অধ্যায়-৬

আরসিসি বিমে সৃষ্ট বন্ড পীড়ন
(Bond Stress Developed in RCC Beam)

৬.১ বন্ড পীড়ন (Bond stress) ঃ

আরসিসি বিমের স্বতঃসিদ্ধ অনুমান অনুযায়ী রড এবং কংক্রিটের মধ্যে দৃঢ় বন্ধন সর্বদা বিরাজ করে। কাঠামোর যে-কোনো অংশের উপর আগত লোডের প্রভাবে রড এবং কংক্রিটের মধ্যকার দৃঢ় বন্ধন ছিন্ন ব্যতিরেকে উভয়ের বিকৃতি একই সংগে হবে অর্থাৎ কংক্রিট ও রড একই সাথে সমপরিমাণে সংকুচিত ও প্রসারিত হবে বলে ধারণা করা হয়। কিন্তু ভর প্রয়োগের ফলে রড কংক্রিট থেকে পিছলিয়ে যেতে চায় কিংবা অসম সংকোচন ও প্রসারণের ফলে এরা পরস্পর থেকে বিচ্ছিন্ন হয়ে যেতে পারে।

কংক্রিট জমাট বাঁধার সময় প্রাথমিক সংকোচন এবং উভয় পদার্থের মধ্যকার ঘর্ষণজনিত কারণে রডের পৃষ্ঠদেশ এবং কংক্রিটের মধ্যে দৃঢ় বন্ধন সৃষ্টি হয়, যার ফলে পিছলানোর প্রবণতাকে প্রতিরোধ করে। অমসৃণ পৃষ্ঠদেশ বিশিষ্ট বারে সহজেই যান্ত্রিক বন্ধন সৃষ্টি হতে পারে।

সুতরাং কংক্রিট এবং রডের ভারবহন ক্ষমতা অসমান এবং প্রযুক্ত বলের প্রভাবে কংক্রিট থেকে রড আলাদা হতে চায়। এ অবস্থায় রডের পৃষ্ঠদেশে (Surface) পীড়নের সৃষ্টি হয়। লোহার রডের পৃষ্ঠতলে সৃষ্ট এ পীড়নকে বন্ড পীড়ন (Bond stress) বলে।

ডিফর্মড বারের (Deformed bar) ক্ষেত্রে রডের সারফেস অমসৃণ থাকে বলে বন্ডের পরিমাণ বেশি। সেজন্য প্লেইন বার অপেক্ষা ডিফর্মড বারের বন্ড বেশি।

৬.২ বন্ড পীড়নের সূত্র উদ্ভাবন (Derivation of the formula to determine bond stress) ঃ

বিমে উৎপন্ন বন্ড স্ট্রেস নির্ণয়ে নিম্নের সাংকেতিক চিহ্ন বা নোটেশনসমূহ ব্যবহার করা হয়–

u = রডের প্রতি একক পৃষ্ঠদেশীয় ক্ষেত্রফলে উৎপন্ন বন্ড পীড়ন, কেজি/বর্গ সেমি

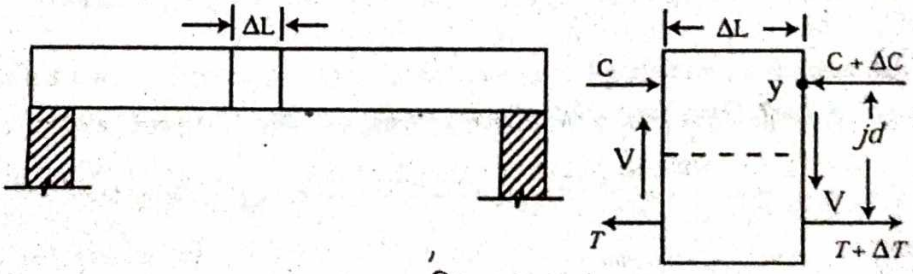
V = সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স, কেজি

d = বিমের কার্যকরী গভীরতা, সেমি

jd = লিভার আর্ম, সেমি

Σ_o = বিমে ব্যবহৃত সমস্ত প্রধান টেনসাইল রডের পরিসীমার সমষ্টি, সেমি।

চিত্রে বিমের একটি ক্ষুদ্র অংশ ΔL দেখানো হয়েছে। বিমের এই অংশের বামদিকে টানের পরিমাণ, T এবং চাপের পরিমাণ, C আবার ডানদিকে টানের পরিমাণ, T + ΔT এবং চাপের পরিমাণ, C + ΔC.



চিত্র ঃ ৬.১

বিমের এই ক্ষুদ্র অংশের উভয় পার্শ্বে শিয়ার ফোর্সের পরিমাণ, V ধরে Y বিন্দুর সাপেক্ষে মোমেন্ট নিলে, $\Sigma My = 0$

$\therefore V \times \Delta L + T \times jd - (T + \Delta T) \times jd = 0$

বা, $V\Delta L + Tjd - Tjd - \Delta Tjd = 0$

বা, $V\Delta L - \Delta T\, jd = 0$

বা, $V\Delta L = \Delta T\, jd$ ---------- (i)

এখানে ΔT বলটি কংক্রিট থেকে রডকে আলাদা করতে চায়। আর রডের পৃষ্ঠদেশীয় ক্ষেত্রফল ও কংক্রিটের মধ্যকার উত্তম বন্ধন তা প্রতিহত করতে চায়। সুতরাং, বন্ধন পীড়ন প্রতিরোধের জন্য প্রধান লোহার পৃষ্ঠদেশের ক্ষেত্রফল = $\Sigma_o \times \Delta L$ ।

Scanned with AnyScanner

যদি একক ক্ষেত্রফলের বন্ধন পীড়নের পরিমাণ = u হয়, তবে বন্ধন বল, ΔT = রড পৃষ্ঠতলের ক্ষেত্রফল × বন্ড স্ট্রেস = ($\Sigma_o \times \Delta L$) × u, (i) নং সমীকরণে ΔT এর মান বসিয়ে,

$V\Delta L = (\Sigma_o \times \Delta L) \times u \times jd$

বা, $V = \Sigma_o ujd$

$\therefore u = \frac{V}{\sum_o jd}$ ---------- (ii)

উপরোক্ত সমীকরণ দ্বারা রড পৃষ্ঠতলে উৎপন্ন বন্ড পীড়ন নির্ণয় করা যায়।

সাধারণত বিম ডিজাইনের ক্ষেত্রে বেন্ডিং মোমেন্ট অনুযায়ী রডের পরিমাণ এবং সংখ্যা নির্ণয় করার পর ঐ রডের উপর সৃষ্ট পীড়নের পরিমাণ নির্ণয় করা হয়। প্রযুক্ত বলের প্রভাবে বিমের মধ্যে হিসাবকৃত বন্ড পীড়নের মাত্রা অনুমোদনযোগ্য বন্ড পী অপেক্ষা বেশি হলে নিম্নলিখিত উপায়ে তা কমানো যায়; যেমন–

১। ব্যবহৃত প্রধান রিইনফোর্সমেন্টের পরিসীমার মান বৃদ্ধি করে অর্থাৎ সমক্ষেত্রফলের অপেক্ষাকৃত ক্ষুদ্র আকারের অধি সংখ্যক রড ব্যবহার করে। এতে রডের পৃষ্ঠ ক্ষেত্রফল বৃদ্ধি পেয়ে বন্ড পীড়ন হ্রাস পায়।

২। বিমের কার্যকরী গভীরতার মান বৃদ্ধি করে। তবে এটা ব্যয়বহুল হবে।

৩। ডিফর্মড বার (Deformed bar) ব্যবহার করে।

তা ছাড়া কংক্রিট এবং রডের মধ্যকার বন্ড (Bond) বৃদ্ধি করতে হলে নিম্নের বিষয়গুলোর প্রতি সতর্ক দৃষ্টি রাখা উচিত, যথা–

(ক) কংক্রিটের শক্তিশালী মিশ্রণ (Rich mix of concrete) ব্যবহার করা;

(খ) কংক্রিটের দৃঢ়ীকরণ (Compaction) এবং কিউরিং (Curing) সঠিকভাবে করা;

(গ) স্টিল রিইনফোর্সমেন্টে পর্যাপ্ত কভারিং (Covering) প্রদান করা;

(ঘ) ডিফর্মড বা টুইস্টেড বার (Deformed or twisted bar) ব্যবহার করা।

৬.৩ সমতল এবং ডিফর্মড রডের অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন (Allowable bond stress for plain a deformed bars) ঃ

WSD পদ্ধতিতে সমতল বার ও ডিফর্মড বারের অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন ঃ

(ক) ACI কোড অনুযায়ী বিকৃত পৃষ্ঠদেশবিশিষ্ট (Deformed bar) রডের ক্ষেত্রে, (MKS-পদ্ধতিতে)।

(i) বিমের উপরের দিকের টান এলাকায় (Top bar) অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন, $u_{all} = \frac{2.29\sqrt{f'_c}}{D}$ সর্বোচ্চ 2 কেজি/বর্গ সেমি।

(ii) অন্যান্য রডের ক্ষেত্রে (Other than top bar) অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন, u_{all} = **Error!**সর্বোচ্চ 35.2 কেজি/ সেমি।

টপ বার বলতে ঐ সমস্ত বারকে বুঝায়, যা অনুভূমিক এবং যার নিচে কমপক্ষে 30 সেমি কংক্রিট বিদ্যমান।

এখানে, D = রডের ব্যাস, সেমি; $f'c$ = কংক্রিটের সর্বোচ্চ চাপ পীড়ন, কেজি/বর্গ সেমি।

(iii) কম্প্রেশন বারের গ্রহণযোগ্য বন্ড পীড়ন, $u_{all} = \frac{4.38\sqrt{f'c}}{D}$ সর্বোচ্চ 28.0 কেজি/বর্গ সেমি।

FPS- পদ্ধতিতে,

(i) বিমের উপরের দিকের টান এলাকার (Top bar) অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন, $u_{all} = \frac{3.4\sqrt{f'c}}{D}$ সর্বোচ্চ 3 পাউন্ড/বর্গইঞ্চি।

(ii) অন্যান্য রডের ক্ষেত্রে (Other than top bar) অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন, $u_{all} = \frac{4.8\sqrt{f'c}}{D}$ সর্বোচ্চ 4 পাউন্ড/বর্গইঞ্চি।

(iii) কম্প্রেশন বারের গ্রহণযোগ্য বন্ড পীড়ন, $u_{all} = \frac{6.5\sqrt{f'c}}{D}$ সর্বোচ্চ 800 পাউন্ড/বর্গইঞ্চি।

(খ) ACI কোড অনুযায়ী প্লেইন বা সমতল বারের ক্ষেত্রে গ্রহণযোগ্য বন্ড পীড়নের পরিমাণ ডিফর্মড বারের অনুমোদনযো মানের অর্ধেক হবে।

Scanned with AnyScanner

USD পদ্ধতিতে প্লেইন বার ও ডিফর্মড বারের অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন ঃ

(ক) ডিফর্মড বারের ক্ষেত্রে ঃ

(i) টপ বারের ক্ষেত্রে অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন, $u_{u(all)} = \frac{4.51\sqrt{f'c}}{D}$ সর্বোচ্চ 39.4 কেজি/বর্গ সেমি।

(ii) অন্যান্য বারের ক্ষেত্রে অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন, $u_{u(all)} = \frac{6.39\sqrt{f'c}}{D}$ সর্বোচ্চ 56.2 কেজি/বর্গ সেমি।

FPS- পদ্ধতিতে,

(i) টপ বারের ক্ষেত্রে অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন, $u_{u(all)} = \frac{6.7\sqrt{f'c}}{D}$

(ii) অন্যান্য বারের ক্ষেত্রে অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন, $u_{u(all)} = \frac{9.5f'c}{D}$

বিঃ দ্রঃ প্লেইন বারের বন্ড ক্ষমতা ডিফর্মড বারের বন্ড ক্ষমতার অর্ধেক।

৬.৪ রিইনফোর্সমেন্টের অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য (Anchorage length of reinforcement) ঃ

বিমের যে বিন্দুতে বেন্ডিং মোমেন্ট সর্বাধিক পাওয়া যায়, সে বিন্দুতে টান পীড়নও সর্বাধিক এবং কংক্রিট থেকে স্টিল আলাদা হওয়ার প্রবণতা ঐ বিন্দুতেই সর্বাধিক দেখা যায়। কংক্রিট এবং স্টিল যাতে পরস্পর থেকে আলাদা না হয় বা আলাদা হওয়া প্রতিরোধ করার জন্য ঐ বিন্দুর উভয় পার্শ্বে রডের দৈর্ঘ্য যথেষ্ট দূরত্ব পর্যন্ত বর্ধিত করে দিতে হয়, যাতে বন্ধনের ক্ষেত্রফলের মান বেশি পাওয়া যায়। কংক্রিটের মধ্যে স্টিল বার স্থাপনের কৌশলকে অ্যাংকরেজ বলে।

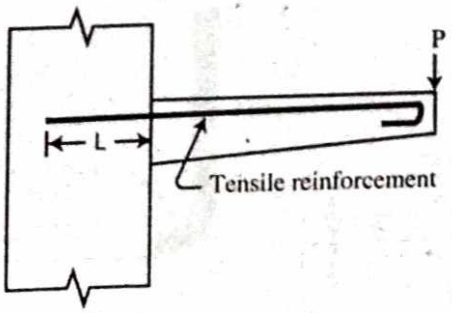
অ্যাংকরেজ প্রদান পদ্ধতি ঃ

১। কন্টিনিউয়াস, আবদ্ধ অথবা ক্যান্টিলিভার বিমের ক্ষেত্রে নেগেটিভ রিইনফোর্সমেন্টের প্রান্তে বেন্ড বা হুক তৈরি করে অথবা বারের প্রান্তকে সাপোর্টের অভ্যন্তরে সুদৃঢ়ভাবে স্থাপনের মাধ্যমে অ্যাংকরেজ-এর ব্যবস্থা করতে হয়। বেন্ডিং মোমেন্ট অনুসারে বিমের সর্বত্র রড ব্যবহারের প্রয়োজন নাও হতে পারে। এক্ষেত্রে নিরাপত্তার জন্য যে বিন্দুতে টেনসাইল রিইনফোর্সমেন্টের প্রয়োজন শেষ হয়ে যায়, তা হতে আরও কিছুদূর পর্যন্ত রিইনফোর্সমেন্ট বর্ধিত রেখে অ্যাংকরেজের ব্যবস্থা করতে হয়। সাধারণত বিমের কার্যকরী গভীরতা বা ব্যবহৃত রডের ব্যাসের 12 গুণের সমপরিমাণ দৈর্ঘ্যের রডকে (যেটি বৃহত্তর) অ্যাংকরেজের জন্য সাপোর্টের মধ্যে বর্ধিত রাখতে হয়।

২। সাধারণভাবে স্থাপিত বিমের পজিটিভ রিইনফোর্সমেন্টের কমপক্ষে $\frac{1}{3}$ অংশ পরিমাণ রডকে এবং কন্টিনিউয়াস বিমের পজিটিভ রিইনফোর্সমেন্টের ন্যূনতম $\frac{1}{4}$ অংশ পরিমাণ রডকে সাপোর্টের মধ্যে অন্ততঃ 15 সেমি দৈর্ঘ্য পরিমাণ প্রবেশ করানো দরকার।

৩। নেগেটিভ মোমেন্ট এলাকায় বারের শেষ প্রান্তে অবশ্যই হুক ব্যবহার করতে হবে। তবে অবিচ্ছিন্ন বিমের ক্ষেত্রে মধ্যবর্তী সাপোর্টের উপর কম্প্রেশন জোনে কোনো হুকের প্রয়োজন নেই।

একটি ক্যান্টিলিভার বিমে সাপোর্টের মধ্যে কত দূরত্ব পর্যন্ত রড প্রবিষ্ট থাকবে, তা নিম্নের সূত্রের সাহায্যে নির্ণয় করা যায় ঃ



চিত্র ঃ ৬.২ Cantilever beam

Scanned with AnyScanner

নোটেশনসমূহ ঃ

L = Embedded Length বা সাপোর্টের মধ্যে প্রবিষ্ট রডের দৈর্ঘ্য, সেমি

D = লম্বালম্বি টান রডের ব্যাস, সেমি

f_s = লম্বালম্বি টান রডের অনুমোদিত টান পীড়ন, কেজি/বর্গ সেমি

U_{all} = রডের প্রতি একক ক্ষেত্রের বন্ড পীড়ন, কেজি/বর্গ সেমি

A_s = রডের ক্ষেত্রফল = $\frac{\pi}{4}D^2$

লম্বালম্বি টান রডের টান বলের পরিমাণ = রডের টান পীড়ন × রডের ক্ষেত্রফল

= $f_s A_s = f_s \times \frac{\pi}{4}D^2$ ---------- (i)

লম্বালম্বি টান রডের পরিসীমা = πD

সাপোর্টের মধ্যে প্রবিষ্ট L দৈর্ঘ্য পর্যন্ত লম্বালম্বি রডের পৃষ্ঠদেশীয় ক্ষেত্রফল

= $\pi D \times L$

একক ক্ষেত্রফলে বন্ড পীড়ন, U_{all} হলে মোট বন্ধন বলের পরিমাণ = রডের পৃষ্ঠদেশীয় ক্ষেত্রফল × বন্ড পীড়ন

= $\pi DL \times U_{all}$ ---------- (ii)

সাম্যাবস্থার জন্য,

বন্ডের পরিমাণ = টান বলের পরিমাণ

অর্থাৎ, $\pi DL \times U_{all} = f_s \frac{\pi}{4}D^2$

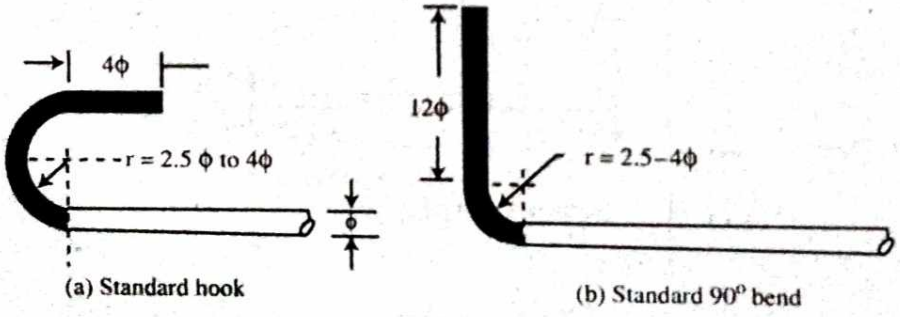
বা $L = \frac{f_s \pi D^2}{4 \pi D U_{all}}$

$\therefore L = \frac{f_s D}{4U_{all}}$ ---------- (iii)

উপরোক্ত সমীকরণ দ্বারা অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য বা ইমবেডেড লেংথ নির্ণয় করা যায়।

৬.৫ রিইনফোর্সমেন্টের স্ট্যান্ডার্ড হুক (Standard hook of reinforcement) ঃ

প্রযুক্ত বল বহনের সময় আরসিসি কাঠামোর রড ও কংক্রিটের মধ্যে বিভিন্ন মাত্রায় পীড়ন সৃষ্টি হয়। ফলে এরা পরস্পর থে আলাদা হতে চায়। রড ও কংক্রিটের মধ্যে সুদৃঢ় বন্ধন স্থাপনের জন্য কংক্রিটের মধ্যে ব্যবহৃত রডগুলোকে প্রান্তদিকে বাঁকিয়ে দে হয়, যাতে প্রযুক্ত বলের প্রভাবে কংক্রিট থেকে রড আলাদা না হয়। এটাই হুক নামে পরিচিত। হুক অর্ধবৃত্তাকার অথবা সমকো আকারের হতে পারে। সুতরাং, যান্ত্রিকভাবে পিছলানো প্রতিরোধকল্পে রডের প্রান্তে সুপরিকল্পিত মাপ অনুযায়ী বাঁক তৈরি করা হ এই সুপরিকল্পিত মাপের বাঁককে স্ট্যান্ডার্ড বা আদর্শ হুক বলে।



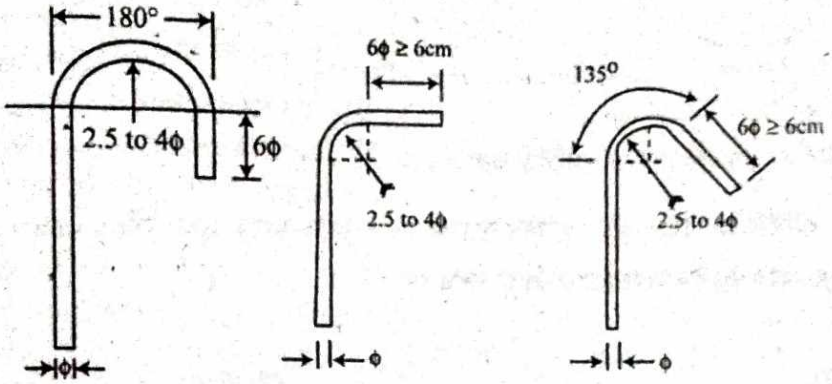
চিত্র ঃ ৬.৩

Scanned with AnyScanner

ACI কোড অনুযায়ী আদর্শ হুক নিম্নরূপ–

অর্ধবৃত্তাকার হুক (Semi-circular hook) বা 180° হুক ঃ এই জাতীয় হুক তৈরি করতে বাঁকের ব্যাসার্ধ রডের ব্যাসের $2\frac{1}{2}$ থেকে 4 গুণ এবং ঐ বাঁকের শেষ প্রান্ত থেকে আরও কমপক্ষে রডের ব্যাসের 4 গুণের সমান দৈর্ঘ্যের রড সোজা অবস্থায় রাখা হয়।

90° হুক (90° Bend hook) ঃ সমকোণী বা 90° বেন্ড তৈরির জন্য বাঁকের ব্যাসার্ধ কমপক্ষে রডের ব্যাসের $2\frac{1}{2}$ থেকে 4 গুণ এবং বাঁকের শেষ প্রান্ত থেকে আরও কমপক্ষে ব্যবহৃত রডের ব্যাসের 12 গুণ সমান দৈর্ঘ্যের রড সোজা অবস্থায় রাখা হয়।



Stirrups and ties

চিত্র ঃ ৬.8

স্টিরাপ এবং টাই এর হুক ঃ স্টিরাপ এবং টাই-এর বেন্ড কেবলমাত্র 90° কোণে অথবা 135° কোণে করা হয়। বাঁকের ব্যাসার্ধ রডের ব্যাসের $2\frac{1}{2}$ থেকে 4 গুণ এবং মুক্ত প্রান্তে 10 মিমি থেকে 25 মিমি ব্যাসের রডের ক্ষেত্রে রডের ব্যাসের 6 গুণ, 28 মিমি থেকে 35 মিমি ব্যাসের ক্ষেত্রে 8 গুণ এবং 44 মিমি থেকে 56 মিমি ব্যাসের রডের ক্ষেত্রে 10 গুণ বর্ধিত রাখা হয়।

প্রয়োজনীয় সূত্রাবলি

1. বন্ড পীড়ন, $u = \frac{V}{\Sigma_o Jd}$

এখানে, V = সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স, kg

Σ_o = ব্যবহৃত টেনসাইল রডের মোট পরিসীমা, cm

$= N\pi D$

N = রডের সংখ্যা, D = রডের ব্যাস, cm

A.C.I. কোড অনুযায়ী অনুমোদিত বন্ড পীড়ন,

(i) টপ বারের জন্য, $u = \frac{2.29\sqrt{f'c}}{D}$ এবং সর্বোচ্চ 24.6 kg/cm^2

(ii) টপ বার ছাড়া অন্যান্য বারের জন্য, $u = \frac{3.23\sqrt{f'c}}{D}$ এবং সর্বোচ্চ 35.2 kg/cm^2

2. রডের অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য, $L = \frac{f_s D}{4\, u_{all}}$

f_s = স্টিলের অনুমোদনযোগ্য পীড়ন, kg/cm^2

D = রডের ব্যাস, cm

u_{all} = গ্রহণযোগ্য বন্ড পীড়ন, kg/cm^2

Scanned with AnyScanner

৬.৬ সমস্যা সমাধান (Solved problems) ঃ

উদাহরণ-১। একটি ক্যান্টিলিভার বিমে 4টি 22 মিমি ব্যাসের রড ব্যবহার করতে হবে। যদি f_s =1400 কেজি/বর্গ সেমি এবং u_{all} = 16 কেজি/বর্গ সেমি হয়, তাহলে ঐ রডগুলো সাপোর্টের অভ্যন্তরে কতদূর পর্যন্ত প্রসারিত থাকবে? [বাকাশিবো-২০১১

সমাধান ঃ

আমরা জানি, $\therefore L = \frac{f_s D}{4u_{all}}$

$= \frac{1400 \times 2.2}{4 \times 16}$

$= 48.125 \approx 48.50$ cm

$\therefore$ সাপোর্টের অভ্যন্তরে 48.50 সেমি পর্যন্ত প্রসারিত করতে হবে।

দেয়া আছে,

L = অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য, সেমি

D = রডের ব্যাস = 22 mm = 2.2 cm

$f_s = 1400$ kg/cm^2

$u_{all} = 16$ kg/cm^2

উদাহরণ-২। একটি ক্যান্টিলিভার বিমে 4টি 19 মিমি ব্যাসের রড ব্যবহার করতে হবে। যদি f_s =1400 কেজি/বর্গ সেমি এবং u_{all} = 210 কেজি/বর্গ সেমি হয়, তবে রডটির অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য নির্ণয় কর। [বাকাশিবো-২০০৭, ০

সমাধান ঃ

আমরা জানি, $L = \frac{f_s D}{4\, u_{all}}$

এখানে, $u = \frac{2.29\sqrt{f'c}}{D} = \frac{2.29\sqrt{210}}{1.9} = 17.46$ kg/cm^2

$\therefore \quad L = \frac{1400 \times 1.9}{4 \times 17.46} = 38.08 \approx 39$ cm

$\therefore$ সাপোর্টের অভ্যন্তরে 39 সেমি পর্যন্ত প্রসারিত করতে হবে।

দেয়া আছে,

L = অ্যাংকরেজ দৈর্ঘ্য, সেমি

D = 19 mm = 1.9 cm

$f_s = 1400$ kg/cm^2

$f'c = 210$ kg/cm^2

উদাহরণ-৩। একটি সাধারণভাবে স্থাপিত বিমের দৈর্ঘ্য 5.5 মিটার, প্রস্থ 30 সেমি এবং কার্যকরী গভীরতা 50 সেমি। বিমটি নিজস্ব ওজনসহ প্রতি মিটারে 3200 কেজি লোড সমভাবে বিস্তৃত আছে। বিমটিতে 3টি 25 মিমি ব্যাসের রড ব্যবহার করলে বিমটি বন্ড পীড়নে নিরাপদ কি না দেখাও।

তথ্যাদি ঃ $f'c$ = 210 কেজি/বর্গ সেমি, f_s = 1400 কেজি/বর্গ সেমি, n = 10.

সমাধান ঃ

আমরা জানি,

$u = \frac{V}{\sum_o jd}$

$\therefore u = \frac{8800}{23.56 \times 0.866 \times 50} = 8.63$ kg/cm^2

ডিফর্মড বার ব্যবহার করলে অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন,

$u_{all} = \frac{3.23\sqrt{f'c}}{D} = \frac{3.23\sqrt{210}}{2.5}$

$= 18.72$ kg/cm^2 > 8.63 kg/cm^2

দেওয়া আছে,

এখানে, V = সর্বোচ্চ শিয়ার $= \frac{wL}{2} = \frac{3200 \times 5.5}{2} = 8800$ kg

$\sum_o$ = মোট পরিসীমা = $N\pi D = 3 \times \pi \times 2.5 = 23.56$ cm

$fc = 0.45f'c = 0.45 \times 210 = 94.5$ kg/cm^2

$k = \frac{n}{n + f_s/fc}$

$= \frac{10}{10 + \frac{1400}{94.5}} = 0.403$

$j = 1 - \frac{k}{3} = 1 - \frac{0.403}{3} = 0.866$

$\therefore$ প্রকৃত বন্ড পীড়ন অপেক্ষা অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন বেশি। সুতরাং, বিমটি বন্ড পীড়নে নিরাপদ।

Scanned with AnyScanner