স্বাগতম

মোহাম্মদ মাইনুল ইসলাম

বি এস সি ইন সিভিল ইঞ্জিঃ**(DUET)**

চিফ ইন্সট্রাক্টর (টেক/সিভিল)

শেরপুর পলিটেকনিক ইন্সটিটিউট, শেরপুর।

ডিপ্লোমা-ইন-ইঞ্জিনিয়ারিং শিক্ষাক্রম

টেকনোলজিঃ সিভিল

পর্বঃ ৭ম

বিষয়ঃ ডিজাইন অব স্ট্রাকচারু ২ (২৬৪৭৪)

অধ্যায় - ১

মেঝে স্ল্যাব

(Floor Slab)

আর সি সি মেঝে স্ল্যাবের প্রকার ভেদ :

১। একমুখী রিইনফোর্সমেন্ট পদ্ধতি অনুযায়ী -

(ক) একমুখী সলিড স্ল্যাব

- গার্ডার এবং বীম সাপোর্টের উপর স্ল্যাব
- স্টিল বীমের উপর স্ল্যাব
- ডেক স্ল্যাব

(খ) একমুখী রিবড স্ল্যাব

(গ) প্রিকাস্ট স্ল্যাব

২। দ্বিমুখী রিইনফোর্সমেন্ট পদ্ধতি অনুযায়ী –

(ক) দ্বিমুখী সলিড স্ল্যাব

- একসাথে ঢালাইকৃত বীমের উপর স্ল্যাব
- স্টিল বীমের উপর স্ল্যাব

(খ) দ্বিমুখী রিবড স্ল্যাব

(গ) বীম বিহীন স্ল্যাব

- ড্রপ প্যানেল বা কলাম ক্যাপিটাল বা উভয়ের সমন্বয়ে গঠিত ফ্লাট স্ল্যাব
- ড্রপ প্যানেল বা কলাম ক্যাপিটাল বিহীন ফ্লাট স্ল্যাব
- রিবড স্ল্যাব

সামগ্রিকভাবে আর সি সি ফ্লোর স্ল্যাবকে নিম্নলিখিতভাবে ভাগ করা যায়, যথা :

১। একমুখী স্ল্যাব, ২। দ্বিমুখী স্ল্যাব, ৩। ফ্লাট স্ল্যাব

৪। রিবড স্ল্যাব, ৫। আর বি স্ল্যাব

একমুখী স্ল্যাব :

যে সমস্ত স্ল্যাবের প্রস্থ বরাবর বিপরীত প্রান্তদ্বয় সমান্তরাল বীম বা দেয়ালের উপর অবস্থান করে এবং কেবলমাত্র একদিকে প্রধান রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা হয়, সে সমস্ত স্ল্যাবকে একমুখী স্ল্যাব বলে।

দ্বিমুখী স্ল্যাব :

যে সমস্ত স্ল্যাব চার দেয়ালের উপর অবস্থান করে এবং স্ল্যাবের উভয় দিকেই প্রধান রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা হয়, তাকে দ্বিমুখী স্ল্যাব বলে।

ফ্লাট স্ল্যাব :

যে সমস্ত স্ল্যাব কোন প্রকার বীম বা গার্ডারের উপর অবস্থান না করে সরাসরি কলামের উপর অবস্থান করে, সে সমস্ত স্ল্যাবকে ফ্লাট স্ল্যাব বলে।

ড্রপ প্যানেল :

কলামের উপরে এবং স্ল্যাবের ঠিক নিচে কলাম সেকশনের ন্যায় স্ল্যাব পুরুত্বের তুলনায় অধিক পুরুত্বের অংশকে ড্রপ প্যানেল বলে।

কলাম ক্যাপিটাল :

ফ্ল্যাট স্ল্যাবের নিচে ব্যবহৃত কলামের উপরের অংশ ক্রমশ প্রশস্ত রাখা হয়। কলামের উপরের এ প্রশস্ত অংশকে কলাম ক্যাপিটাল বলে।

ফ্লাট প্লেট স্ল্যাব :

যে সমস্ত স্ল্যাব ড্রপ প্যানেল ও কলাম ক্যাটিাল ছাড়া সরাসরি কলামের উপর অবস্থান করে, সে সমস্ত স্ল্যাবকে ফ্লাট প্লেট স্ল্যাব বলে। এ জাতীয় স্ল্যাব নির্মাণ করাকে ফ্লাট প্লেট কনস্ট্রাকশন বলে।

রিবড স্ল্যাব :

হালকা ও মাঝারি লাইভ লোডের জন্য ইহা নির্মাণ উপযোগী। ধারাবাহিকভাবে T-বীম সদৃশ্য রিব তৈরি করে যে স্ল্যাব নির্মাণ করা হয় তাকে রিবড স্ল্যাব বলে। রিব হল ছোট ছোট বীমের মত অংশ যার ভিতরে টেনসাইল রিইনফোর্সমেন্ট অবস্থান করে। রিবের মধ্যবর্তী অংশ সলিড বা ফাঁপা টাইলস দ্বারা পূরণ করা হয়।

আর বি স্ল্যাব :

আরসিসি স্ল্যাবের টেনসাইল রডকে সঠিক স্থানে ধরে রাখার জন্য যতটুকু কংক্রিটের প্রয়োজন, ততটুকু রেখে বাকী অংশ ফাঁকা রাখা হয়। এ ফাঁকা অংশ ইট বা টালি দ্বারা পূরণ করা হয়। এ ক্ষেত্রে স্ল্যাবের নিজস্ব ওজনের 50% আরসিসি এবং 50% ইট ধরা হয়। এরূপভাবে নির্মিত স্ল্যাবকে আর বি স্ল্যাব বলে।

মেঝে স্ল্যাবের লোড : স্ল্যাবের উপর সাধারণত তিন ধরনের লোড ধরা হয়। যথা :

(ক) নিশ্চল ভর ঃ

কাঠামোর নিজস্ব ওজন এবং অন্যান্য স্থায়ী ভর যেমন দরজা, জানালা, ফ্রেম, ফিটিংস, ফিক্সার ইত্যাদির লোডকে নিশ্চর ভর বা ডেড লোড বলে। বিভিন্ন পদার্থের একক ওজন বিভিন্ন রকম হয়।

(খ) সচল ভর ঃ

যে সমস্ত লোডের মান ও অবস্থান সর্বদা পরিবর্তনশীল এবং স্থানান্তরযোগ্য তাকে সচল ভর বা লাইভ লোড বলে। যেমন লোকজন, আসবাবপত্র ইত্যাদি। বিভিন্ন ধরনের ভবনে সচল ভর বিভিন্ন রকম হয়।

(গ) এনভায়রনমেন্টাল লোড ঃ

বাতাসের চাপ, তুষারপাত, ভূমিকম্প, মাটির চাপ, তাপমাত্রার পরিবর্তন ইত্যাদির কারণে কাঠামোতে যে লোড পড়ে তাদেরকে এনভায়রনমেন্টাল লোড বলে। কাঠামোর খাড়া পার্শ্বে বায়ুর চাপ ৫০-১০০ কেজি/বর্গমিটার ধরা হয়।

একমুখী এবং দ্বিমুখী স্ল্যাবের মধ্যে পার্থক্য :

একমুখী স্ল্যাব	দ্বিমুখী স্ল্যাব
১. দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের অনুপাত দ্বিগুণ বা তার বেশী	১. দৈর্ঘ্য ও প্রস্থের অনুপাত দ্বিগুণের কম অর্থাৎ প্রায় বর্গাকার স্ল্যাব
২. এ স্ল্যাব দুটি সাপোর্টের উপর অবস্থান করে	২. এ স্ল্যাব চারদিকের সাপোর্টের উপর অবস্থান করে
৩. একদিকে প্রধান রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা হয়	৩. উভয় দিকে প্রধান রিইনফোর্সমেন্ট ব্যবহার করা হয়
৪. ডিজাইন পদ্ধতি সহজ	৪. ডিজাইন পদ্ধতি একটু জটিল
৫. তাপীয় বা বিতরনী রড ব্যবহার করা হয়	৫. প্রধান রডই তাপীয় বা বিতরনী রড হিসেবে কাজ করে
৬. দক্ষ শ্রমিক না হলেও চলে	৬. দক্ষ শ্রমিকের প্রয়োজন হয়

অধ্যায়–২

একমূখী স্ল্যাব

(One way Slab)

একমূখী স্ল্যাবের ন্যূনতম পুরুত্ব: ACI কোড অনুযায়ী একমুখী স্ল্যাবের ন্যূনতম পুরুত্ব বা গভীরতা নিম্নরূপ-

- সাধারণভাবে স্থাপিত স্ল্যাব $t = L \div 25$
- আংশিক বিচ্ছিন্ন স্ল্যাব $t = L \div 30$
- সম্পূণ অবিচ্ছিন্ন স্ল্যাব $t = L \div 35$
- ক্যান্টিলিভার স্ল্যাব $t = L \div 12$

t = প্রতিমিটার কাযকরী স্প্যান দৈঘ্যে 3.3 থেকে 4 সেমি ধরা হয়, অথাৎ $t = 0.033L$ থেকে $0.04L$

L = স্প্যানের কাযকরী দৈঘ্য,সেমি

তবে উপরোক্ত মানের সাহায্যে নিজস্ব ওজন হিসাব করার পর মোমেন্টের সাপেক্ষে কাযকরী গভীরতা বের করতে $d = \sqrt{(M \div Rb)}$ সূত্রটি ব্যবহার করতে হয় ।

এখানে,d = কাযকরী গভীরতা

M = বেন্ডিং মোমেন্ট

B = বিবেচিত স্ট্রিপের প্রস্থ

ACI অনুযায়ী ছাদ স্ল্যাব 7.5 সেমি এবং মেঝে স্ল্যাব 9 সেমি হবে । তবে আমাদের দেশে 10 সেমি এর কম স্ল্যাব ঢালাই হয় না ।

সংকোচন এবং তাপ রড বা বিতরণী রড (Shrinkage and Temperature or Distribution bar):

ঢালাই করার পর শক্ত হওয়ার ফলে কংক্রিটের সংকোচন ঘটে এবং তাপমাত্রার তারতম্যের জন্য কংক্রিটের সংকোচন ও প্রসারণ ঘটে ।ফলে কংক্রিটে পীড়ণ উৎপন্ন হয় এবং তা প্রতিরোধের জন্য রড ব্যবহার করা হয় । সংকোচন প্রতিরোধ করে বলে এটাকে সংকোচন রড বলে । তাপের ফলে উৎপন্ন পীড়ণ প্রতিরোধ করে বলে এটাকে তাপ রড বলে । আগত লোড এই রডের মাধ্যমে চতুদিকে ছড়িয়ে পরে বলে এটাকে বিতরণী রডও বলা হয় ।

কোড অনুযায়ী তাপ রডের ন্যূনতম পরিমাপ হবে

(ক) মসৃণ বারের জন্য = ০.০০২৫bt

(খ) ডিফর্ম বারের জন্য = ০.০০২০bt

তবে রডের **সর্বোচ্চ** ব্যবধান স্ল্যাব পুরুত্বের ৫ গুণ বা ৪৫ সেমি এর বেশী হবে না ।

একমূখী স্ল্যাব ডিজাইনের ধাপসমূহ :

ধাপ-১: ডিজাইন লোড (Design Load)

স্ল্যাবের প্রস্থের দিকে ১০০ সেমি ফালি বিবেচনা করি

কোড অনুযায়ী স্ল্যাবের পুরুত্ব ধরে নিজস্ব ওজন বের করতে হবে ।

W = স্ল্যাবের নিজস্ব ওজন + লাইভ লোড + অন্যান্য লোড

ধাপ-২সর্বোচ্চ শিয়ার (Maximum shear)

ক) সাধারণভাবেস্থাপিত বা অবিচ্ছিন্ন স্ল্যাবের জন্য, $V = \frac{W}{2}$

খ) আংশিক অবিচ্ছিন্ন স্ল্যাবের জন্য

- বিচ্ছিন্ন প্রান্তে , $V = 0.4W$
- অবিচ্ছিন্ন প্রান্তে, $V = 0.6W$

ধাপ-৩ সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট (Maximum bending moment)

ক) সাধারণভাবে স্থাপিত স্ল্যাবের ক্ষেত্রে, $\mathrm{M} = \frac{WL}{8}$

খ) সম্পূর্ণ অবিচ্ছিন্ন স্ল্যাবের ক্ষেত্রে, $\mathrm{M} = \frac{WL}{12}$

গ) আংশিক অবিচ্ছিন্ন স্ল্যাবের ক্ষেত্রে, $\mathrm{M} = \frac{WL}{10}$

ঘ) ক্যান্টিলিভার স্ল্যাবের ক্ষেত্রে, $\mathrm{M} = \frac{WL}{2}$

ধাপ-৪ স্ল্যাবের গভীরতা (Depth of slab)

কার্যকরী গভীরতা, $d = \sqrt{\frac{M}{Rb}}$ এখানে,

M = সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট

b = বিবেচিত ফালির প্রস্থ (100 সেমি)

$R = \frac{1}{2} f_c jk$

$$K = \frac{n}{n + fs/fc} \quad , \qquad j = 1 - \frac{k}{3}$$

মোট গভীরতা = কার্যকরী গভীরতা + $\frac{\text{রডের ব্যাস}}{2}$
+মুক্ত কভারিং ।

স্ল্যাবের ক্ষেত্রে মুক্ত কভারিং 2 সেমি এবং রডের কেন্দ্র পর্যন্ত কভারিং 2.5 সেমি ধরা হয় । উল্লেখ্য, মোট গভীরতার মান ধাপ 1 অনুমানকৃত পুরুত্বের চেয়ে বেশী হবে না ।

ধাপ-৫ : টান রডের ক্ষেত্রফল (Area of Tensile Reinforcement)

রিইনফোর্স মেন্টের ক্ষেত্রফল, $As = \frac{M}{fsjd}$

এখানে কত মিমি ব্যাসের রড ব্যবহার করতে হবে তা বলে দিতে হবে ।

রডের কেন্দ্র থেকে কেন্দ্র পর্যন্ত দুরত্ব বা ব্যবধান (Spacing)

$S = \frac{bas}{As}$

এখানে, as = ব্যবহৃত একটি রডের ক্ষেত্রফল

তবে ব্যবহৃত রডের **সর্বোচ্চ** ব্যবধান স্ল্যাব পুরুত্বের 3 গুণ অথবা 45 সেমির বেশী হবে না ।

ধাপ-৬ : শিয়ার পীড়ণ নিরীক্ষা (Check for Shear Stress)

সর্বোচ্চ শিয়ার পীড়ণ , $v = \frac{V}{bd}$

সাপোর্ট থেকে `d' দুরত্বে শিয়ার পীড়ণ , $v = \frac{Vcr}{bd}$

এখানে , V= সাপোর্ট শিয়ার ফোর্স

Vcr = সাপোর্ট থেকে `d' দুরত্বে শিয়ার ফোর্স

কংক্রিটের গ্রহণযোগ্য শিয়ার পীড়ণ , $v_c = 0.292\sqrt{f'c}$

এখানে যদি v এর মান v_c অপেক্ষা বেশি হয়, তবে স্টিরাপ ব্যবহার করতে হবে ।

ধাপ-৭ :বন্ড পীড়ণ নিরীক্ষা (Check for Bond Stress)

বন্ড পীড়ণ ,

এখানে , $u = \frac{V}{\sum ojd}$ সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স

V = প্রতি মিটারে ব্যবহৃত প্রধান রডগুলোর পরিসীমার সমষ্টি

$= N\pi D \qquad [\ N = \frac{b}{S}\ ]$

অনুমোদিত বন্ড পীড়ণ ,

- টপ বারের ক্ষেত্রে, $u = \frac{2.29\sqrt{f`c}}{D}$ এবং সর্বোচ্চ24.6 Kg/Sq.cm

- অনান্য বারের ক্ষেত্রে, $u = \frac{3.23\sqrt{f`c}}{D}$ এবং সর্বোচ্চ24.6 Kg/Sq.cm এখানে, D = রডের ব্যাস

ধাপ-৮ : সংকোচন ও তাপ রডের ক্ষেত্রফল (Area of Shrinkage & Temperature rod)

ক) ডিফর্মড বারের ক্ষেত্রে , $As` = 0.0020bt$

খ) প্লেইন বারের ক্ষেত্রে , $As` = 0.0025bt$

তাপ রডের ব্যবধান , $s = \frac{100as}{As`}$ cm c/c

এখানে, $b = 1\ m = 100\ cm$

t = স্ল্যাবের মোট পুরুত্ব

a_s = একটি তাপ রডের প্রস্থচ্ছেদীয় ক্ষেত্রফল

ACIকোড অনুযায়ীতাপ রডের সর্বোচ্চ ব্যবধান স্ল্যাব পুরুত্বের 5 গুণ অথবা 45 সেমির বেশী হবে না ।

একমূখী স্ল্যাবের ছবি

video

C:\Users\Acer\
loads\One way slal

অধ্যায় - ৩

দ্বিমুখী স্ল্যাব

(Two Way Slab)

দ্বিমুখী স্ল্যাব

দ্বিমুখী স্ল্যাবের ন্যূনতম পুরুত্ব ঃ ACI কোড অনুযায়ী দ্বিমুখী স্ল্যাবের ন্যূনতম পুরুত্ব

$$t_{min} = \frac{\text{স্ল্যাবের পরিসীমা}}{১৮০} = \frac{২(L+S)\ ১০০}{১৮০} \text{ সেমি,}$$

এখানে, L = স্ল্যাবের দৈর্ঘ্য, মিটার এবং S = স্ল্যাবের প্রস্থ, মিটার

$$\text{ASTM অনুসারে, } t_{min} = \frac{\text{স্ল্যাবের পরিসীমা}}{১৮০} + ১.২৭ \text{ সেমি}$$

দ্বিমুখী স্ল্যাব ডিজাইনে মোমেন্ট সহগ ঃ

দ্বিমুখী স্ল্যাবের মোমেন্ট নির্ণয়ের ক্ষেত্রে স্ল্যাবের প্রান্ত অবস্থা বিবেচনায় ছক থেকে নির্দিষ্ট মান গ্রহণ করা হয়। এ মানকে C দ্বারা চিহ্নিত করা হয়। ইহা স্ল্যাবের প্রস্থ এবং দৈর্ঘ্যের অনুপাত $\left(m = \frac{s}{L}\right)$এর উপর নির্ভর করে।

দ্বিমুখী স্ল্যাবের প্রান্ত অবস্থা ঃ

১। অভ্যন্তরীণ প্যানেল বা চার প্রান্ত অবিচ্ছিন্ন

২। এক প্রান্ত বিচ্ছিন্ন

৩। দুই প্রান্ত বিচ্ছিন্ন

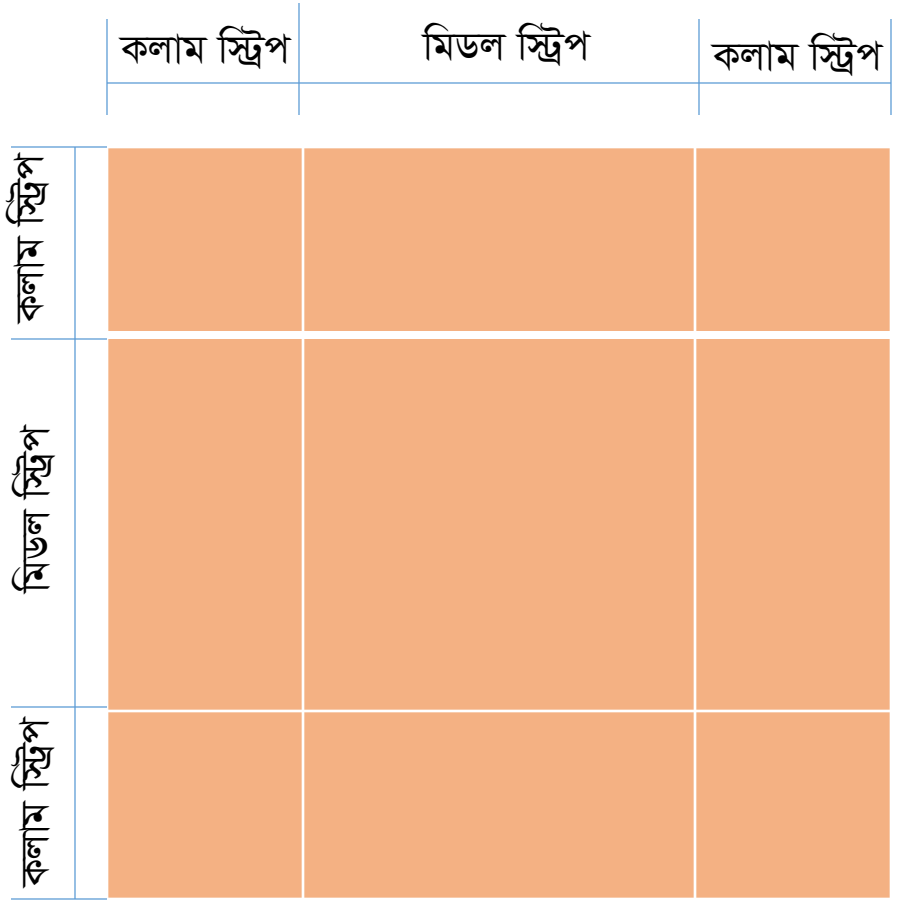
৪। তিন প্রান্ত বিচ্ছিন্ন

৫। চার প্রান্ত বিচ্ছিন্ন বা সম্পূর্ণ বিচ্ছিন্ন

মোমেন্ট নির্ণয়ের জন্য $M = CWS^2$সূত্র ব্যবহার করা হয়। সূত্রে মোমেন্ট সহগ, Cএর মান টেবিল থেকে প্রান্ত শর্ত সাপেক্ষে নেয়া হয়। Cএর মান $m = \frac{S}{L}$ এর মানের উপর নির্ভর করে।

মিডল স্ট্রিপ এবং কলাম স্ট্রিপ ঃ

স্ল্যাবকে দৈর্ঘ্য ও প্রস্থ বরাবর উভয় দিকে সমান চার ভাগে বিভক্ত করলে মাঝ খানের দুই অংশকে ($\frac{L}{2}$ বা $\frac{S}{2}$) মিডল স্ট্রিপ এবং উভয় প্রান্তে এক চতুর্থাংশকে ($\frac{L}{4}$ বা $\frac{S}{4}$) কলাম স্ট্রিপ বলে।

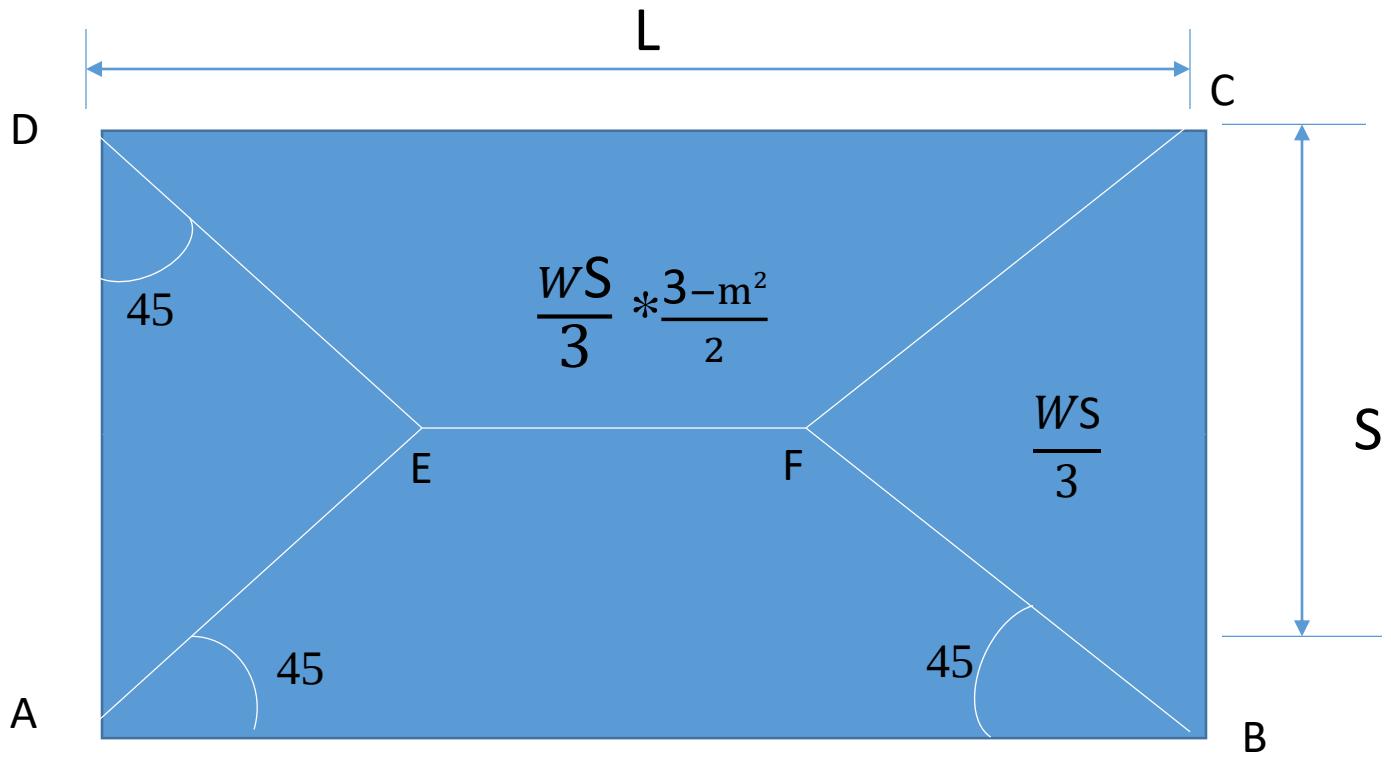


দ্বিমূখী স্ল্যাবের লোড বন্টন ব্যবস্থা ঃ

১। শর্ট স্প্যানের বীম বা দেয়ালের উপর লোড = $\frac{wS}{3}$ কেজি/মিটার

২। লং স্প্যানের বীম বা দেয়ালের উপর লোড = $\frac{wS}{3} X \frac{3-m^2}{2}$ কেজি/মিটার

S = শর্ট স্প্যানের দৈর্ঘ্য, L = লং স্প্যানের, m = শর্ট ও লং স্প্যানের অনুপাত = $\frac{S}{2}$



দ্বিমূখী স্ল্যাবের লোড বন্টনের মূল তত্ত্ব ঃ

BC সাপোর্টের উপর প্রযুক্ত লোডের পরিমাণ = wX BCF

ত্রিভুজেরক্ষেত্রফল = $wX\frac{S}{2}XSX\frac{S}{2} = \frac{WS^2}{4}$

BC সাপোর্টের প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে গড় অর্পিত লোড = $\frac{WS^2}{4XS} = \frac{WS}{4}$

কিন্তু বাস্তবে BCসাপোর্টের কেন্দ্রস্থলে অর্পিত লোড $\frac{S}{2}$গুণ বেশী পড়ে বলে এর মান$\frac{wS}{3}$ধরা হয়।

অনুরূপভাবে, AB সাপোর্টেও প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে অর্পিত লোডের পরিমাণ $= \frac{wS}{3} X \frac{3-m^2}{2}$ ধরা হয়। অতএব

১। লং স্প্যানের শিয়ার ফোর্স, $V = \frac{WS}{3}$ কেজি/মিটার

২। শর্ট স্প্যানেরশিয়ার ফোর্স, $V = \frac{WS}{3} X \frac{3-m^2}{2}$ কেজি/মিটার

দ্বিমুখী স্ল্যাব ডিজাইনের ধাপসমূহ ঃ

ধাপ - ১ ডিজাইন লোড নির্ণয়

ACI কোড অনুযায়ী স্ল্যাবের নূনতম পুরুত্ব ধরে নিজস্ব ওজন নির্ণয় করে অনান্য লোডের সাথে যেমন লাইভ লোড, ফ্লোর ফিনিশ, ঝুলন্ত সিলিং ইত্যাদি যোগ করে প্রতি বর্গমিটারে মোট লোড বের করতে হবে এবং ইহা w দ্বারা প্রকাশ করা হয়।

ধাপ-২ সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স

১) লং স্প্যানের শিয়ার ফোর্স, $V_L = \frac{WS}{3}$ কেজি/মিটার

২) শর্ট স্প্যানের শিয়ার ফোর্স, $V_L = \frac{WS}{3} X \frac{3-m^2}{2}$ কেজি/মিটার

S = শর্ট স্প্যানের দৈর্ঘ্য, L = লং স্প্যানের দৈর্ঘ্য,

m = শর্ট ও লং স্প্যানের অনুপাত $= \frac{S}{2}$

ধাপ-৩ সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট

কোড অনুযায়ী সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট, $M=CWS^2$

এখানে, C = দ্বিমুখী স্ল্যাবের মোমেন্ট সহগ

W = প্রতি বর্গমিটারে সমভাবে বিস্তৃত লোডের পরিমাণ

S = শর্ট স্প্যানের দৈর্ঘ্য

ধাপ-৪ স্ল্যাবের গভীরতা

স্ল্যাবের কার্যকরী গভীরতা, $d = \sqrt{(\frac{M}{Rb})}$

শর্ট স্প্যানের সর্বোচ্চ মোমেন্ট এবং লং স্প্যানের সর্বোচ্চ মোমেন্ট নিয়ে আলাদা আলাদাভাবে কার্যকরী গভীরতা নির্ণয় করা হয়। মোট গভীরতা বের করার জন্য কার্যকরী গভীরতার সাথে ব্যবহৃত রডের ব্যাসের অর্ধেক এবং মুক্ত কভারিং যোগ করা হয়। উভয় স্প্যানের মধ্যে প্রাপ্ত বেশী মানটিই হবে স্ল্যাবের মোট গভীরতা। এখানে উভয় স্প্যানের কার্যকরী গভীরতা বের করে রাখা হয়।

ধাপ-৫ টেনসাইল রিইনফোর্সমেন্টের ক্ষেত্রফল

প্রতি মিটার স্ট্রিপের জন্য রিইনফোর্সমেন্টের পরিমাণ, $A_s = \frac{M}{f_s jd}$

শর্ট ও লং স্প্যানের পজেটিভ ও নেগেটিভ মোমেন্টের জন্য আলাদা রিইনফোর্সমেন্ট নির্ণয় করে রডের ব্যবধান নিম্নের সূত্রের সাহায্যে বের করা হয়।

$$S = \frac{bxas}{A_s} = \frac{100as}{A_s}$$

ধাপ-৬ শিয়ার পীড়ন নিরীক্ষা

শিয়ার পীড়ন, $v = \frac{V}{bd}$

শর্ট স্প্যান ও লং স্প্যানের জন্যআলাদাভাবে শিয়ার পীড়ন নির্ণয় করা হয়। প্রাপ্ত পীড়ন কংক্রিটের গ্রহনযোগ্য v_c পীড়ন অপেক্ষা কম হবে।

ধাপ-৭ বন্ড পীড়ন নিরীক্ষা

বন্ড পীড়ন, $u = \frac{V}{\sum ojd}$ এখানে, $\sum o =$ ব্যবহৃত রডেগুলোর পরিসীমা=$N\pi D$,

প্রতি মিটারে ব্যবহৃত প্রধান রডের সংখ্যা, $N = \frac{b}{s}$

উৎপন্ন বন্ড পীড়ন অনুমোদনযোগ্য বন্ড পীড়ন অপেক্ষা কম হবে।

ধাপ-৮ কলাম স্ট্রিপের রিইনফোর্সমেন্ট

ACI কোড অনুযায়ী দ্বিমুখী স্ল্যাবের কলাম স্ট্রিপের বেন্ডিং মোমেন্ট মিডিল স্ট্রিপের বেন্ডিং মোমেন্টের ২/৩ অংশ ধরা হয়। সেজন্য কলাম স্ট্রিপের স্টিল মিডিল স্ট্রিপের স্টিলের ২/৩ অংশ পাওয়া যায়। সুতরাং কলাম স্ট্রিপের রডের ব্যবধান মিডিল স্ট্রিপের ব্যবধানের ৩/২ = ১.৫ গুণ হবে। তবে তা স্ল্যাবের পুরুত্বের ৩ গুনের বেশী হবে না।

উদাহরণ: একটি 5 m x 4 m পরিমাপের দ্বিমুখী স্ল্যাব ডিজাইন কর।
তথ্যাদি: $f'_c = 210\ kg/cm^2$, $fs = 1400\ kg/cm^2$, n=10, Live load=$500\ kg/m^2$, Floor finish=$80\ kg/m^2$

মোমেন্টের জন্য প্রান্ত শর্ত	শর্ট স্প্যান m এর মান			লং স্প্যান m এর সব মানের জন্য
	0.9	0.8	0.7	
নেগেটিভ মোমেন্টের সহগ	0.040	0.048	0.055	0.033
পজেটিভ মোমেন্টের সহগ	0.030	0.036	0.041	0.025

সমাধান:

ধাপ - ১ ডিজাইন লোড নির্ণয়

স্ল্যাবের ন্যূনতম পুরুত্ব, t = 9 cm

অথবা, $t = \frac{\text{স্ল্যাবের পরিসীমা}}{180} = \frac{2(5+4)X\ 100}{180}$ = 10 cm , এক্ষেত্রে স্ল্যাবের পুরুত্ব, t = 10 cm

ক) স্ল্যাবের নিজস্ব ওজন = 1x 10/100 x 2400 = 240 kg/m

খ) লাইভ লোড = 1 x 500 = 500 ”

গ) ফ্লোর ফিনিস = 1 x 80 = 80 ”

মোট লোড , w = 820 ”

ধাপ-২ সর্বোচ্চ শিয়ার ফোর্স

১) লং স্প্যানের শিয়ার ফোর্স, $V_S = \frac{WS}{3} = \frac{820x4}{3}$ = 1093.33 কেজি/মিটার

২) শর্ট স্প্যানের শিয়ার ফোর্স, $V_L = \frac{WS}{3} X \frac{3-m^2}{2} = \frac{820x4}{3} X \frac{3-0.82}{2}$ = 1290.13 কেজি/মিটার

ধাপ-৩ সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট

শর্ট স্প্যান ঃ

ক) অবিচ্ছিন্ন প্রান্তে নেগেটিভ মোমেন্ট,

$$M = CwS^2 = 0.048 \times 820 \times 4^2 \times 100 = 62976 \text{ kg-cm}$$

খ) মধ্য স্প্যানে পজেটিভ মোমেন্ট,

$$M = CwS^2 = 0.036 \times 820 \times 4^2 \times 100 = 47232 \text{ kg-cm}$$

লং স্প্যান ঃ

ক) অবিচ্ছিন্ন প্রান্তে নেগেটিভ মোমেন্ট,

$$M = CwS^2 = 0.033 \times 820 \times 4^2 \times 100 = 43296 \text{ kg-cm}$$

খ) মধ্য স্প্যানে পজেটিভ মোমেন্ট,

$$M = CwS^2 = 0.048 \times 820 \times 4^2 \times 100 = 32800 \text{kg-cm}$$

ধাপ-৪ স্ল্যাবের গভীরতা

শর্ট স্প্যানের জন্য

কার্যকরী গভীরতা, $d_s = \sqrt{\left(\frac{M}{Rb}\right)}$

এখানে, $R = \frac{1}{2} f_c jk$, $f_c = 0.45 f'_c = 0.45 \times 210 = 94.5 \text{ kg/cm}^2$

$K = \frac{n}{n+\frac{fs}{fc}} = \frac{10}{10+\frac{1400}{94.5}} = 0.403$, $j = 1 - \frac{K}{3} = 1 - \frac{0.403}{3} = 0.866$

$R = \frac{1}{2} \times 94.5 \times 0.866 \times 0.403 = 16.49$, $b = 1 \text{ m} = 100 \text{ cm}$

$d_s = \sqrt{\left(\frac{M}{Rb}\right)} = \sqrt{\left(\frac{62976}{16.49 \times 100}\right)} = 6.18 \text{ cm}$

12 mm ব্যাসের রড ব্যবহার করলে মোট গভীরতা,

$t = d + \frac{\text{রডের ব্যাস}}{2} + \text{মুক্ত কভারিং} = 6.18 + \frac{1.2}{2} + 2 = 8.78 \text{ cm} < 10 \text{ cm}$

লং স্প্যানের জন্য কার্যকরী গভীরতা,

$d_L = \sqrt{(\frac{M}{Rb})} = \sqrt{(\frac{43296}{16.49x100})} = 5.12$ cm

12 mm ব্যাসের রড ব্যবহার করলে মোট গভীরতা, মুক্ত কভারিং

$t = d + \text{রডের ব্যাস} + \frac{\text{রডের ব্যাস}}{2} + \text{মুক্ত কভারিং} = 5.12+1.2+\frac{1.2}{2}+2 = 8.92 \text{ cm} < 10\text{cm}$

অতএব,উভয় ক্ষেত্রে ঠিক আছে। কাজেই, $t = 10$ cm

$d_S = 10 - (\frac{1.2}{2} + 2) = 7.4$ cm ,$d_L = 10 - (1.2 + \frac{1.2}{2} + 2) = 6.2$ cm

ধাপ-৫ টেনসাইল রিইনফোর্সমেন্টের ক্ষেত্রফল

12 mm ব্যাসের রড ব্যবহার করলে ক্ষেত্রফল, $a_s = \frac{\pi}{4} x\ 1.2^2 = 1.13\ cm^2$

শর্ট স্প্যান ঃ

ক) অবিচ্ছিন্ন প্রান্তে, $A_s = \frac{-M}{fsjd_S} = \frac{62976}{1400x0.866x7.4} = 7.02\ cm^2$,

ব্যবধান, $S = \frac{ba_s}{A_s} = \frac{100x1.13}{7.02} = 16.09 \text{ cm} \approx 16 \text{ cm}$ c/c

খ) মধ্য স্প্যানে, $A_s = \frac{+M}{fsjd_S} = \frac{47232}{144x0.866x7.4} = 5.26$ cm

ব্যবধান, $S = \frac{ba_s}{A_s} = \frac{100x1.13}{5.26} = 21.48$ cm ≈ 21 cm c/c

লং স্প্যান ঃ

ক) অবিচ্ছিন্ন প্রান্তে, $A_s = \frac{-M}{fsjd_L} = \frac{43296}{1400x0.866x6.2} = 5.76$ cm^2,

ব্যবধান, $S = \frac{ba_s}{A_s} = \frac{100x1.13}{5.76} = 19.61$ cm ≈ 19.5 cm c/c

খ) মধ্য স্প্যানে,$A_s = \frac{+M}{fsjd_L} = \frac{32800}{144x0.866x6.2} = 4.36$ cm

ব্যবধান, $S = \frac{ba_s}{A_s} = \frac{100x1.13}{4.36} = 25.91$ cm ≈ 25.5 cm c/c

ধাপ-৬ শিয়ার পীড়ন নিরীক্ষা

শর্ট স্প্যান ঃশিয়ার পীড়ন, $v = \frac{V}{bd} = \frac{1093.33}{100x7.4} = 1.48 kg/cm^2$

লং স্প্যান ঃ শিয়ার পীড়ন, $v = \frac{V}{bd} = \frac{1290.13}{100x6.2} = 2.08\ kg/cm^2$

কংক্রিটের অনুমোদিত শিয়ার পীড়ন, $v_c = 0.292\sqrt{f'_c} = 0.292\sqrt{210} = 4.23\ kg/cm^2$
সুতরাং উভয় ক্ষেত্রে শিয়ার পীড়নে স্ল্যাবটি নিরাপদ।

ধাপ-৭ বন্ড পীড়ন নিরীক্ষা

শর্ট স্প্যান ঃ

বন্ড পীড়ন, $u = \frac{V}{\sum ojd}$ এখানে, $\sum o$ = ব্যবহৃত রডগুলোর পরিসীমা= $N\pi D = \frac{100}{21} x\pi x1.2 = 17.95$ cm

$$u = \frac{1093.33}{17.95x0.866x7.4} = 9.5\ kg/cm^2$$

লং স্প্যান ঃ

বন্ড পীড়ন, $u = \frac{V}{\sum ojd}$ এখানে, $\sum o$ = ব্যবহৃত রডগুলোর পরিসীমা=$N\pi D = \frac{100}{25.5} x\pi x1.2 = 14.78$ cm

$$= \frac{1290.13}{14.78x0.866x6.2} = 16.26\ kg/cm^2$$

কংক্রিটের অনুমোদিত বন্ড পীড়ন, $u = \frac{3.23\sqrt{f'_c}}{D} = \frac{3.23\sqrt{210}}{1.2} = 39.0\ kg/cm^2$, কিন্তু সর্বোচ্চ $35\ kg/cm^2$

উভয় ক্ষেত্রেই উৎপন্ন বন্ড পীড়ন অনুমোদিত বন্ড পীড়ন অপেক্ষা কম। অতএব স্ল্যাবটি নিরাপদ।

ধাপ-৮ কলাম স্ট্রিপের রিইনফোর্সমেন্ট

শর্ট স্প্যান ঃ

ক) অবিচ্ছিন্ন প্রান্তে রডের ব্যবধান, S = 16 x 1.5 = 24 cm c/c

খ) মধ্য স্প্যানে রডের ব্যবধান, S = 21 x 1.5 = 31.5 cm, কিন্তু সর্বোচ্চ 30 cm c/c

লং স্প্যান ঃ

ক) অবিচ্ছিন্ন প্রান্তে রডের ব্যবধান, S = 19.5 x 1.5 = 29.25 cm = 29 cm c/c

খ) মধ্য স্প্যানে রডের ব্যবধান, S = 25.5 x 1.5 = 38.25 cm, কিন্তু সর্বোচ্চ 30cm c/c

অধ্যায় - ৪

সিঁড়ি স্ল্যাব

(Stair Slab)

আরসিসি সিঁড়ি স্ল্যাব ডিজাইনে নীতিসমূহ ঃ

ভবনের একতলা হতে অন্য তলায় নিরাপদে ও সহজে যাতায়াত এবং মালামাল বহনের জন্য কতগুলো ধারাবাহিক ধাপযুক্ত পথকে সিঁড়ি বলে। সিঁড়ি যে ঘরে অবস্থান করে তাকে সিঁড়ি ঘর বলে। সিঁড়ি এমন স্থনে নির্মাণ করা উচিৎ যাতে পর্যাপ্ত আলো বাতাস পাওয়া যায়। আবাসিক ভবনে এর প্রস্থ ৯০ সেমি এবং পাবলিক বিল্ডিংএ ১.৫ মিটার হতে ১.৮ মিটার হওয়া উচিৎ। সিঁড়িতে কমপক্ষে ৩টি, তবে সচরাচর ১০/১২ টি ধাপ রাখা উচিৎ। সিঁড়ি যে স্ল্যাবের উপর অবস্থান করে তাকে ওয়েস্ট স্ল্যাব বলে। সিঁড়ির ল্যান্ডিং এর চওড়া প্রস্থের সমান হবে।

বিভিন্ন প্রকার সিঁড়ি ঃ

১। একমুখী সিঁড়ি

২। ডগ লেজড সিঁড়ি

৩। ওপেন নিউয়েল বা ওপেন ওয়েল সিঁড়ি

৪। জিওমেট্রিক্যাল সিঁড়ি

৫। বৃত্তাকার সিঁড়ি

৬। বাইফারকেটেড সিঁড়ি

রাইজার এবং ট্রেড ঃ

ওয়েস্ট স্ল্যাবের ঢাল 40° থেকে 25° এর মধ্যে রাখা উচিৎ।

ট্রেড ও রাইজারের মধ্যে সম্পর্ক -

(ক) আমেরিকান কোড অনুযায়ী -

- ট্রেড + রাইজার = ৪৪ সেমি
- ট্রেড * রাইজার =৪০০ থেকে ৪৫০ বর্গসেমি

(খ) ইন্ডিয়ান কোড অনুযায়ী -

- ট্রেড + ২ x রাইজার = ৬০ সেমি
- ট্রেড x রাইজার = ৪০০ থেকে ৪২০ বর্গসেমি

আবাসিক ভবনের : রাইজার ১৫ থেকে ১৮ সেমি এবং ট্রেড ২৩ থেকে ২৭ সেমি

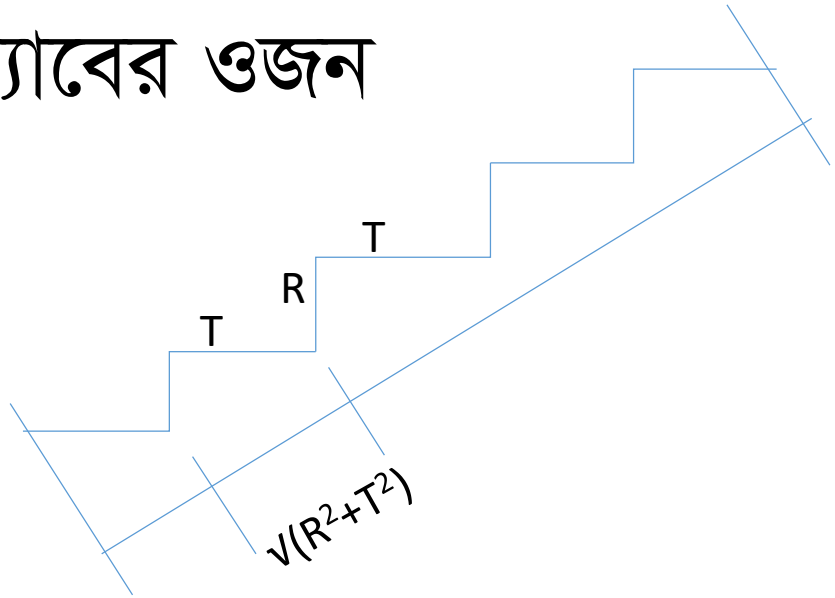
পাবলিক ভবনের : রাইজার ২৩ থেকে ৩০ সেমি এবং ট্রেড ১৪ থেকে ১৫ সেমি

ওয়েস্ট স্ল্যাবের ওজন :

প্রতি বর্গমিটার আনুভূমিক ক্ষেত্রফলে ওয়েস্ট স্ল্যাবের ওজন

$$= \frac{\sqrt{(R^2+T^2)}}{T} \text{x } 1 \text{ x } \frac{S}{100} \text{ x } 2400$$

$$= S \text{ x } \sqrt{(R^2+T^2)} \text{ x } \frac{24}{T} \text{কেজি/বর্গমিটার}$$



R = রাইজারের উচ্চতা, সেমি

T = ট্রেডের প্রস্থ, সেমি

S = ওয়েস্ট স্ল্যাবের পুরুত্ব, সেমি

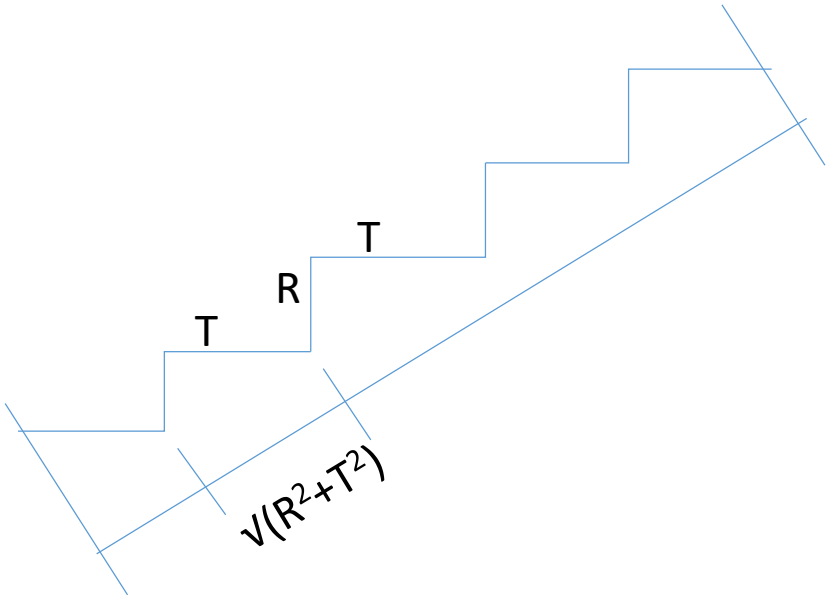
স্টেপের ওজন :

একক দৈর্ঘ্যে স্টেপের ওজন

$$= \frac{\frac{1}{2} \text{ x } \frac{T}{100} \text{ x} \frac{R}{100} \text{ x } 1 \text{ x } 2400}{\frac{T}{100}} \text{kg/m}^2$$

$$= \frac{1}{2} \text{ x} \frac{R}{100} \text{ x } 2400 \text{ kg/m}^2$$

$$= 12R \text{ kg/m}^2$$



উদাহরণ: আরসিসি সিঁড়ির একটি ফ্লাইটে 15 সেমি মাপের 13 টি রাইজার এবং 30 সেমি মাপের 12 টি ট্রেড আছে নিম্নের তথ্যাদির সাহায্যে সিঁড়িটি ডিজাইন কর। তথ্যাদি:- লাইভ লোড = 450 kg/m^2, f_c =94 kg/cm^2 , fs=1400 kg/cm^2, v_c = 4.2 kg/cm^2, u = 16 kg/cm^2 n=10 ,

সমাধান :

ধাপ - ১ লোড নির্ণয়

স্প্যান দৈর্ঘ্য = 12 x 30 = 360 cm = 3.6 m

মনে করি, ওয়েস্ট স্ল্যাবের পুরুত্ব, S = 15 cm1 m স্ট্রিপ বিবেচনা করি

(ক) ওয়েস্ট স্ল্যাবের ওজন $= S \times \sqrt{(R^2+T^2)} \times 1 \times \frac{24}{T} = 15 \times \sqrt{(15^2+30^2)} \times \frac{24}{30} = 402.5 kg/m^2$

(খ) ধাপের ওৎন = 12 R = 12 x 15 = 180 ”

(ঘ) লাইভ লোড = 450 ”

প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে মোট লোড, w = 1032.5 ”

ধাপ - ২ সর্বোচ্চ শিয়ার ফোস

$$V=\frac{wL}{2}=\frac{1032.5 \text{ x } 3.6}{2}=1858.5 \text{ kg}$$

ধাপ - ৩ সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট

$$M=\frac{wL^2}{8}=\frac{1032.5 \text{ x } 3.6^2}{8}\text{x } 100 = 167265 \text{ kg-cm}$$

ধাপ - ৪ স্ল্যাবের গভীরতা

কার্যকরী গভীরতা,

$$d=\sqrt{(\frac{M}{Rb})}=\sqrt{(\frac{167265}{16.36x100})}=10.11 \text{ cm},$$

এখানে, $K=\frac{n}{n+\frac{fs}{fc}}=\frac{10}{10+\frac{1400}{94.5}}=0.403$

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

$$R=\frac{1}{2}f_cjk=\frac{1}{2}x94x0.866x0.403=16.36$$

b = 1 m =100 cm

12mm ব্যাসের রড ব্যবহার করি এবং মুক্ত কভারিং 2 cm ধরলে,

মোট গভীরতা, $t = 10.11 + 2 + \frac{1.2}{2} = 12.71 \text{ cm} \approx 13 \text{ cm} < 15 \text{ cm}$

অতএব, ঠিক আছে। এখানে, কার্যকরী গভীরতা, $d = 13 - 2 - \frac{1.2}{2} = 10.4 \text{ cm}$

ধাপ - ৫ টেনসাইল রডের ক্ষেত্রফল

$$A_s = \frac{M}{f_s jd} = \frac{167265}{1400x0.866x10.4} = 13.27 \text{ cm}^2$$

12mmব্যাসের রড ব্যবহার করলে ক্ষেত্রফল, $a_s = \frac{\pi x 1.22}{4} = 1.13 \text{ cm}^2$

ব্যবধান, $S = \frac{100as}{A_s} = \frac{100x1.13}{13.27} = 8.52 \text{ cm} \approx 8.5 \text{ cm c/c}$

ধাপ - ৬ শিয়ার পীড়ন নিরীক্ষা

$$v = \frac{V}{bd} = \frac{1858.5}{100x10.4} = 1.79\ kg/cm^2 < 4.2kg/cm^2$$

অতএব, নিরাপদ।

ধাপ - ৭ বন্ড পীড়ন নিরীক্ষা

$$u = \frac{V}{\sum ojd}$$

এখানে, $\sum o = N\pi D = \frac{100}{8.5} \times \pi \times 1.2 = 44.35\ cm$

$$= \frac{1858.5}{44.35x0.866x10.4} = 4.65\ kg/cm^2 < 16\ kg/cm^2$$

অতএব, নিরাপদ।

ধাপ - ৮ তাপীয় রডের ক্ষেত্রফল

$A_s' = 0.0025bt = 0.0025 \times 100 \times 13 = 3.25\ cm^2$

10মিমি ব্যাসের রড ব্যবহার করলে

ক্ষেত্রফল $= \frac{\pi \times 1.02}{4} = 0.785\ cm^2$

ব্যবধান $= \frac{100 \times 0.785}{3.275} = 23.96\ cm \approx 23.5\ cm\ c/c$

অধ্যায় - ৫

কলাম

(Column)

বিভিন্ন প্রকার আর সি সি কলাম ঃ

যে সকল খাড়া কাঠামো উল্লম্ব লোড বহন করে তাদেরকে কলাম বলে। ACI কোড অনুযায়ী বৃত্তাকার কলামের ন্যূনতম ব্যাস 25 সেমি এবং আয়তাকার কলামের ন্যূনতম পার্শ্বমাপ 20 সেমি। তবে ক্ষেত্রফল 620 বর্গ সেমির কম হবে না। কলামকে দুই শ্রেণীতে ভাগ করা যায়, যথা -

১)**শর্ট কলাম :-** যে কলামের দৈর্ঘ্যের সহিত তার প্রস্থচ্ছেদের ন্যূনতম পার্শ্বমাপের অনুপাত 10 অথবা 10 এর কম, তাকে শর্ট কলাম বলে। অর্থাৎ $\frac{h}{t} \leq 10$ হলে শর্ট কলাম বলে। আবার স্লেন্ডারনেস রেশিওর মান 80 এর কম হলে তাকে শর্ট কলাম বলে।

১)লং কলাম :- যে কলামের দৈর্ঘ্যের সহিত তার প্রস্থচ্ছেদের ন্যূনতম পার্শ্বমাপের অনুপাত 10 এর বেশী, তাকে লং কলাম বলে। অর্থাৎ $\frac{h}{t}$>10 হলে লং কলাম বলে। আবার স্লেন্ডারনেস রেশিওর মান 80 এর বেশী হলে তাকে লং কলাম বলে।

স্লেন্ডারনেস রেশিও : কলামের মুক্ত দৈর্ঘ্য বা অসমর্থিত দৈর্ঘ্য এর সহিত এর ন্যূনতম রেডিয়াস অব জাইরেশনের অনুপাতকে স্লেন্ডারনেস রেশিও বলে। অর্থাৎ, S.R. = $\frac{h}{r}$

রেডিয়াস অব জাইরেশন : মোমেন্ট অব ইনার্শিয়া এবং ক্ষেত্রফলের অনুপাতের বর্গমূলকে রেডিয়াস অব জাইরেশন বলে। অর্থাৎ, r =$\sqrt{(\frac{I_{min}}{A})}$

রিইনফোর্সমেন্ট অনুযায়ী কলাম নিম্নলিখিতভাবে হয় -

১) টাইড কলাম

২) স্পাইরাল কলাম

৩) কম্পোজিট কলাম

৪) কম্বিনেশন কলাম

৫) পাইপ কলাম

টাইড কলামে ১৬ মিমি ব্যাসের কমপক্ষে ৪ টি খাড়া রড থাকবে এবং টাই রড হিসেবে ৬ মিমি থেকে ১২ মিমি ব্যাসের রড ব্যবহার করা হয়। স্পাইরাল কলামে ১৬ মিমি ব্যাসের কমপক্ষে ৬ টি খাড়া রড এবং ৬ মিমি থেকে ১২ মিমি ব্যাসের রড স্পাইরাল রিইনফোর্সমেন্ট হিসেবে ব্যবহার করা হয়।

কলাম রিডাকশন ফ্যাক্টর :

দৈর্ঘ্য নির্বিশেষে সমস্ত কলামের ক্ষেত্রেই নিরাপদ লোড নির্ণয়ের জন্য অনুমোদিত অক্ষিয় লোড বহন ক্ষমতাকে একটি ফ্যাক্টর দ্বারা গুণ করা হয়। আর ডিজাইন লোড নির্ণয়ের ক্ষেত্রে অক্ষীয় লোডকে ফ্যাক্টর দ্বারা ভাগ করা হয়। এই ফ্যাক্টরকে কলাম রিডাকশন ফ্যাক্টর বলে। একে R দ্বারা সূচীত করা হয়। অর্থাৎ, $R = (1.07 - 0.008 \frac{h_e}{r}) \leq 1$

h_e= কলামের কার্যকরী দৈর্ঘ্য,

r = ন্যূনতম রেডিয়াস অব জাইরেশন,

তবে হিসাবের সুবিধার্থে নিম্নলিখিতভাবে ধরা হয়

r = 0.3 x পার্শ্ব মাপ (আয়তাকার কলামের ক্ষেত্রে)

r = 0.25 xকলামের ব্যাস (বৃত্তাকার কলামের ক্ষেত্রে)

টাই রড এবং স্পাইরালের ব্যবধান

(ক) টাই রডের ব্যবধান :

- 16 x প্রধান রডের ব্যাস
- 48 x টাই রডের ব্যাস
- কলামের ন্যূনতম পার্শ্ব মাপ

উপরোক্ত তিনটি মানের মধ্যে সবচেয়ে কম মানটি হবে।

(খ) স্পাইরালের ব্যবধান বা পিচ দুরত্ব :

১) কেন্দ্র থেকে কেন্দ্র ব্যবধান $\frac{1}{6}$ x কোর ব্যাসের অধিক নহে

২) মুক্ত ব্যবধান 7.5 সেমি এর অধিক নয় এবং 3.5 সেমি এর কম নয়

৩) মুক্ত ব্যবধান 1.5 x সর্বোচ্চ মাপের খোয়ার আকারের কম নয়

উদাহরণ: 90 টন অক্ষীয় লোড নিরাপদে বহন করতে পারে এরূপ একটি টাইড কলাম ডিজাইন কর। তথ্যাদি: $f'_c = 200\ kg/cm^2$, $fs = 1600\ kg/cm^2$, $n = 10$, $f_y = 4000\ kg/cm^2$

ধরি, কলামের আকার 30cm x 30cm,

কলামের ক্ষেত্রফল, $Ag = 30 \times 30 = 900\ cm^2$

সুতরাং $P = 0.85Ag\ (0.25f'_c + fsPg)$

or, $90 \times 1000 = 0.85 \times 900(0.25 \times 200 + 1600 \times Pg)$

or, $Pg = 0.0423 > 0.01 < 0.08$ অতএব ঠিক আছে।

খাড়া রডের ক্ষেত্রফল, $A_{st} = Ag \times Pg = 900 \times 0.0423 = 38.07\ cm^2$

25mmব্যাসের রড ব্যবহার করলে, রডের সংখ্যা $= \frac{38.07}{\frac{\pi}{4x2.52}} = 8$ টি

টাই রড ডিজাইন ঃ

8 mm ব্যাসের রড ব্যবহার করলে, ব্যবধান

1) 16 x প্রধান রডের ব্যাস = 16 x 2.5 = 40 cm

2) 48 x টাই রডের ব্যাস = 48 x 0.8 = 38.4 cm

৩) ন্যূনতম পার্শ্ব মাপ = 30 cm c/c

সুতরাং 8 mm ব্যাসের রড টাই হিসাব 30 cm c/c ব্যবধানে বসাতে হবে।

অধ্যায় - ৬

আর সি সি ফুটিং

R C C Footing

আর সি সি ফুটিং ডিজাইনের নীতি ঃ

কাঠামোর বসন প্রতিরোধে উপরস্থ লোডকে মাটির শক্ত স্তরে ছড়িয়ে দিতে হয়। এ উদ্দেশ্যে ভিত্তির সর্ব নিম্ন অংশকে ধাপে ধাপে বৃদ্ধি করে প্রশস্ত করা হয়। ভিত্তির এই প্রশস্ত অংশকে ফুটিং বলা হয়। অধিক লোড আরোপিত হলে ফুটিংকে আর সি সির তৈরি করা হয়। ভিত্তি প্রধানত দুই প্রকার, যথা -

গভীর ভিত্তি : যখন কাঠামোর সর্ব নিম্ন অংশকে মাটির অনেক গভীরে শক্ত স্তরে স্থাপন করা হয়, তাকে গভীর ভিত্তি বলে। যেমন- পাইল ভিত্তি, পায়ার ভিত্তি,ওয়েল ভিত্তি ইত্যাদি।

অগভীর ভিত্তি : যখন কাঠামোর সর্ব নিম্ন অংশকে মাটির অভ্যন্তরে স্বল্প গভীরে স্থাপন করা হয়, তাকে অগভীর ভিত্তি বলে। অগভীর ভিত্তি মূলত তিন ধরনের যেমন-

- ❖ স্প্রেড ফুটিং
- ❖ কম্বাইন্ড ফুটিং
- ❖ র‍্যাফট বা ম্যাট ভিত্তি

স্প্রেড ফুটিং আবার দুই ধরনের। যথা-

- ➢ ওয়াল ফুটিং
- ➢ স্বতন্ত্র কলাম ফুটিং

ওয়াল ফুটিংকে অবিচ্ছিন্ন ফুটিংও বলে। একে আবার দুইভাগে ভাগ করা হয়। যথা-

- ম্যাসনরি ওয়াল ফুটিং
- কংক্রিট ওয়াল ফুটিং

আকারের উপর ভিত্তি করে স্বতন্ত্র কলাম ফুটিংকে নিম্নলিখিত ভাগে ভাগ করা হয়েছে। যথা-

১) সমপুরুত্বের বর্গাকৃতি ফুটিং
২) ঢালু বর্গাকৃতি ফুটিং
৩) ধাপ বিশিষ্ট বর্গাকৃতি ফুটিং
৪) সমপুরুত্বের আয়তাকার ফুটিং
৫) ঢালু আয়তাকার ফুটিং

মাটির নিরাপদ ভার বহন ক্ষমতা ঃ

কোনরূপ ব্যর্থতা ব্যতিরেকে মাটি একক ক্ষেত্রফলে তার উপরস্থ যতটুকু লোড বহন করতে পারে তাকে মাটির ভার বহন ক্ষমতা বলে। মাটির কণার বৈশিষ্ট্যের উপর ভার বহন ক্ষমতা নির্ভর করে।ন্যূনতম যে ভারে ভিত্তি ব্যর্থ হয়, তাকে মাটির সর্বোচ্চ ভার বহন ক্ষমতা বলে। মাটির সর্বোচ্চ ভার বহন ক্ষমতাকে নিরাপদ সহগ দ্বারা ভাগ করলে মাটির নিরাপদ ভার বহন ক্ষমতা পাওয়া যায়। নিরাপদ সহগ ২ থেকে ৩ এর মধ্যে ধরা হয়।

ভিত্তির প্রশস্ততা ঃ

কাঠামোর সর্ব নিম্নতল যা মাটির সংস্পর্শে থাকে তাকে ভিত্তি তল বলে। এ অংশের প্রশস্ততাকে ভিত্তির প্রশস্ততা বলে।

ভিত্তির প্রশস্ততা, $L=\frac{W}{P}$ এখানে, W= প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে মোট লোড,কেজি

P = মাটির ভার বহন ক্ষমতা, কেজি/মিটার

ভিত্তির গভীরতা ঃ

ভিত্তির ন্যূনম গভীরতা ধরা হয় ৭৫ সেমি। র‍্যানকিনের সূত্রানুসারে ভিত্তির ন্যূনতম গভীরতা,

$D = \frac{P}{W}\left(\frac{1-sin\Phi}{1+sin\Phi}\right)^2$ এখানে, P= মাটির ভার বহন ক্ষমতা

W = মাটির একক আয়তনের ওজন

Φ = মাটির স্থিরতা কোণ

কংক্রিট এবং ম্যাশনরি দেয়াল ফুটিং এর ক্রিটিক্যাল সেকশন ঃ

- কংক্রিট এবং ম্যাশনরি দেয়ালের ক্ষেত্রে শিয়ারের জন্য ক্রিটিক্যাল সেকশন, দেয়াল পৃষ্ঠ হতে d দুরত্বে। এখানে,d = ফুটিং এর কার্যকরী গভীরতা।
- কংক্রিট দেয়ালের ক্ষেত্রে বেন্ডিং মোমেন্ট এবং বন্ডের জন্য, ওয়াল পৃষ্ঠ বরাবর ধরা হয়।
- ম্যাশনরি দেয়ালের ক্ষেত্রে বেন্ডিং মোমেন্ট এবং বন্ডের জন্য ওয়াল পৃষ্ঠ থেকে ওয়ালের এক চতুর্থাংশ $\left(\frac{a}{4}\right)$ ভিতরে ধরা হয়। এখানে, a= দেয়ালের পুরুত্ব

ওয়াল ফুটিং ডিজাইনের ধাপসমূহ ঃ

ধাপ - ১ ডিজাইন লোড

(ক) ওয়ালের প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে আরোপিত লোড

(খ) ফুটিং এর নিজস্ব ওজন = আরোপিত লোডের ৪% থেকে ১০% ধরা হয়।

মোট লোড, W = আরোপিত লোড + ফুটিং এর নিজস্ব ওজন

ধাপ - ২ ফুটিং এর চওড়া

$$\text{ফুটিং এর ক্ষেত্রফল} = \frac{\text{মোট লোড}}{\text{মাটির ভার বহন ক্ষমতা}} = \frac{W}{P}$$

এখানে, P = মাটির ভার বহন ক্ষমতা

$$\text{ফুটিং এর চওড়া, } L = \frac{\text{ক্ষেত্রফল}}{\text{দৈর্ঘ্য}} = \frac{A}{1m} \text{ মিটার}$$

ধাপ - ৩ সর্বোচ্চ বেন্ডিং মোমেন্ট

প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে মাটির উর্ধ্বমুখী লোড,

$$W = \frac{\text{দেয়ালের আরোপিত লোড}}{\text{ফুটিং এর চওড়া}} = \frac{\text{দেয়ালের আরোপিত লোড}}{L}$$

(ক) কংক্রিট ওয়ালের জন্য বেন্ডিং মোমেন্ট, $M = w \times \left(\frac{L-a}{2}\right) \times \left(\frac{L-a}{2} \; X \; \frac{1}{2}\right) = \frac{w(L-a)2}{8}$

(খ) ম্যাসনরি ওয়ালের জন্য, $M = w \times \left(\frac{L-a}{2} + \frac{a}{4}\right) \times \frac{1}{2} \left(\frac{L-a}{2} + \frac{a}{4}\right) = \frac{w}{2} \left(\frac{L-a}{2} + \frac{a}{4}\right)^2$

এখানে, L = ফুটিং এর চওড়া, মিটার

a = ওয়ালের পুরুত্ব ,মিটার

W = ফুটিং এর নিম্ন তলে প্রতি বর্গমিটারে মাটির উর্ধ্বমুখী বল

$$= \frac{\text{দেয়ালের আরোপিত লোড}}{\text{ফুটিং এর চওড়া}} \text{কেজি/মিটার}$$

ধাপ - ৪ ফুটিং এর গভীরতা ঃ

(ক) বেন্ডিং মোমেন্ট এর সাপেক্ষে -

কার্যকরী গভীরতা, $d_M = \sqrt{\left(\frac{M}{Rb}\right)}$ এখানে, $R = \frac{1}{2} f_c jk$

(খ) শিয়ার পীড়নের সাপেক্ষে -

কার্যকরী গভীরতা, $d_v = \frac{V_v}{bv_c}$

এখানে, V_v ক্রিটিক্যাল সেকশনে অর্থাৎ d দুরত্বে শিয়ার ফোর্স $= \left(\frac{L-a}{2} - d_v\right) w$

v_c = কংক্রিটের গ্রহণযোগ্য শিয়ার পীড়ন = $0.0292\sqrt{f_c'}$

d_M এবং d_v এর মধ্যে বড়টি গ্রহণযোগ্য। উহাকে d দ্বারা সূচীত করা হয়।

ফুটিং এর মোট পুরুত্ব = কার্যকরী গভীরতা(d) + $\frac{\text{প্রধান রডের ব্যাস}}{2}$ + কভারিং (৭.৫ সেমি)

ধাপ - ৫ টেনসাইল রিইনফোর্সমেন্টের ক্ষেত্রফল

রি ইনফোর্সমেন্ট, $A_s = \frac{M}{f_s jd}$

সাধাণত 12 mm ব্যাসের চেয়ে ছোট রড ফুটিংএ ব্যবহার করা হয় না।

রডের ব্যবধান, $S = \frac{ba_s}{A_s}$

ধাপ - ৬ বন্ড পীড়ণ

বন্ড পীড়ন, $u = \frac{v}{\sum ojd}$

(ক) কংক্রিট ওয়ালের ক্ষেত্রে বন্ডের জন্য সর্বোচ্চ শিয়ার,

$V = w \times (\frac{L-a}{2})$

(খ) ম্যাসনরিওয়ালের ক্ষেত্রে বন্ডের জন্য সর্বোচ্চ শিয়ার,

$V = w \times (\frac{L-a}{2} + \frac{a}{4})$, $\sum o$ = টেনসাইল রডগুলোর পরিসীমা $= N\pi D = \frac{b}{s}\pi D$

u এর মান অনুমোদিত মানের চেয়ে বেশী হবে না।

ধাপ - ৭ ডিস্ট্রিবিউশন রডের ক্ষেত্রফল

ACI কোড অনুযায়ী, $A'_s = 0.0025\ bt$

ব্যবধান, $S = \frac{ba_s}{A'_s}$

এখানে, t = মোট পুরুত্ব, cm; b= 100 cm; a'_s =একটি বিতরন রডের ক্ষেত্রফল

ধাপ - ৮ ফুটিং এর নিজস্ব ওজন যাচাই

প্রতি মিটার ফুটিং এর প্রকৃত ওজন = (L x b x t) x w′

b = ফুটিং এর দৈর্ঘ্য, মিটার

w′ = কংক্রিটের একক ওজন, কেজি/ঘনমিটার

L = ফুটিং এর চওড়া,মিটার

t = ফুটিং এর মোট পুরুত্ব,মিটার

প্রকৃত ওজন ধাপ-১ এর অনুমানকৃত ওজনের কম হবে না।

অধ্যায় - ৭

ক্যান্টিলিভার রিটেইনিং ওয়াল

(Cantilever Retaining Wall)

আরসিসি রিটেইনিং ওয়ালের নীতি :

রিটেইনিং ওয়ালের শ্রেণীবিভাগ:

যে সমস্ত দেয়াল মাটি বা অন্য কোন পদার্থের পার্শ্ব চাপ প্রতিহত করে তাকে রিটেইনিং দেয়াল বলে। পাহাড়ি রাস্তা, নদীর কিনারা, ব্রীজের এবাটমেন্টের পাশে রিটেইনিং দেয়াল ব্যবহার করা হয়। রিটেইনিং ওয়াল যে সব পদার্থের পার্শ্ব চাপ প্রতিরোধ করে তাকে **ব্যাকফিল** বলে। বেজ স্ল্যাবের যে অংশ ব্যাকফিলের দিকে থাকে তাকে **'হীল'** বলে এবং হীলের বিপরিত দিকের অংশকে **'টো'** বলা হয়। টো এর ন্যূনতম পরিমাপ, বেজ স্ল্যাবের প্রস্থের $\frac{1}{3}$ অংশ থেকে $\frac{1}{4}$ অংশের মধ্যে রাখা হয়।

রিটেইনিং ওয়ালকে **তিনভাগে** ভাগ করা যায়। যথা -

১. গ্রাভিটি রিটেইনিং ওয়াল
২. ক্যান্টিলিভার রিটেইনিং ওয়াল
৩. কাউন্টার ফোর্ট রিটেইনিং ওয়াল

গ্রাভিটি রিটেইনিং ওয়াল: যে সব রিটেইনিং ওয়াল নিজস্ব ওজন দ্বারা পার্শ্বচাপ প্রতিরোধ করে তাদেরকে গ্রাভিটি রিটেইনিং ওয়াল বলে। সাধারণত স্বল্প উচ্চতা অর্থাৎ ৩ মিটার উচ্চতা পর্যন্ত এ ওয়াল নির্মাণ করা সাশ্রয়ী।

ক্যান্টিলিভার রিটেইনিং ওয়াল: এটা আরসিসি দ্বারা উল্টা T এর মত করে নির্মাণ করা হয়।এর উল্লম্ব অংশকে স্টেম বলে, যা পার্শ্বচাপ প্রতিরোধ করে এবং আনুভূমিক অংশকে বেজ স্ল্যাব বলে। মাঝারি উচ্চতার জন্য অর্থাৎ ৬ বা ৭ মিচার উচ্চতার জন্য এ ওয়াল উপযোগী।

কাউন্টার ফোর্ট রিটেইনিং ওয়াল: এর গঠন প্রণালি ক্যান্টিলিভার রিটেইনিং ওয়ালের অনুরূপ। তবে ওয়ালের দৈর্ঘ্য বরাবর কিছু দূর পর পর ত্রিভূজাকৃতির ওয়াল দ্বারা স্টেম ও বেজকে সংযুক্ত করা থাকে। ৬ মিটারের অধিক উচ্চতার দেয়ালের ক্ষেত্রে এ দেয়াল নির্মাণ করা হয়।

মাটির চাপ: মাটির চাপকে দুভাগে ভাগ করা যায়। যথা-

মাটির প্রত্যক্ষ চাপ: ব্যাকফিল হতে যদি রিটেইনিং ওয়ালকে সরিয়ে ফেলা হয় তবে ব্যাকফিল হতে কিছু মাটি গড়িয়ে পড়বে। এই গড়িয়ে পড়া মাটি বা ব্যাকফিলের পার্শ্বচাপকে মাটির প্রত্যক্ষ চাপ বলে।

মাটির পরোক্ষ চাপ: রিটেইনিং ওয়ালকে যদি ব্যাকফিলের দিকে কিছুটা ঠেলে সরানো হয় তবে ব্যাকফিলের কিছু মাটি উপরের দিকে উঠে যায়। স্বাভাবিক অবস্থায় উক্ত মাটি ওয়ালের উপর যে চাপ সৃষ্টি করে তাকে মাটির পরোক্ষ চাপ বলে।

নন সারচার্জড রিটেইনিং ওয়াল : রিটেইনিং ওয়াল যে মাটির চাপ প্রতিহত করে তা যদি ওয়ালের উপরিভাগের সাথে আনুভূমিক থাকে, তবে এ ওয়ালকে নন সারচার্জড রিটেইনিং ওয়াল বলে।

সারচার্জড রিটেইনিং ওয়াল : রিটেইনিং ওয়াল যে মাটির চাপ প্রতিহত করে তা যদি ওয়ালের উপরিভাগের সাথে আনুভূমিকভাবে না থেকে হেলানো অবস্থায় আস্তে আস্তে বৃদ্ধি পেতে থাকে, তবে তাকে সারচার্জড রিটেইনিং ওয়াল বলে।

মাটির পার্শ্বচাপ নির্ণয়ের সূত্রাবলী ঃ

নন সারচার্জড রিটেইনিং ওয়াল : র‍্যাঙকিনের তত্ত্ব অনুযায়ী প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে পার্শ্ব চাপ,

$$P = \frac{Wh^2}{2} X \frac{1- \sin\phi}{1+\sin\phi}$$

এখানে, P = মাটির পার্শ্বচাপ, Kg

w = মাটির একক ওজন, Kg/m^3

h = ওয়ালের পাদদেশ হতে উপর পর্যন্ত উচ্চতা, m

ϕ = মাটির স্থিরতা কোণ,ডিগ্রী

সারচার্জড রিটেইনিং ওয়াল : প্রতি মিটার দৈর্ঘ্যে তীর্যক চাপ,

$$P = \frac{W(h+h')^2}{2} X \cos\alpha \; X \frac{\cos\alpha - \sqrt{(\cos^2\alpha - \cos^2\phi)}}{\cos\alpha + \sqrt{(\cos^2\alpha - \cos^2\phi)}}$$

এ চাপ বেজের তলদেশ হতে $\frac{h}{3}$ উচ্চতায় মাটির ঢালের সমান্তরালে ক্রিয়াশীল।

চাপের আনুভূমিক উপাংশ, $P_H = P \cos\alpha$

উল্লম্ব উপাংশ, $P_V = P \sin\alpha$

এখানে, P = ওয়ালে তীর্যক চাপ, Kg

α = অ্যাংগেল অব সারচার্জ, ডিগ্রী

h' = সারচার্জের উচ্চতা,m

অধ্যায় - ৮

প্রিস্ট্রেসড কংক্রিট

(Prestressed Concrete)

প্রিস্ট্রেসড কংক্রিটের ধারণা

প্রিস্ট্রেসড কংক্রিটের তাত্ত্বিক ব্যাখ্যাঃ

কাঠামোর মেম্বার বিশেষ করে বীম বাস্তব ক্ষেত্রে চাপ ও টান এলাকায় বিভক্ত। টান এলাকায় যে কংক্রিট ব্যবহৃত হয় মূলত তা কোন কাজে লাগে না। এ কারণে বীমের মধ্যে এমনভাবে বল প্রয়োগ করা হয় যাতে মেম্বারের সমস্ত কংক্রিটই পীড়ণ প্রতিরোধক্ষম হয়। অর্থাৎ কংক্রিট কাঠামোর সমস্ত প্রস্থচ্ছেদব্যাপী চাপ পীড়ণের সৃষ্টি করা হয়। যাতে আপতিত লোডের ফলে টান এলাকায় কংক্রিটে উৎপন্ন টান পীড়ণ এবং প্রদত্ত চাপ পীড়ণ পরস্পর সমন্বয় হয়ে যায়। এটাই প্রিস্ট্রেসড কংক্রিট নামে পরিচিত।

আরসিসি এবং প্রিস্ট্রেসড কংক্রিটের তুলনা ঃ

- আরসিসি তে প্রচলিত স্টিল ব্যবহার করা হয় পক্ষান্তরে উচ্চ শক্তি সম্পন্ন স্টিল পি সি তে ব্যবহার করাহয়।
- আরসিসি-র তুলনায় পিসি তে উচ্চ শক্তি সম্পন্ন কংক্রিট ব্যবহার করা হয়।
- পিসি তে ম্যাটেরিয়ালসের সর্বোচ্চ শক্তি ব্যবহার করা হয়। অপরপক্ষে আরসিসি তে ম্যাটেরিয়ালসের শক্তির একটা নির্দিষ্ট অংশ ব্যবহৃত হয়।
- পিসি মেম্বারের সেকশন আরসিসির তুলনায় ছোট হয়।
- অধিক ভার এবং লং স্প্যান এর জন্য আরসিসির তুলনায় পিসি অধিক উপযোগী।
- আরসিসিতে রড স্বাভাবিকভাবে বসানো হয় কিন্তু পিসিতে রডগুলি উচ্চটানে বসানো হয়।

প্রিস্ট্রেসড কংক্রিটে ব্যবহৃত কংক্রিটের গুণাগুণ :

পিসিতে সাধারণত ২৮ দিনে, ২৮০ কেজি/বর্গসেমি হতে ৩৫০ কেজি/বর্গসেমি চাপশক্তির কংক্রিট ব্যবহার করা হয়। কারণ -

- উচ্চ শক্তি সম্পন্ন কংক্রিটের মডুলাস অব ইলাস্টিসিটি এর মান বেশী। এর ফলে প্রিস্ট্রেসড লোডের কারণে প্রাথমিক স্থিতিস্থাপক বিকৃতি এবং ক্রিপ বিকৃতি কমে যায় ফলে অপচয় কম হয়।
- পোস্ট টেনশন পদ্ধতিতে বীমের শেষ প্রান্তে বহনযোগ্য পীড়ণ রোধকল্পে উচ্চ শক্তি সম্পন্ন কংক্রিট প্রয়োজন।
- প্রি-টেনশন পদ্ধতিতে উচ্চ শক্তি সম্পন্ন কংক্রিট ব্যবহারে উচ্চ বন্ড পীড়নের সৃষ্টি করে।
- প্রিস্ট্রেসড কংক্রিটের অধিকাংশই পূর্ব ঢালাইকৃত বলে এর গুণাগুণ সহজে নিয়ন্ত্রণ করা যায়। এজন্য অধিক শক্তি সম্পন্ন কংক্রিটের প্রয়োজন।

স্টিল স্ট্র্যান্ড এর গুণাবলী :

প্রিস্ট্রেসিং করার জন্য চিকন ব্যাসের তার যাকে টেনডন বলা হয় অথবা চিকন তারের রশি যাকে ওয়্যার স্ট্র্যান্ড বলে, ব্যবহার করা হয়। এসব তার তৈরিতে উচ্চ শক্তি বিশিষ্ট ইল্ড বিন্দু এবং কার্যকরী পীড়ণ বিশিষ্ট স্টিল ব্যবহার করা হয়। সাধারণত তিন ধরনের প্রিস্ট্রেসিং ব্যবহার করা হয়। যথা :

- গোলাকার ওয়্যার বা প্রিস্ট্রেসিং ওয়্যার
- স্ট্রান্ডেড ক্যাবল বা ওয়্যার স্ট্র্যান্ড
- হাই-স্ট্রেংথ এলয় স্টিল বার

৩, ৫ বা ৭ অর্থাৎ বেজোড় সংখ্যক তারের ওয়্যার স্ট্র্যান্ড তৈরি করে ব্যবহার করা হয়।

প্রিস্ট্রেসিং পদ্ধতি ঃ দুই পদ্ধতিতে প্রিস্ট্রেসিং করা হয়। যথা -

(ক) প্রিটেনশনিং পদ্ধতি :

এ পদ্ধতিতে টেনডনকে ঢালাইয়ের স্থানে স্থাপন করে জ্যাক এবং অ্যাংকরেজের সাহায্যে প্রয়োজনীয় মাত্রায় টানা হয়। তারপর টেনশনকৃত টেনডনের চারপাশে ফর্মওয়ার্ক ও অন্যান্য রিইনফোর্সমেন্ট যথাযথভাবে স্থাপন করে কংক্রিট ঢালাই দেয়া হয় এবং সঠিকভাবে দৃঢ়াবদ্ধ করা হয়। সঠিকভাবে কিউরিং করে কংক্রিটের পূর্ণ শক্তি অর্জন করা পর্যন্ত অপেক্ষা করতে হয়। কংক্রিট পূর্ণ শক্তি অর্জন করলে টেনডন কর্তন করা হয়। এ অবস্থায় কংক্রিটে যে পূর্ব চাপ উৎপন্ন করা হয় তা কংক্রিটের অভ্যন্তরে প্রতিরোধক্ষম চাপ বলের সমান।

(খ) পোস্ট টেনশনিং পদ্ধতি :

এ পদ্ধতিতে কংক্রিট জমাটবদ্ধ অর্থাৎ পূর্ণ শক্তি অর্জন করার পরে টেনডন বা স্ট্র্যান্ড দ্বারা প্রিস্ট্রেসিং করা হয়। টেনডন বা স্ট্র্যান্ড প্রবেশ করানোর জন্য আগেই মেম্বারের অভ্যন্তরে ছিদ্র রাখা হয়। টেনডনের প্রান্তে অ্যাংকর ফিটিংস এবং হাইড্রোলিক জ্যাক দ্বারা প্রিস্ট্রেসিং ফোর্স প্রদান করা হয়। টেনডনের উভয় প্রান্ত শক্তভাবে আবদ্ধ করে ছিদ্রের চর্তুপাশ্বস্থ ফাঁকা জায়গায় সিমেন্ট গ্রাউটকে উচ্চ চাপে প্রবেশ করিয়ে পূর্ণ করা হয়। অ্যাংকর ফিটিংস গুলোকে সিমেন্ট গ্রাউট দ্বারা আবৃত করা হয়।

বাংলাদেশে প্রিস্ট্রেসড কংক্রিটের ব্যবহার ঃ

বাংলাদেশে প্রিস্ট্রেসড কংক্রিটের ব্যবহার সীমিত। কিছু কিছু সেতু বিদেশী দাতা দেশের সাথে যৌথভাবে নির্মিত সেতুগুলোতে প্রিস্ট্রেসড কংক্রিট ব্যবহৃত হয়েছে। বুড়িগঙ্গা নদীর উপর চীন মৈত্রী সেতু, মেঘনা সেতু, দাউদকান্দী সেতু, বাঘাবাড়ী সেতু, ময়মনসিংহে ব্রক্ষপুত্র নদের উপর নির্মিত সেতু ইত্যাদিতে পিসি ব্যবহৃত হয়েছে। বিদ্যুৎ উন্নয়ন বোর্ডেও ইলেকট্রিক পোস্ট তৈরি করতে এ পদ্ধতি অনুসরণ করা হয়েছে। আজকাল অনেক ছোটখাট ব্রীজেও প্রিস্ট্রেসড কংক্রিট ব্যবহৃত হচ্ছে। মিরপুরে গণপূর্ত বিভাগও এ পদ্ধতিতে বিভিন্ন কাজ করে থাকে।

অধ্যায় - ৯

বিবিধ আর সি সি কাঠামো

(Miscellaneous RCC Structure)

(ক) র‍্যাফট ফাউন্ডেশন ঃ

কোন ভবনের তলদেশস্থ সমগ্র এলাকায় ঢালাই করে যে ফুটিং নির্মাণ করা হয়, তাকে র‍্যাফট বা ম্যাট ফাউন্ডেশন বলে। যখন মাটির ভারবহন ক্ষমতা খুবই কম এবং কলামের ব্যবধান কম থাকে তখন র‍্যাফট ফাউন্ডেশন দেয়া হয়। অথবা স্বতন্ত্র ফুটিং এর জন্য পর্যাপ্ত জায়গা পাওয়া না যায়,বা একটি ফুটিং গুলো খুব কাছাকাছি থাকে বা অভার লেপিং করে তখন এই ফুটিং দেয়া হয়। সাইলো, জলাধার, বাংকার, টাওয়ার ইত্যাদি কাঠামোকে মাটির অভ্যন্তরে ধরে রাখতে র‍্যাফট ফাউন্ডেশন সুবিধাজনক।

(খ) কম্বাইন্ড ফুটিং ঃ

দুটি কলামকে সাপোর্ট প্রদানের জন্য কম্বাইন্ড ফুটিং ব্যবহার করা হয়। দুটি কলাম খুব কাছাকাছি এবং তাদের ফুটিং ওভারল্যাপ করলে বা মাটির ভার বহনক্ষমতা কম হলে বা কলাম প্রান্ত সীমানা রেখা বরাবর থাকলে কম্বাইন্ড ফুটিং প্রদান করা হয়। কম্বাইন্ড ফুটিং আয়তাকার বা ট্রাপিজিয়াম আকারের হয়।

(গ) ক্যান্টিলিভার ফুটিং ঃ

দুই বা ততোধিক স্বতন্ত্র কলাম ফুটিং গুলোকে বীম দ্বারা সংযুক্ত করে একটি ফুটিং এ অর্ন্তভূক্ত করাকে ক্যান্টিলিভার বা স্ট্রাপ ফুটিং কলে। অধিক লোড, নরম মাটি, ভিত্তির বহিস্থপ্রান্তে চাপের তীব্রতা মাটির ভারবহন ক্ষমতাকে অতিক্রম করলে ভিত্তি খুব বিপজ্জনক হয়। তখন ক্যান্টিলিভার বীমের সাহায্যে লোড বন্টনকে সমন্বয় করা হয়।

(ঘ) ফ্রেমড স্ট্রাকচার ঃ

কাঠামোর বীম এবং কলাম সংযুক্ত করে একই সাথে ঢালাইপূর্বক নির্মাণ করা হলে এরূপ কাঠামোকে ফ্রেমড স্ট্রাকচার বলে। এ ধরনের কাঠামোতে বীম ও কলামের মধ্যে সংযোগ থাকায়, সংযোগ বিন্দুতে ঋণাত্বক মোমেন্টের সৃষ্টি হয়, ফলে বীমের মধ্য স্প্যানে সৃষ্ট ধনাত্বক মোমেন্টের মাত্রা সাধারণভাবে স্থাপিত বীমের তুলনায় হ্রাস পায়।

(ঙ) টু স্প্যান বক্স কালভার্ট ঃ

কোন সড়ক বা রেলপথ যখন খাল, ড্রেন, ছোট স্রোতস্বিনী অতিক্রম করে তখন ফ্লোর ও ডেকস্ল্যাবসহ আরসিসির যে কাঠামো নির্মাণ করা হয় তাকে কালভার্ট বলে। কালভার্ট দেখতে বক্সের মত বলে তাকে বক্স কালভার্ট বলে। কালভাটের স্প্যান কম থাকে। ইহা এক স্প্যান বা দুই স্প্যান বিশিষ্ট হয়। কালভার্টের প্রান্ত সাপোর্টদ্বয়কে অ্যাবাটমেন্ট বলে। অ্যাবাটমেন্ট এর কাজ সুপার স্ট্রাকচার ও লাইভ লোড বহন করা এবং ব্যাকফিলকে ধরে রাখা। দুই স্প্যান বিশিষ্ট কালভার্টকে টু স্প্যান বক্স কালভার্ট বলে।

(চ) টী-বীম ব্রিজ ডেক স্ল্যাব ঃ

সকল ধরনের আরসিসি ব্রিজ নির্মাণে টি-বীমসহ স্ল্যাব নির্মাণ করা হয়। ৩ থেকে ৮মিটার স্প্যানের জন্য ইহা উপযোগী। আর স্প্যান ৩০ মিটার পর্যন্ত হলে ডেক গার্ডার টাইপ ব্রিজ নির্মাণ করা হয়। দুই প্রান্তে দুটি অ্যাবটমেন্ট নির্মাণ করা হয়, যা লোডকে ভিত্তিতে স্থানান্তর করে এবং পিছনের মাটিকে ধরে রাখে। ব্রিজ গার্ডার বা টী-বীমকে বসানোর জন্য ব্রেস্ট ওয়াল নির্মাণ করা হয়। আর পিছনের মাটিকে স্ব-স্থানে ধরে রাখার জন্য উইং ওয়াল প্রদান করা হয়। উইং ওয়াল ক্যান্টিলিভার বা ফুটিং এর সম্পূর্ণ দৈর্ঘ্য ব্যাপী হয়।

(ছ) স্লুইস গেট ঃ

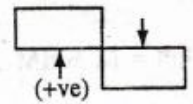
প্রবাহমান খাল বা চ্যানেলের আড়াআড়িভাবে নির্মিত গেটকে স্লুইস গেট বলা হয়। এর কাজ পানি প্রবাহ নিয়ন্ত্রণ করা। প্রয়োজনের সময় গেট বন্ধ রেখে এক পার্শ্বে পানির উচ্চতা বৃদ্ধি করা হয়। এ পার্শ্বকে উজান পার্শ্ব বলে।প্রয়োজনের সময় গেট খুলে দিয়ে অতিরিক্ত প্রবাহ বের করে দেয়া হয়। এ পার্শ্বকে ভাটি পার্শ্ব বলে।

(জ) ওভারহেড ট্যাংক ঃ

বহুতল ভবনে পানি সরবরাহ অব্যাহত রাখার জন্য ওভারহেড ট্যাংক নির্মাণ করা হয়। এতে পানি সঞ্চয় করে রাখা হয় এবং প্রয়োজনের সময় সরবরাহ করা হয়। ট্যাংকের পানি যাতে উপচিয়ে না পড়ে সেজন্য ট্যাংকের ভিতর একটি ফ্লোট ভালব লাগানো হয়। ট্যাংক থেকে পানি সরবরাহ পাইপ তলদেশ হতে ১৫ সেমি উপরে সংযোজন করা হয়। প্রত্যেকটি সরবরাহ পাইপ লাইনে একটি করে এয়ার পাইপ ও একটি করে গেট ভালব সংযোজন করা হয়।

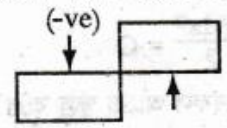
শিয়ার ফোর্সের রীতিসমূহ :

(i) বাম পাশে সাপোর্ট অথবা ডান পাশে লোড নিচের দিকে হলে শিয়ার (+ve) হবে।



চিত্র : ১.৬ (ক)

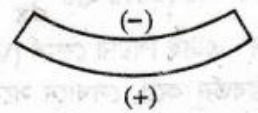
(ii) বাম পাশে সাপোর্ট নীচের দিকে এবং ডান পাশে সাপোর্ট উপরের দিকে হলে শিয়ার (– ve) হবে।



চিত্র : ১.৬ (খ)

বেন্ডিং মোমেন্টের রীতিসমূহ :

(i) নির্দিষ্ট বিন্দুর সাপেক্ষে বীম নিচের দিকে বাঁকতে চাইলে অর্থাৎ Sagging এর সৃষ্টি হলে (+ve) মোমেন্ট উৎপন্ন হয়।



চিত্র : ১.৭ (ক)

(ii) নির্দিষ্ট বিন্দুর সাপেক্ষে বীম উপরের দিকে বাঁকতে চাইলে অর্থাৎ Hogging এর সৃষ্টি হলে (–ve) মোমেন্ট উৎপন্ন হয়।