି |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1 | 2 | | | | | |
| 2 | 2 | 2 | | | | | |
| 3 | 3 | 2 | | | | | |
| 4 | 4 | 2 | | | | | |
| 5 | 5 | 2 | | | | | |
| 6 | 6 | 2 | | | | | |
| 7 | 7 | 2 | | | | | |
| 8 | 8 | 2 | | | | | |
| 9 | 9 | 2 | | | | | |

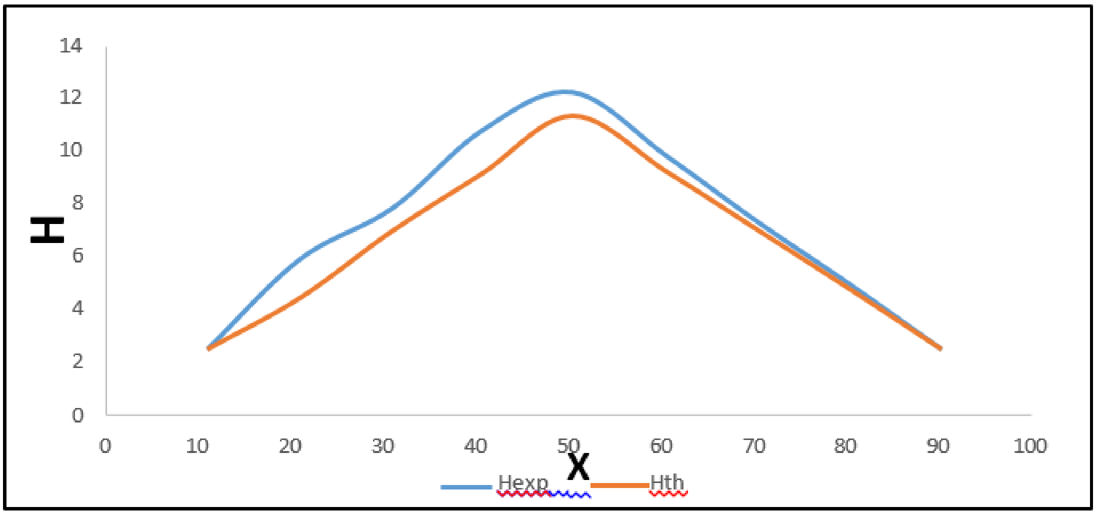



**Fig. 3**: H for Constant load at varying hanger (Experimentally and analytically) (Determination of ILD for H)

ଚିତ୍ର 3: ଭିନ୍ନ ହ୍ୟାଙ୍ଗରରେ ସ୍ଥିର ଭାର ପାଇଁ H (ପରୀକ୍ଷାମୂଳକ ଏବଂ ବିଶ୍ଳେଷଣାତ୍ମକ ଭାବରେ) (H ପାଇଁ ILD ର ନିର୍ଣ୍ଣୟ)

**CONCLUSION:**

The horizontal thrust for the 3-hinged arch was calculated for both theoretical and experimental thrust and percentage error was computed. This error is due to instrumental, experimental and personal errors. Then the ILD for the horizontal thrust was drawn.

**ଉପସଂହାର (Conclusion):**

3-ହିଂଜଡ ଆର୍ଚ୍ଚର ଲାଗି ହୋରିଜଣ୍ଟାଲ୍ ଥ୍ରସ୍ଟକୁ ଥିଓରେଟିକାଲ୍ ଓ ପରୀକ୍ଷଣ ଥ୍ରସ୍ଟ ପାଇଁ ହିସାବ କରାଗଲା ଏବଂ ପ୍ରତିଶତ ତ୍ରୁଟି ହିସାବ କରାଗଲା। ଏହି ତ୍ରୁଟି ସାଧନ, ପରୀକ୍ଷଣ ଏବଂ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ତ୍ରୁଟିରେ ଆସିଥାଏ। ପରେ, ହୋରିଜଣ୍ଟାଲ୍ ଥ୍ରସ୍ଟ ପାଇଁ ILD ଆକୃତି ଚିତ୍ରିତ କରାଗଲା।

**କୁଇଜ୍ (QUIZZES) ଉତ୍ତର**

1. **Q: Top most part of an arch is called**

ଏକ ଆର୍ଚ୍ଚର ସର୍ବୋଚ୍ଚ ଭାଗକୁ କେମିତି କୁହାଯାଏ?

**A: Crown**

ଉତ୍ତର: କ୍ରାଉନ୍

2. **Q: Shape of three hinged arch is always:**

ତିନି ହିଂଜଡ ଆର୍ଚ୍ଚର ଆକୃତି ସଦା:

**A: Parabolic**

ଉତ୍ତର: ପ୍ୟାରାବୋଲିକ୍

3. **Q: Internal bending moment generated in a three hinged arch is always:**

ତିନି ହିଂଜଡ ଆର୍ଚ୍ଚର ମଧ୍ୟରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ବେଣ୍ଡିଂ ମୋମେଣ୍ଟ ସଦା:

**A: 0**

ଉତ୍ତର: 0

4. **Q: Internal shear force generated in a three hinged arch is always:**

ତିନି ହିଂଜଡ ଆର୍ଚ୍ଚର ମଧ୍ୟରେ ଉତ୍ପନ୍ନ ହେଉଥିବା ଶୀୟର୍ ଫୋର୍ସ ସଦା:

**A: 0**

ଉତ୍ତର: 0

5. **Q: What is the degree of indeterminacy of a fixed arch?**

ଏକ ଫିକ୍ସଡ ଆର୍ଚ୍ଚର ଇଣ୍ଡିଟର୍ମିନାସି ସ୍ତର କେତେ?

**A: 3**

ଉତ୍ତର: 3

6. **Q: What is the degree of indeterminacy of a two hinged arch?**

ଏକ ଦୁଇ ହିଂଜଡ ଆର୍ଚ୍ଚର ଇଣ୍ଡିଟର୍ମିନାସି ସ୍ତର କେତେ?

**A: 1**

ଉତ୍ତର: 1

7. **Q: Floor loads are transmitted from slabs to which part in a floor girder system?**

ଫ୍ଲୋର୍ ଲୋଡ୍‌ଗୁଡ଼ିକୁ ସ୍ଲାବ୍ସ ଠାରୁ କେଉଁ ଭାଗକୁ ପ୍ରେରଣ କରାଯାଏ ଫ୍ଲୋର୍ ଗିର୍ଡର୍ ସିସ୍ଟମରେ?

**A: Floor beams**

ଉତ୍ତର: ଫ୍ଲୋର୍ ବିମ୍ସ

8. **Q: For drawing ILD, what value of test load is assumed?**

ILD ଚିତ୍ରିତ କରିବା ପାଇଁ, କେଉଁ ମୂଲ୍ୟରେ ପରୀକ୍ଷଣ ଲୋଡ୍ ଧରାଯାଏ?

**A: 1 unit**

ଉତ୍ତର: 1 ଏକକ

9. **Q: Maximum point of ILD always lies at the point at which load is applied. (True or False)**

ILDର ସର୍ବାଧିକ ବିନ୍ଦୁ ସଦା ସେଉଁଥିରେ ଥାଏ, ଯେଉଁଠାରେ ଲୋଡ୍ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଏ। (ସତ୍ୟ କି ମିଥ୍ୟା)

**A: False**

ଉତ୍ତର: ମିଥ୍ୟା

##########################################

## EXPERIMENT NO: 10 / ପ୍ରୟୋଗ ସଂଖ୍ୟା: 10

**AIM OF THE EXPERIMENT:**

To compare the experimental and theoretical displacements of the roller ends of a two hinged arch and to draw the profile.

**ପରୀକ୍ଷାର ଉଦ୍ଦେଶ୍ୟ:**

ଦୁଇ ହିଂଜଡ ଆର୍ଚ୍ଚର ରୋଲର୍ ଅନ୍ତିମ ଭାଗର ପ୍ରାୟୋଗିକ ଓ ସିଦ୍ଧାନ୍ତ ଭିତ୍ତିକ ବିସ୍ଥାପନକୁ ତୁଳନା କରିବା ଏବଂ ପ୍ରୋଫାଇଲ୍ ଅଙ୍କନ କରିବା।

**APPARATUS REQUIRED:**

1. Dial Gauge
2. Scale
3. Weight and Hanger
4. Two-Hinged Arch Model

**ଆବଶ୍ୟକ ଉପକରଣ:**

1. ଡାଏଆଲ୍ ଗେଜ୍
2. ମାପ ଫିତା
3. ଓଜନ ଓ ହ୍ୟାଙ୍ଗର୍
4. ଦୁଇ ହିଂଜଡ ଆର୍ଚ୍ଚ ମଡେଲ୍

**THEORY:**

An **arch** is a curved structure that resists vertical loads by developing **horizontal thrust**. A **two-hinged parabolic arch** is statically determinate and is often used in bridges and roof structures.

Let the span of the arch be l and the central rise be h.

From the equation of a parabola, the vertical coordinate y at a distance x from the pinned end is given by: , $y = (4h)/ (l^2) * x(l - x)$

Where, y= Vertical height at a point from pinned end

H= Central rise

h= central rise of arch l= length of span

w= applied load

a= Distance where load applied

**ସିଦ୍ଧାନ୍ତ:**

ଆର୍ଚ୍ଚ ହେଉଛି ଏକ ଏପ୍ରକାର ଗଠନା ଯାହା ଉଲ୍ଲମ୍ବ ଭାର ବହନ କରିବା ପାଇଁ ଅନୁଲମ୍ବ ବଳ ଉତ୍ପନ୍ନ କରେ। ଦୁଇ ହିଂଜଡ

ପ୍ୟାରାବୋଲିକ୍ ଆର୍ଚ୍ଚ ଏକ ସ୍ଥିତିଗତ ଭାବରେ ନିର୍ଣ୍ଣୟସାଧ ଗଠନା ଯାହା ସେତୁ ଓ ଛାଦ ଗଠନାରେ ବ୍ୟବହାର ହୁଏ।
ଧରାଯାକ ଆର୍ଚ୍ଚର ବ୍ୟାସ l ଓ କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ଉଠାନି h ଅଟେ।
ପ୍ୟାରାବୋଲା ର ସମୀକରଣ ଅନୁଯାୟୀ, ଏକ ନିର୍ଦ୍ଦିଷ୍ଟ ଦୂରତା x ରେ ଉନ୍ନତି y ହେଉଛି:
ଯେଉଁଠାରେ:

- y = ପିନ୍ ଅନ୍ତ ଠାରୁ ଉଚ୍ଚତା
- h = ଆର୍ଚ୍ଚର କେନ୍ଦ୍ରୀୟ ଉଠାନି
- l = ଆର୍ଚ୍ଚର ସମ୍ପୂର୍ଣ୍ଣ ବ୍ୟାସ
- w = ଲାଗୁଥିବା ଭାର
- a = ଲୋଡ଼ ଲାଗୁଥିବା ଦୂରତା (ପିନ୍ ପଏଣ୍ଟ ଠାରୁ)

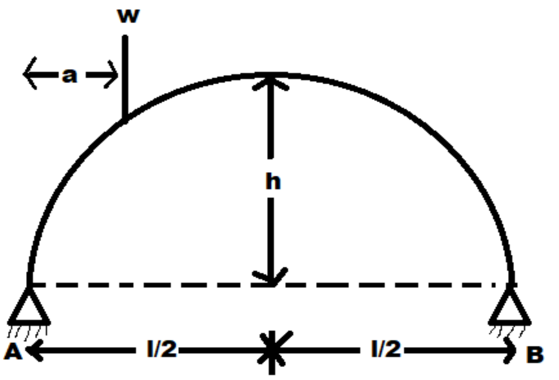
$$\oint m'y\,dx = \int_0^a wy\,dx$$

$$= \int_0^a wx\frac{4hx(l-x)}{l^2}dx$$

$$= \int\frac{4hw}{l^2}\int_0^a(lx^2 - x^3)dx$$

$$= \frac{4wh}{l^2}\left[\frac{lx^3}{3} - \frac{x^4}{4}\right]_0^a$$

$$= \frac{4wh}{l^2}\left[\frac{la^3}{3} - \frac{a^4}{4}\right]$$



(2 hinged Arch With point load at A distancew of 'a' from pinned end)

**PROCEDURE:**

1. First the roller end was locked and load applied on a hanger, such that no displacement observed.
2. The lock was released and the load is applied at a distance from a fixed end.
3. Then it is observed that there is some displacement and it was noted down the tabular form.
4. The same process was repeated for three set up.
5. The actual shape of arch was plotted by measuring the shape with thread and tape
6. Then the actual shape vs theoretical shape was plotted

**ପ୍ରକ୍ରିୟା (Procedure):**

1. ପ୍ରଥମେ, ରୋଲର୍ ଅନ୍ତ୍ୟକୁ ଲକ୍ କରାଯାଇଥିଲା ଏବଂ ଏକ ହାଙ୍ଗର୍ ଉପରେ ଲୋଡ଼ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇଥିଲା, ଯାହା ଅନ୍ତିମ ବିସ୍ଥାପନ କେଉଁଥିରେ ଦେଖାଯାଇନି।

2. ତାପରେ, ଲକ୍ ଖୋଲାଯାଇଥିଲା ଏବଂ ଲୋଡ୍ ଏକ ନିର୍ଦ୍ଧାରିତ ସ୍ଥାନରେ ପ୍ରୟୋଗ କରାଯାଇଥିଲା।
3. ପରେ, ଏହା ଦେଖାଗଲା ଯେ କିଛି ବିସ୍ଥାପନ ଘଟିଛି ଏବଂ ସେହି ବିସ୍ଥାପନକୁ ଟାବୁଲାର୍ ରୂପରେ ଲେଖାଯାଇଥିଲା।
4. ସେହି ସମାନ ପ୍ରକ୍ରିୟା ତିନିଟି ସେଟ୍ ଅନୁଷ୍ଠାନ ପାଇଁ ପୁନରାବୃତ୍ତି କରାଯାଇଥିଲା।
5. ଆର୍ଚ୍ଚର ପ୍ରକୃତିକ ଆକୃତିକୁ ଏହି ରୂପରେ ମାପିବାକୁ ଥ୍ରେଡ୍ ଏବଂ ଟେପ୍ ବ୍ୟବହାର କରାଯାଇଥିଲା।
6. ତାପରେ, ପ୍ରକୃତିକ ଆକୃତିକୁ ଥିଓରେଟିକାଲ୍ ଆକୃତି ସହିତ ଚିତ୍ରିତ କରାଯାଇଥିଲା।

**OBSERVATION:**

**Profile of two hinged Arch**/ ଦୁଇ ହିଂଜ ଆର୍ଚ୍ଚର ଆକୃତି:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Actual span (cm) from one end ଗୋଟିଏ ଅନ୍ତଠାରୁ ବାସ୍ତବ ବ୍ୟାସ (ସେ.ମି.) | | | | | | | | | |
| Theoretical span from one end ଗୋଟିଏ ଅନ୍ତଠାରୁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତିକ ବ୍ୟାସ (ସେ.ମି.) | | | | | | | | | |

**Rise of arch**/ ଆର୍ଚ୍ଚର ଉଠାନି:

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Actual rise of arch ଆର୍ଚ୍ଚର ବାସ୍ତବ ଉଠାନି (ସେ.ମି.) | | | | | | | | | |
| Theoretical rise from one end ଗୋଟିଏ ଅନ୍ତଠାରୁ ସିଦ୍ଧାନ୍ତିକ ବ୍ୟାସ (ସେ.ମି.) | | | | | | | | | |

**Displacement**:

| S.l no. ସ୍କ.ନଂ | Load (kg) ଲୋଡ଼ (କିଲୋଗ୍ରାମ) | Initial Reading ପ୍ରାରମ୍ଭିକ ପଢ଼ାଇ | Final Reading ଶେଷ ପଢ଼ାଇ | Displacement In (cm) ବିସ୍ଥାପନ (ସେ.ମି.) | Actual displacement (c.m) ଆସଲ ବିସ୍ଥାପନ (ସେ.ମି.) | % Error % ତ୍ରୁଟି |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | | | | | | |
| 2 | | | | | | |
| 3 | | | | | | |

Graphs to be drawn:

- The rise of two hinged arch vs. distance along the span to be drawn
- Displacement vs. load (kg) to be drawn

ଗ୍ରାଫ୍ ଚିତ୍ରିତ କରିବାକୁ:

- ଦୁଇ ହିଂଜଡ ଆର୍ଚ୍ଚର ଉଁଚା vs. ସ୍ପାନ ଭିତରେ ଦୂରତା
- ବିସ୍ଥାପନ vs. ଲୋଡ଼ (କିଲୋଗ୍ରାମ)

**CALCULATION/ ଗଣନା:**

$$\Delta s = \frac{4wh}{l^2}\left[\frac{la^3}{3} - \frac{a^4}{4}\right]$$

For varying load ‘w’ of 1 kg, 2 kg and 3 kg and a= 0.405 m, l = 1.02 m

Displacements can be calculated to be:

$\Delta s1 = 0.0145$ m

$\Delta s1 = 0.0291$ m

$\Delta s1 = 0.0437$ m

ବଦଳାଉଥିବା ଲୋଡ଼ ‘w’ ପାଇଁ 1 କିଲୋଗ୍ରାମ୍, 2 କିଲୋଗ୍ରାମ୍ ଏବଂ 3 କିଲୋଗ୍ରାମ୍ ଏବଂ **a = 0.405 ମି., l = 1.02 ମି.**:

ବିସ୍ଥାପନ ଗଣନା କରାଯାଇଛି:

**$\Delta s_1$ = 0.0145 ମି.**

**$\Delta s_2$ = 0.0291 ମି.**

**$\Delta s_3$ = 0.0437 ମି.**

**CONCLUSION:**

It is found from the experiment that the experimental and theoretical displacements of roller end of a two hinged arch is calculated and the percentage error is computed. This error is due to instrumental, experimental and personal errors. Then the actual and theoretical profile of arch was drawn

**ଉପସଂହାର (Conclusion):**

ପରୀକ୍ଷଣରୁ ଏହା ପ୍ରମାଣିତ ହେଲା ଯେ, ଦୁଇ ହିଂଜଡ ଆର୍ଚ୍ଚର ରୋଲର୍ ଅନ୍ତ୍ୟର ପ୍ରୟୋଗିକ ଓ ଥିଓରେଟିକାଲ୍ ବିସ୍ଥାପନ ହିସାବ କରାଯାଇଛି ଏବଂ ପ୍ରତିଶତ ତ୍ରୁଟି ହିସାବ କରାଯାଇଛି। ଏହି ତ୍ରୁଟି ସାଧନ, ପରୀକ୍ଷଣ ଏବଂ ବ୍ୟକ୍ତିଗତ ତ୍ରୁଟିରେ ଆସିଥାଏ। ପରେ, ଆସଲ ଏବଂ ଥିଓରେଟିକାଲ୍ ଆର୍ଚ୍ଚର ପ୍ରୋଫାଇଲ୍ ଚିତ୍ରିତ କରାଯାଇଛି।

####################################

ସଂଶୋଧନ ଅଧୀନରେ