www.icivil.ir

پرتال جامع دانشجویان و مهندسین عمران

ارائه کتابها و جزوات رایگان مهندسی عمران

بهترین و برترین مقالات روز عمران

انجمن های تخصصی مهندسی عمران

فروشگاه تخصصی مهندسی عمران

www.icivil.ir

مقاوم سازی سازه های بتن آرمه

تهیه و تنظیم : داوود حسینی

www.icivil.ir

تقویت موضعی یا تقویت اعضا

- ۱- کاشتن آرماتور یا پیچ هیلتی بر بتن
- ۲- تقویت فونداسیون
- ۳- تقویت دال
- ۴-تقویت تیر
- ۵- تقویت ستون

www.icivil.ir

روشهای تقویت موضعی

- زره بتنی
- روش زره فولادی
- زره FRP (Fiber Reinforced Polymer)
- پیش تنیدگی خارجی

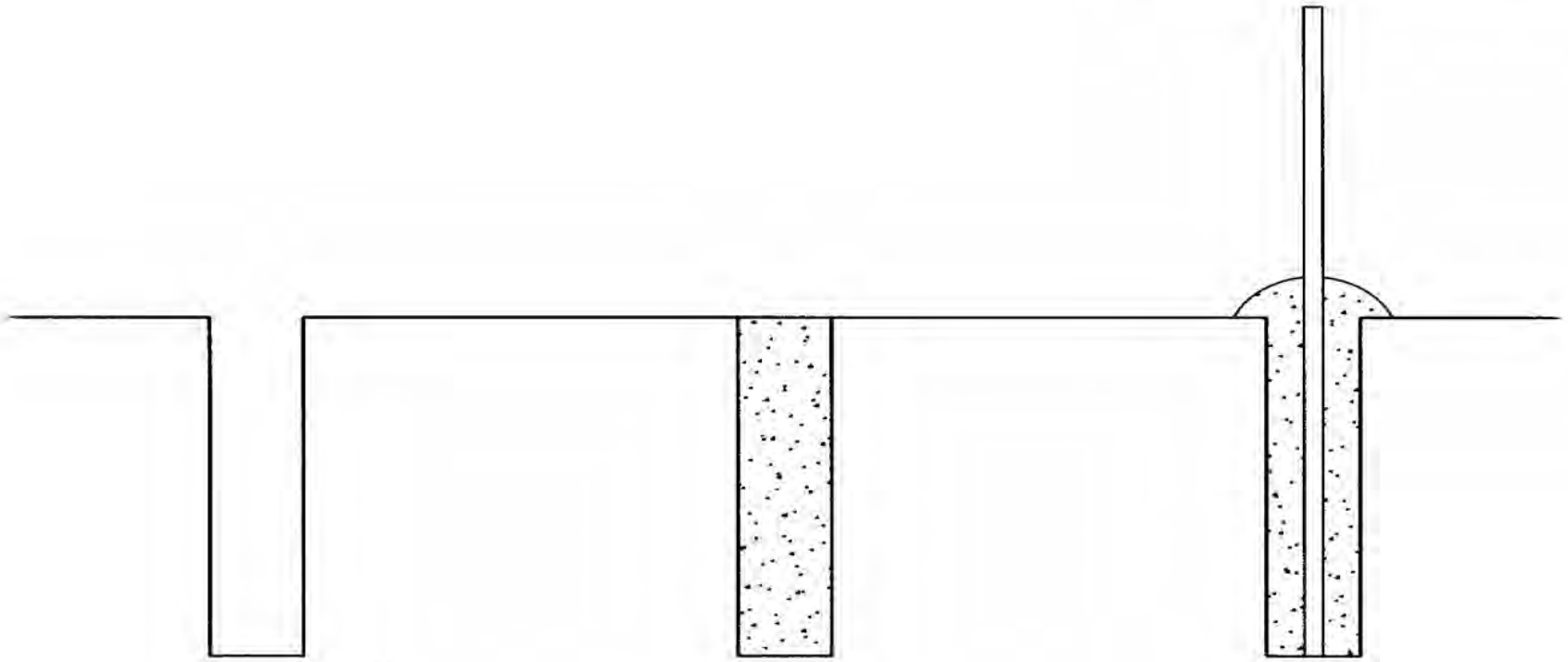
www.icivil.ir

کاشت پیچ یا آرماتور در داخل بتن

- کاشت طبیعی با مواد پایه سیمانی
- کاشت به کمک مواد اپوکسی
- کاشت به کمک مهار مکانیکی

www.icivil.ir

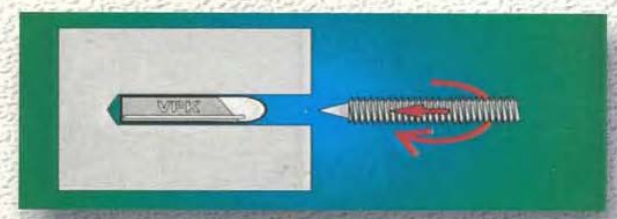
کاشت طبیعی آرماتور



۱- سوراخ کردن و تمیز کردن ۲-پر کردن با ملات ضد انقباض ۳- کاشت آرماتور

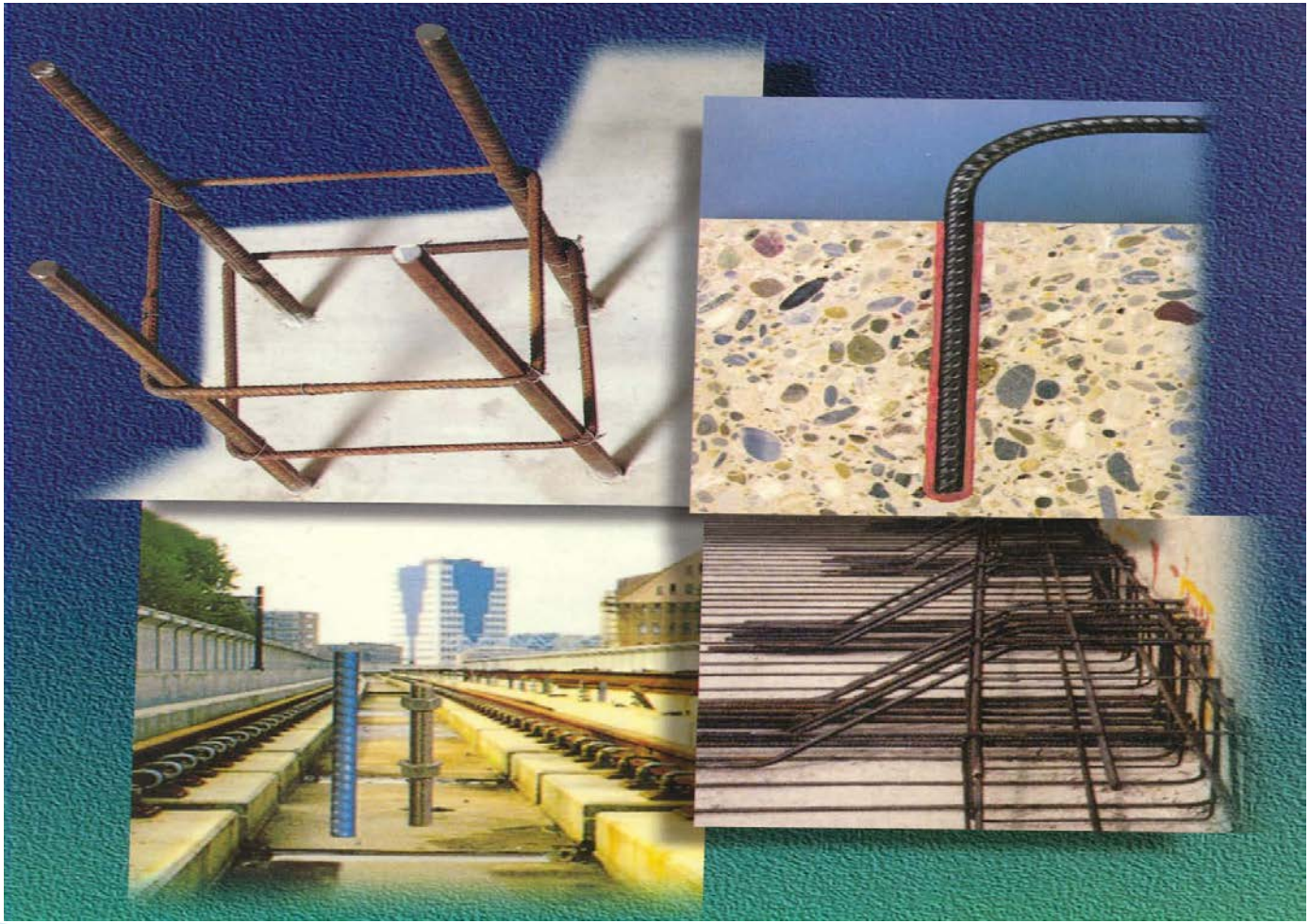
www.icivil.ir

کاشت طبیعی آرماتور



www.icivil.ir

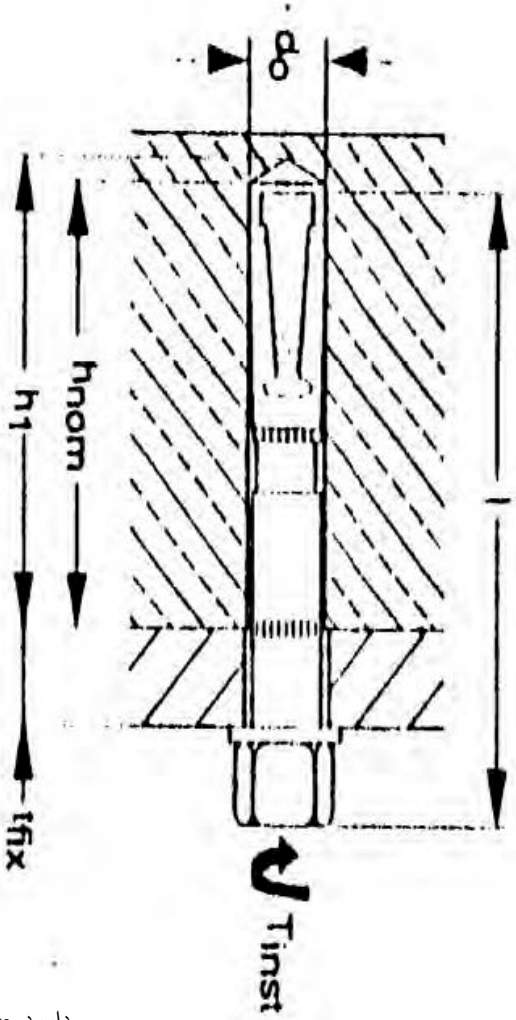
کاشت طبیعی آرماتور



www.icivil.ir

پیچ هیلتی

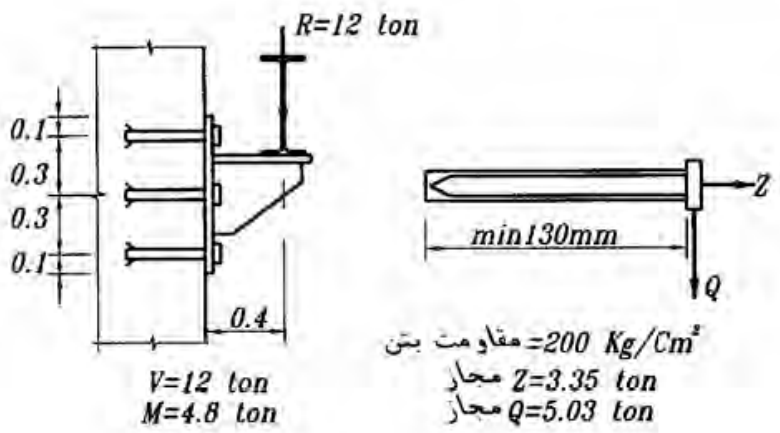
پیچ هیلتی

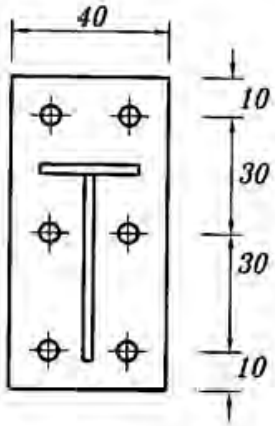


www.icivil.ir

پیچ هیلتی

- مثال: میخواهیم به یک ستون بتن مسلح یک براکت برای حمل تیر جرثقیل متصل نماییم، واکنش تکیه گاهی جداکثر جرثقیل ۱۲ تن می باشد





مقاومت بتن = $200 kg/cm^2$

مجاز Z = 3.35ton

مجاز Q = 5.03ton

V = 12 ton

M = 4.8 ton

www.icivil.ir

پیچ هیلتی

تعداد پیچ لازم برای جوش = $\frac{15}{5.03} \neq 3$ عدد

$$2 \times 3.35 \times a = 7.5 \rightarrow a = 1.1m \rightarrow a = 0.6m$$

$$40y\frac{y}{2} = 2A(10 - y + 40 - y + 70 - y)$$

$$20y^2 = 2A(120 - 3y)$$

$$10y^2 = A(120 - 3y)$$

$$10y^2 + 3.14 \times 3y - 3.14 \times 120 = 0$$

$$y^2 + 0.942y - 37.68 = 0$$

$$y = 5.69m$$

$$I = 2 \times 3.14\left[(10 - 5.69)^2 + (40 - 5.69)^2 + (70 - 5.69)^2\right] + 40 \times \frac{5.69^3}{3}$$

$$I = 35938 \rightarrow S = I/(70 - 5.69) = 558$$

$$\sigma = \frac{4.8 \times 10^5}{358} = 860kg/cm^2 F = 860 \times 3.14 \times 10^{-3} = 2.7ton < 3.35$$

$$q = \frac{12}{6} = 2$$

$$\left(\frac{2}{5.03}\right)^2 + \left(\frac{2.7}{3.35}\right)^2 = 0.16 + 0.65 = 0.81 < 1$$

www.icivil.ir

تقویت فونداسیونها

- افزایش ابعاد فونداسیون
- بستن دو فونداسیون برای اضافه کردن دیوار برشی

www.icivil.ir

تقویت فونداسیون:(بهسازی خاک)

ظرفیت مجاز باربری خاک بستر به طرق زیر افزایش می یابد

1-حفاری

2-پیش فشردگی

3-ستونهای سنگی یا ستونهای تثبیت شده در خاک

4-استفاده از تزریق (با تراکم و فشار)

5-جک زدن

6-تثبیت (مکانیکی،الکتریکی،حرارتی،شیمیایی، زهکشی،با افزودنیها مثل سیمان، قیروآهک)

7-میکرو پایل یاریز شمعها

8-پیش یارگذاری

9-متراکم سازی (توسط انفجار، ضربه)

10-تسلیح خاک (از طریق ریز شمعها و ژئو سنتتیکها)

11-روش میخ گذاری Nailing

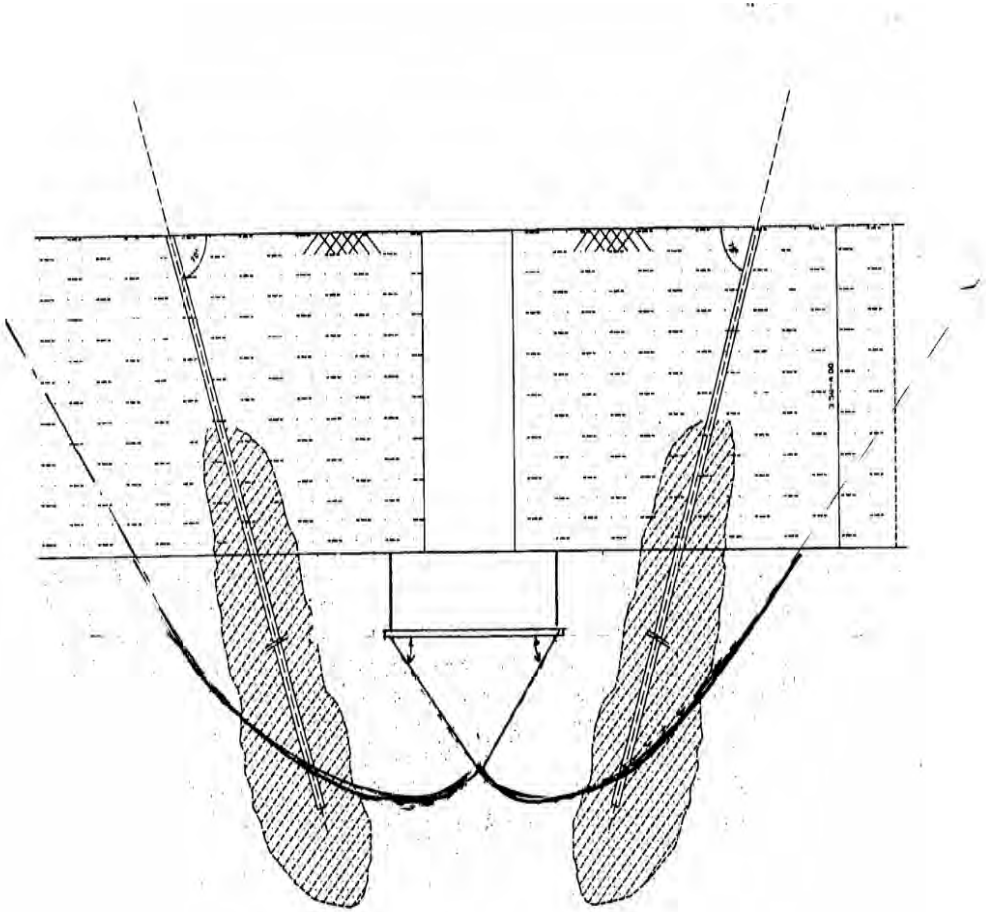
12-مهار گذاری Anchoring

13-زهکشی

14- استفاده از مواد پلیمری چسبناک

www.icivil.ir

افزایش ظرفیت باربری با بهبود وضعیت خاک به کمک میکروپایل ها



قبل از تقویت یا افزایش ابعاد فونداسیون بدیهی است که ظرفیت باربری خاک محل را باید بالا برد سپس اقدام به تقویت و بهسازی ابعاد فونداسیون کرد.

www.icivil.ir

افزایش ظرفیت باربری با بهبود وضعیت خاک به کمک میکروپایل ها

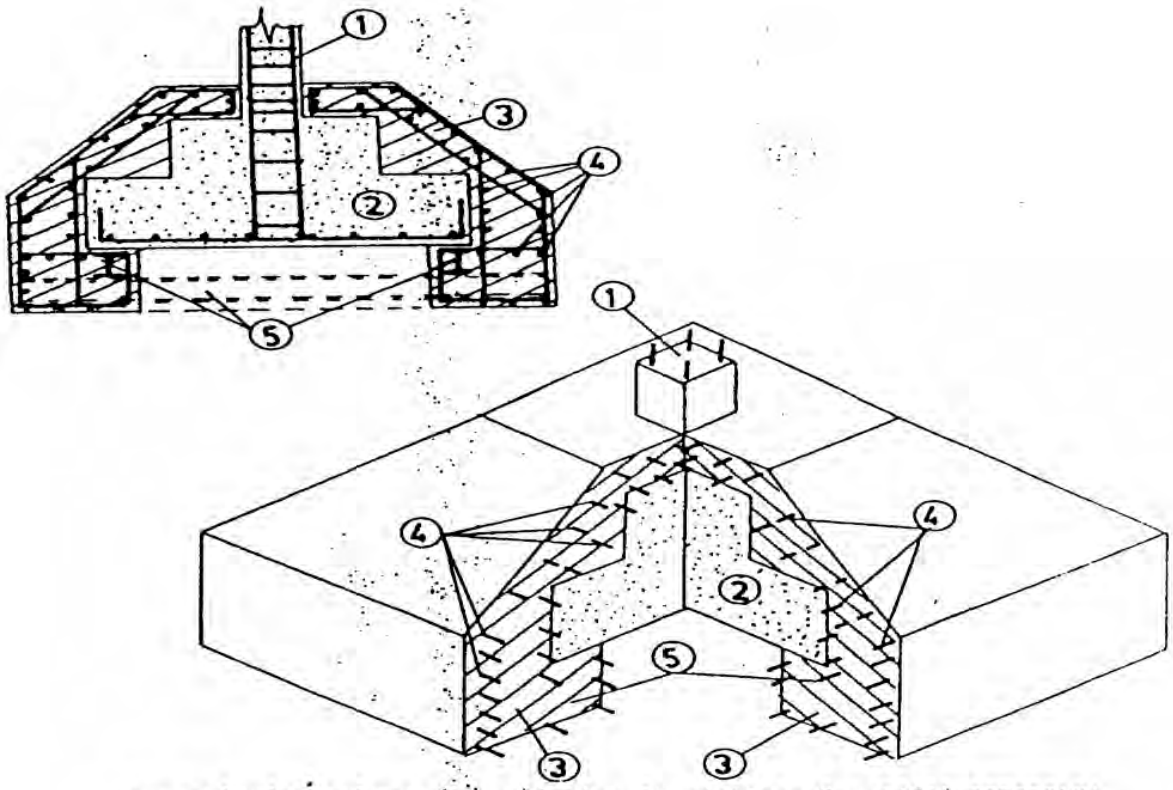
ميكروپايل به شمع‌هاي با قطر كوچك (كمتر از mm300) اطلاق مي‌گردد كه غالباً با تسليح فولادي سبك و تزريق دوغاب سيمان همراه مي‌باشند. ميكروپايل علاوه برآنكه به عنوان يك المان باربر و مقاوم در برابر نشست عمل مي‌كند، بدليل تزريق دوغاب سيمان، سبب بهبود مشخصات مكانيكي (مقاومتي و رفتاري) خاك اطراف نيز مي‌گردد.

www.icivil.ir

بهسازی وافزایش ابعاد فونداسیون

در چه مواردی بهسازی و یا افزایش ابعاد فونداسیون مدنظر میباشد؟

باعث همه این مشکلات خاکهای سست و مسئله دار میباشد ، منظور خاکهای آلی و نباتی ، دستی ، ماسه ای و لای با احتمال روانگرایی ، ریزشی : (نشت لوله، بالا آمدن زه آب) ، خاکهای واگرا(جذب آب و افزایش نیروی دافعه بین ذرات) ، زباله و ضایعات ، خاکهای متورم شونده



1 - existing column; 2 - existing foundation; 3 - added concrete; 4 - added reinforcement; 5 - steel profile

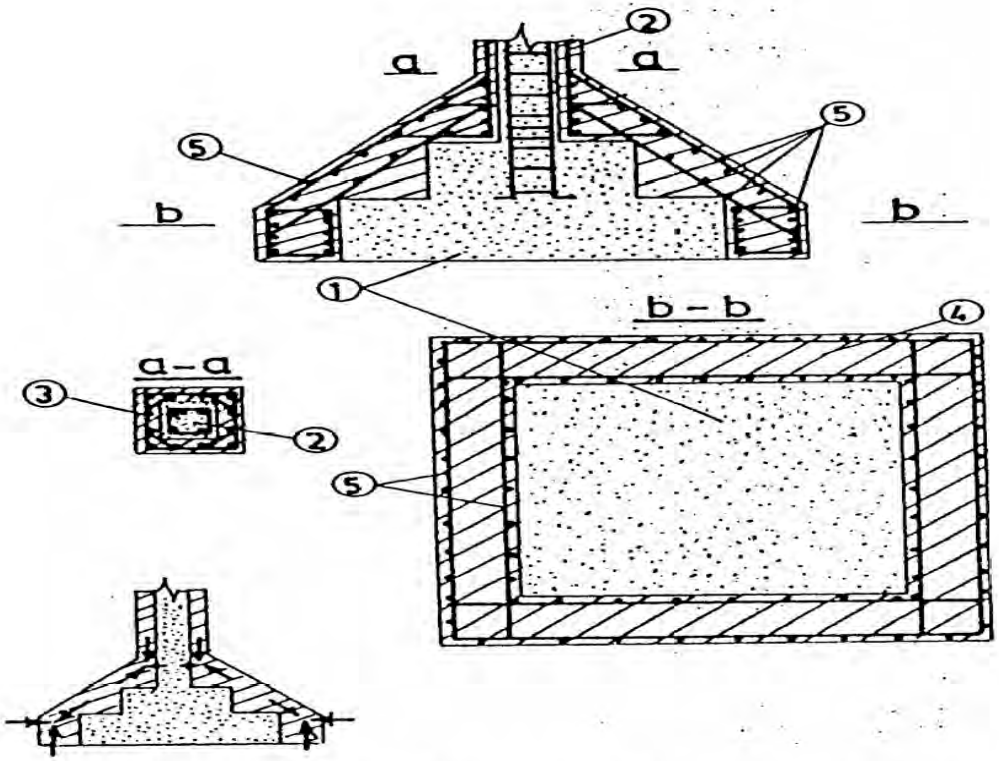
Fig. 6.41

خاکهای متورم شونده : http://khosrovani.blogfa.com/post-139.aspx

خاکهای واگرا : فریبا نامجو

www.icivil.ir

بهسازی وافزایش ابعاد فونداسیون

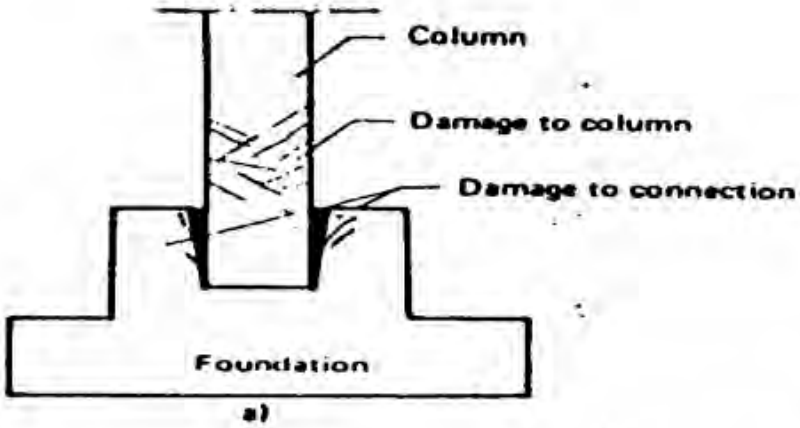


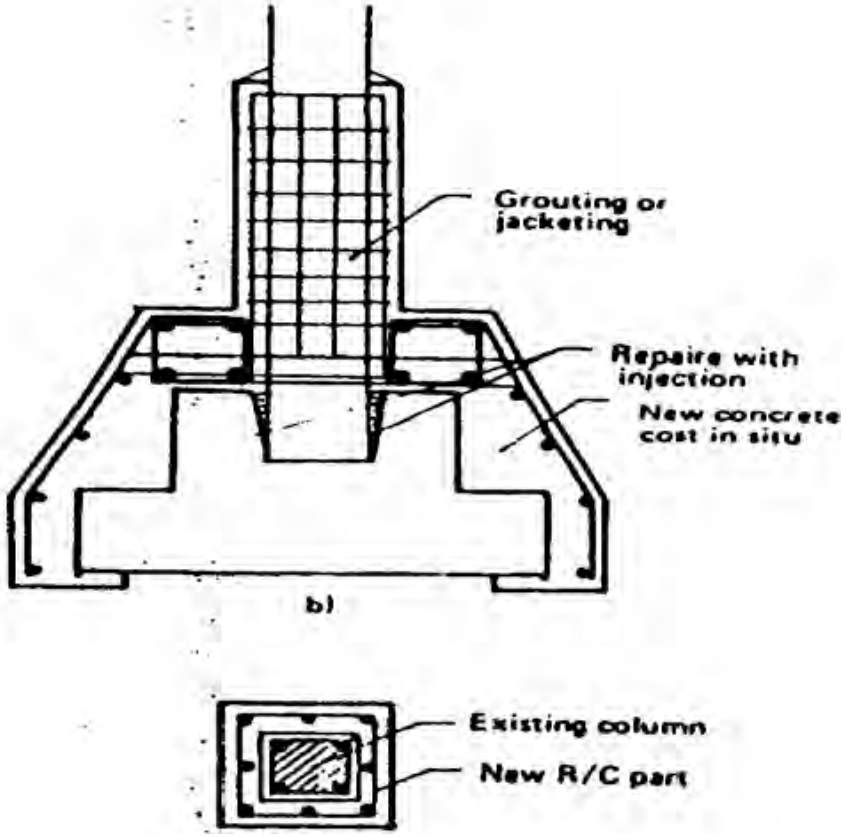
1 - existing foundation; 2 - existing column; 3 - reinforced jacket;
4 - added concrete; 5 - added reinforcement

Fig. 6.40

www.icivil.ir

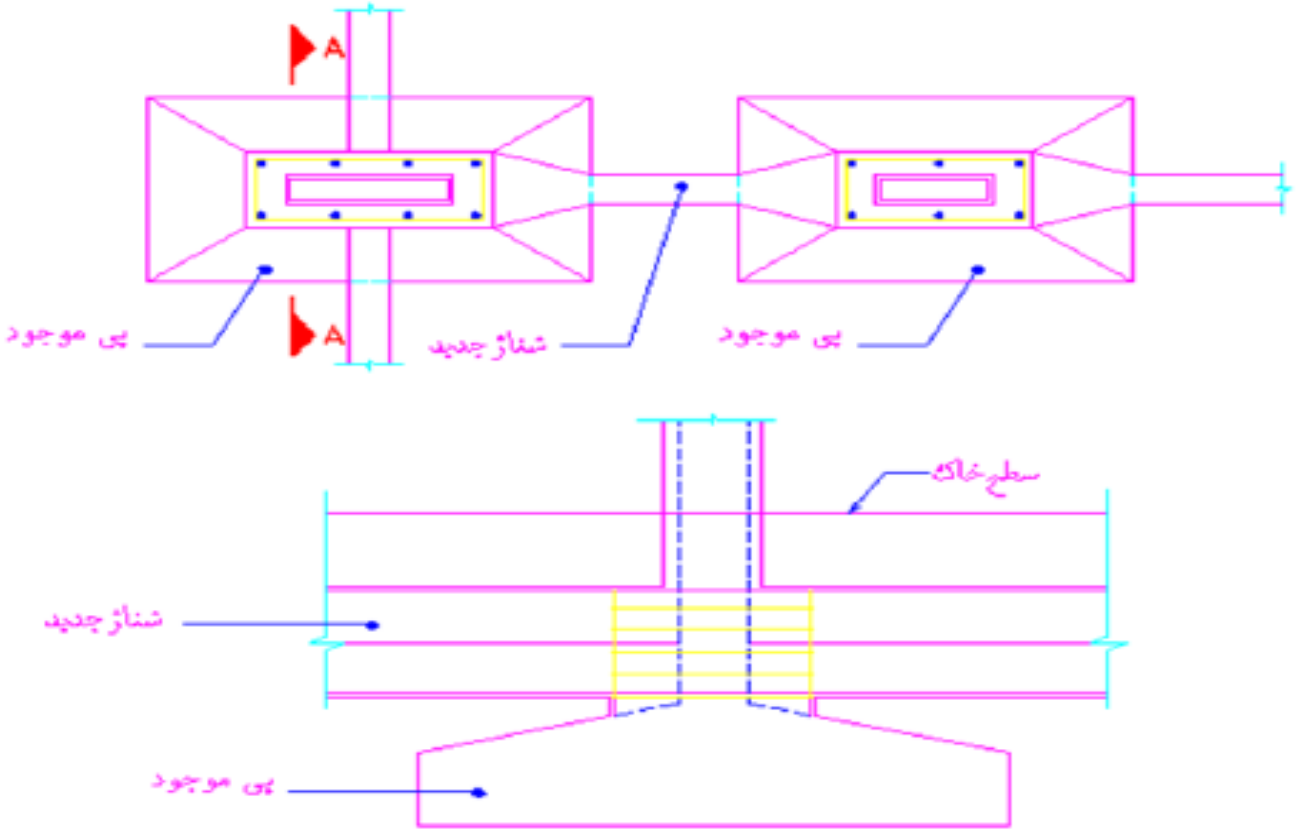
بهسازی وافزایش ابعاد فونداسیون





www.icivil.ir

بهسازی وافزایش ابعاد فونداسیون

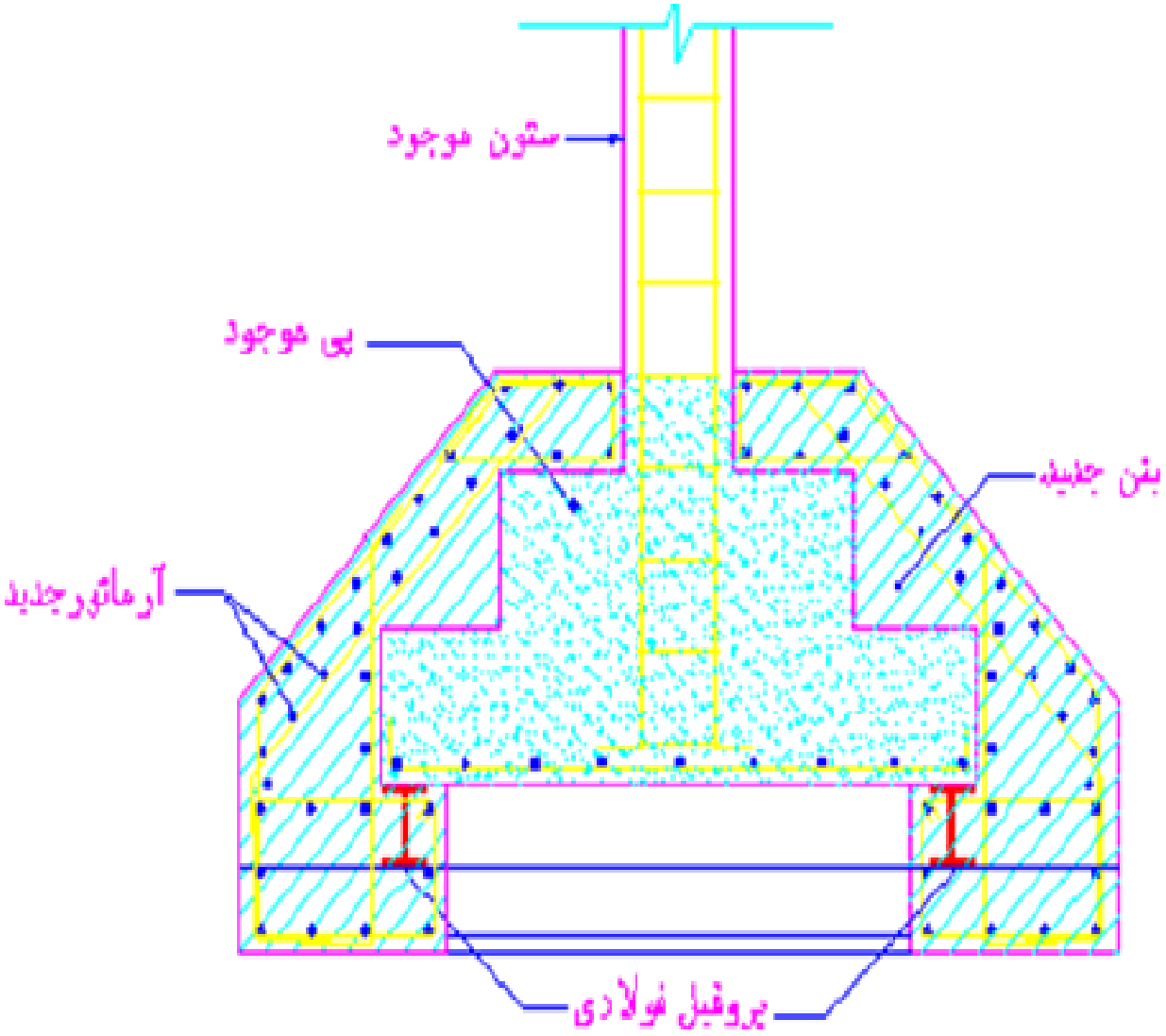


SEC. A–A

اضافه کردن شناژ به پی

احداث فونداسیون زیر فونداسیون موجود یا گسترش ابعاد فونداسیون موجود

www.icivil.ir



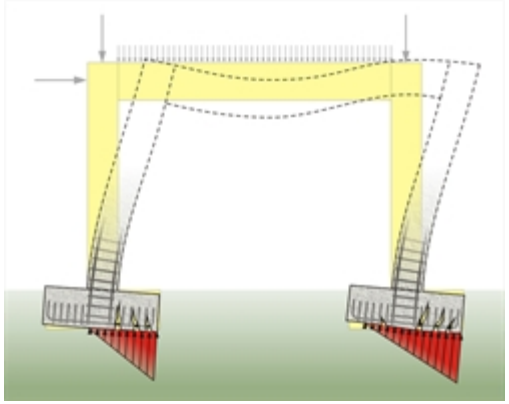
www.icivil.ir

www.icivil.ir

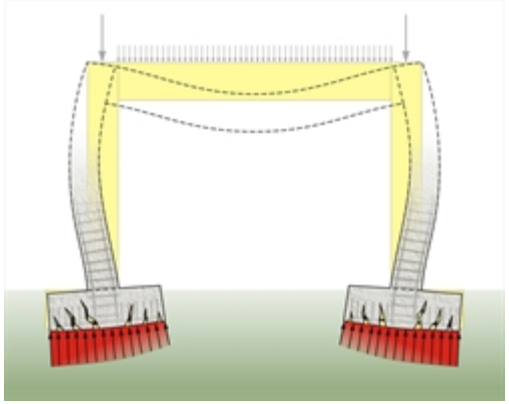
www.icivil.ir

بهسازی فونداسیون

۱

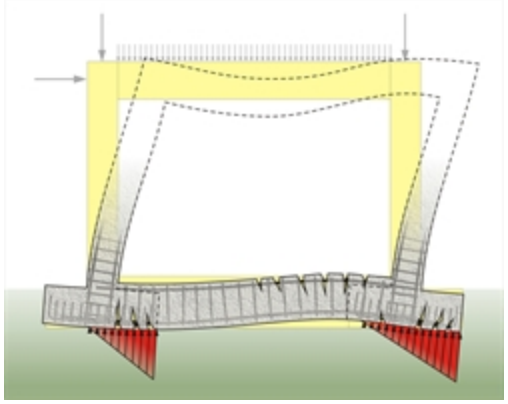


۲

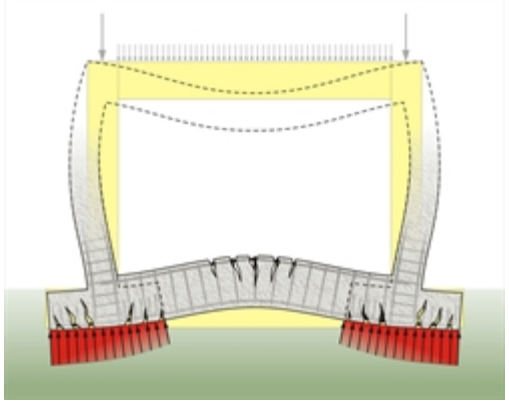


۳

۴



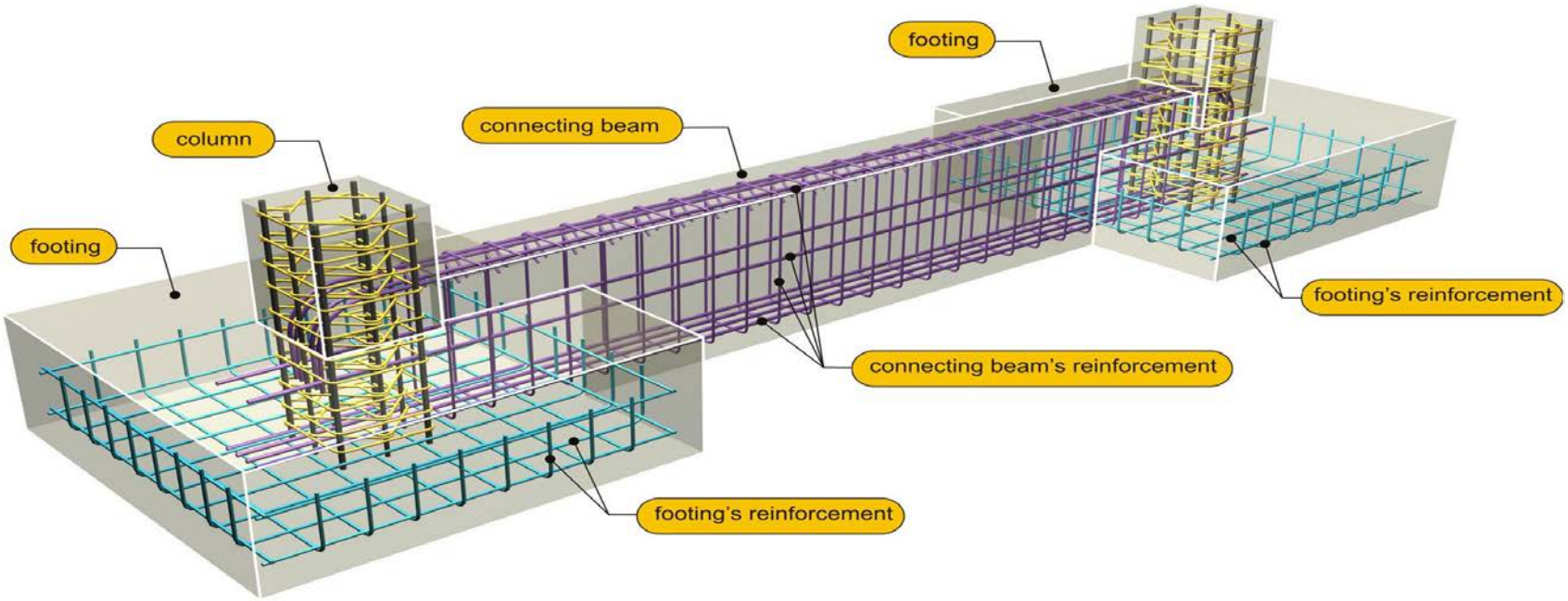
۵



۶

www.icivil.ir

بهسازی وافزایش ابعاد فونداسیون

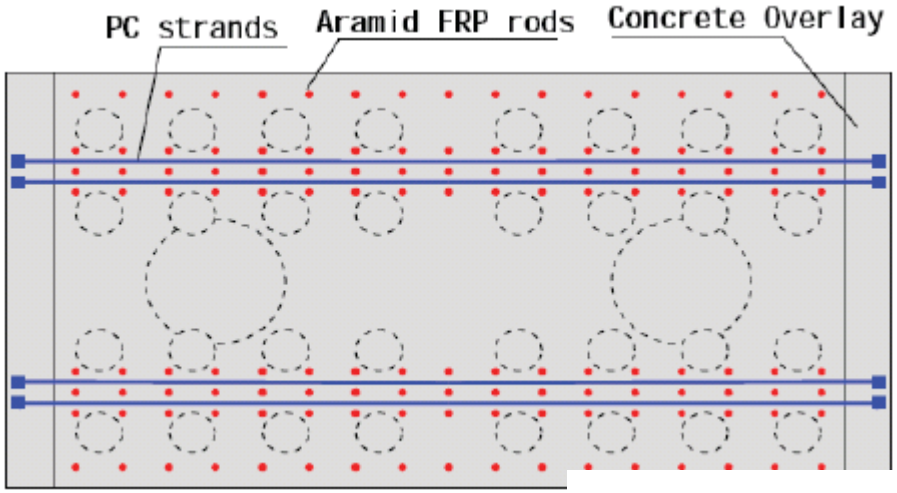


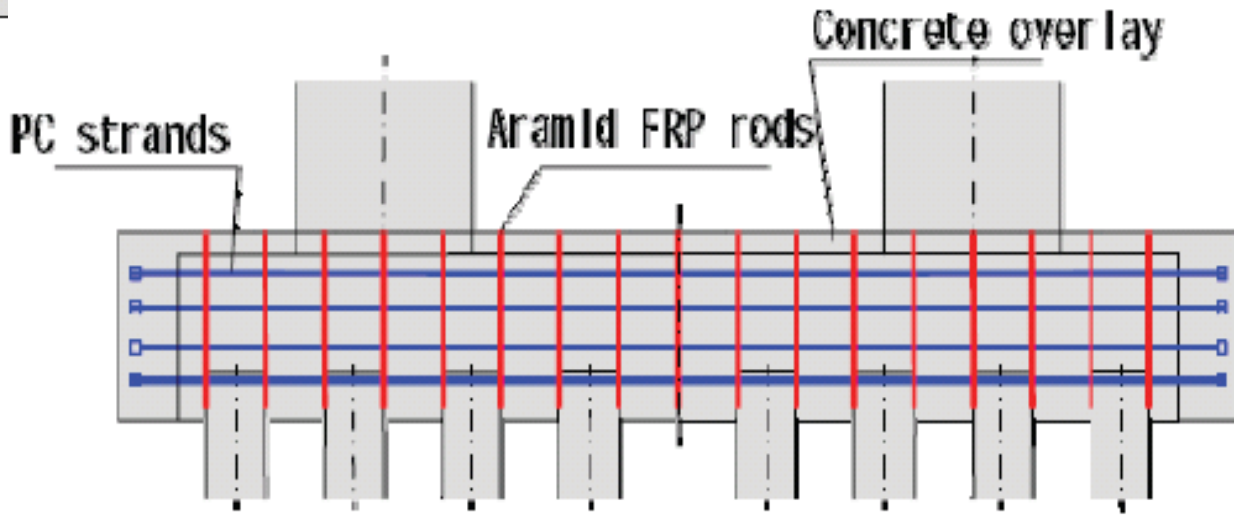
۷

متصل کردن دو فونداسیون برای اضافه کردن دیوار برشی

www.icivil.ir

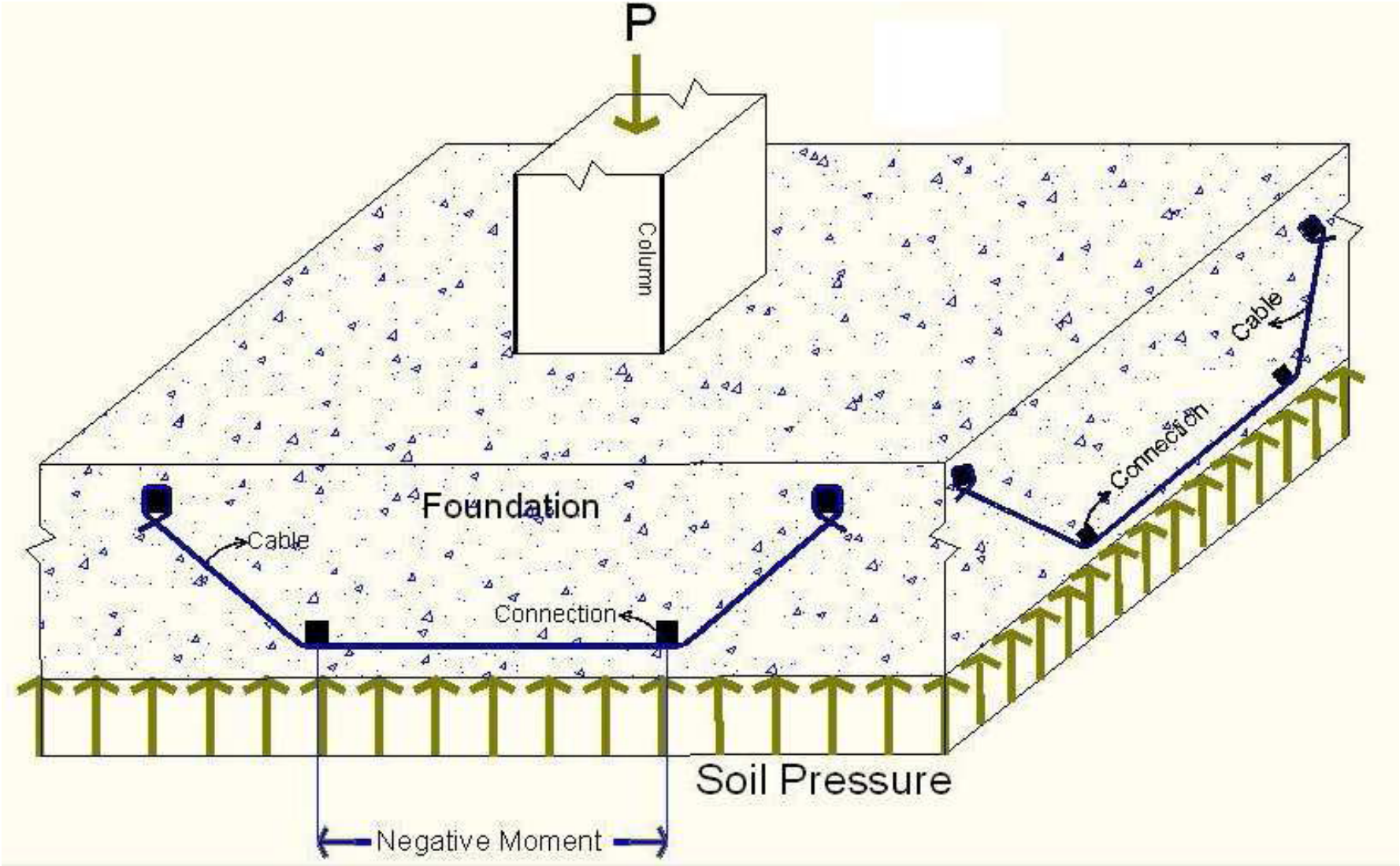
بهسازی فونداسیون به وسیله کابلهای پیش تنیده



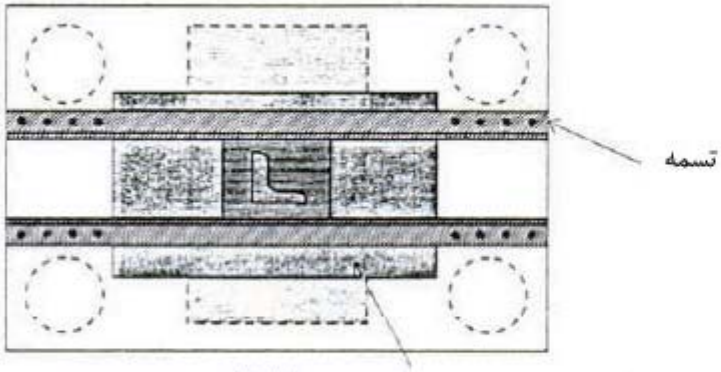


نیروهای پیش تنیدگی افقی و قائم برای بهسازی فونداسیون

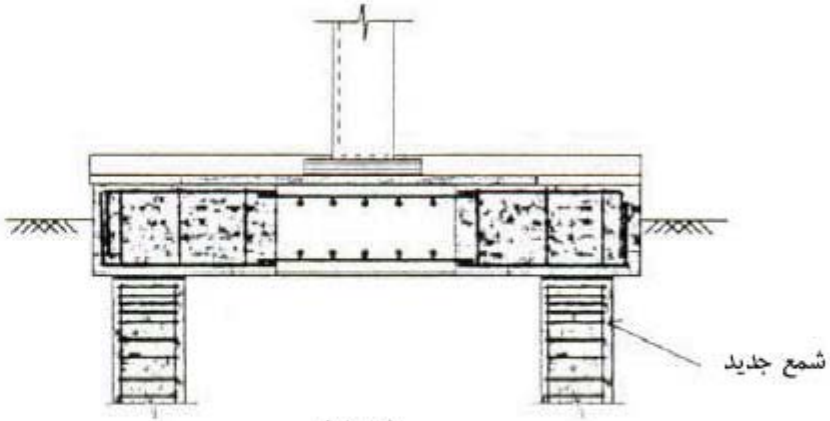
www.icivil.ir



www.icivil.ir

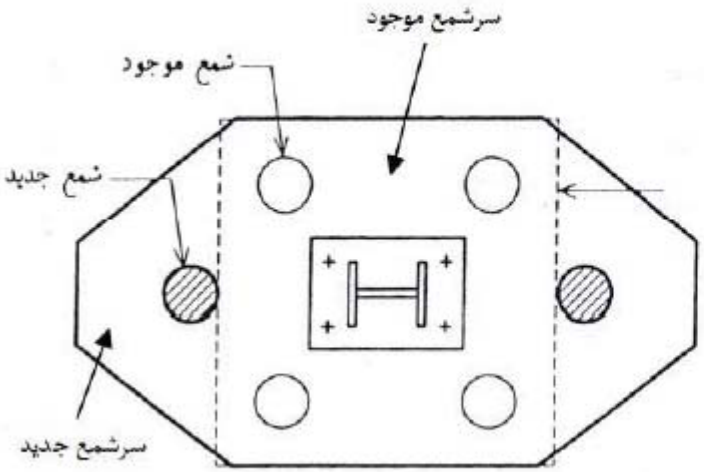


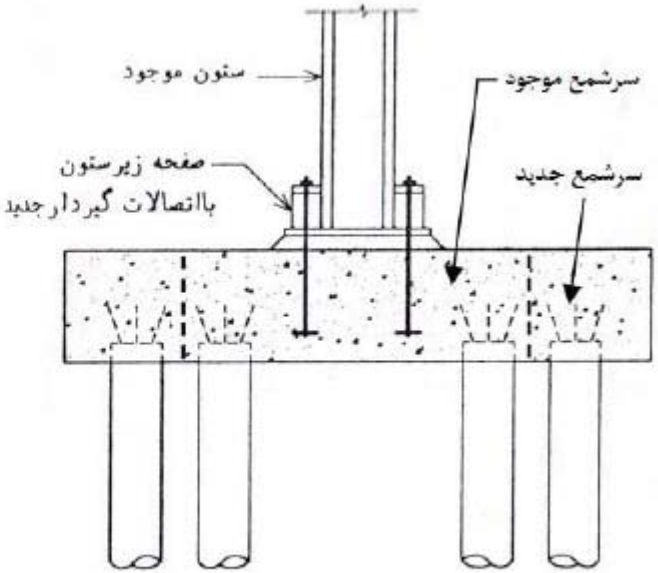
(پلان)



(مقطع)

مقاوم‌سازی صفحه ستون





افزایش ظرفیت با استفاده از احداث شمع

www.icivil.ir

تقویت دال بتن آرمه

داوود حسینی

www.icivil.ir

روشهای تقویت دال

- اضافه کردن ضخامت (از پایین یا از بالا)
- اضافه کردن تیرک فولادی
- اضافه کردن نوار فولادی
- اضافه کردن نوار FRP

www.icivil.ir

افزایش ضخامت از پایین یا از بالا

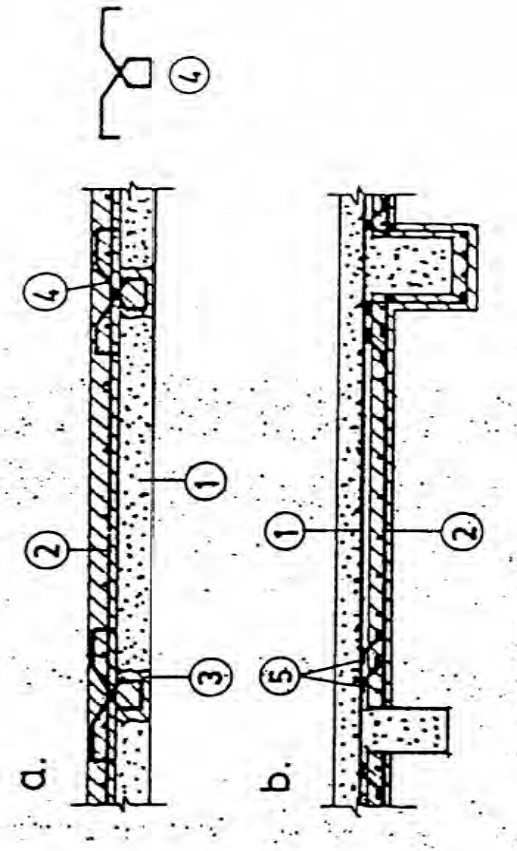


Fig. 6.23

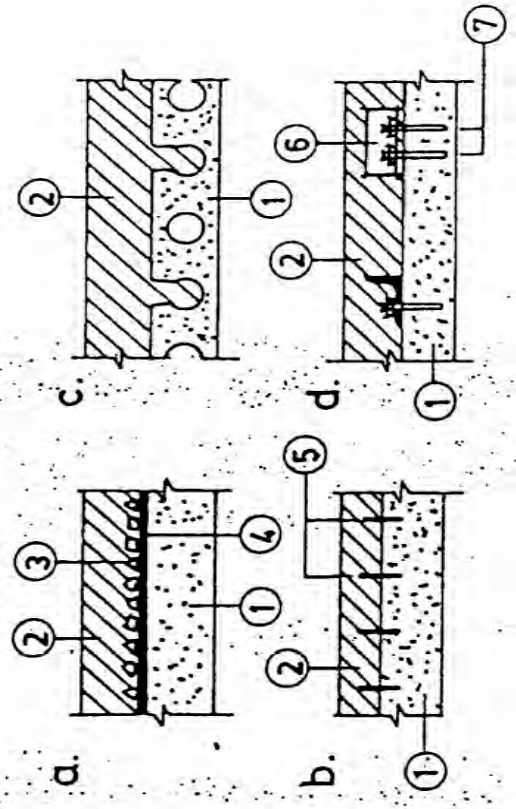


Fig. 6.24

www.icivil.ir

تقویت دال با اضافه کردن نوار فولادی

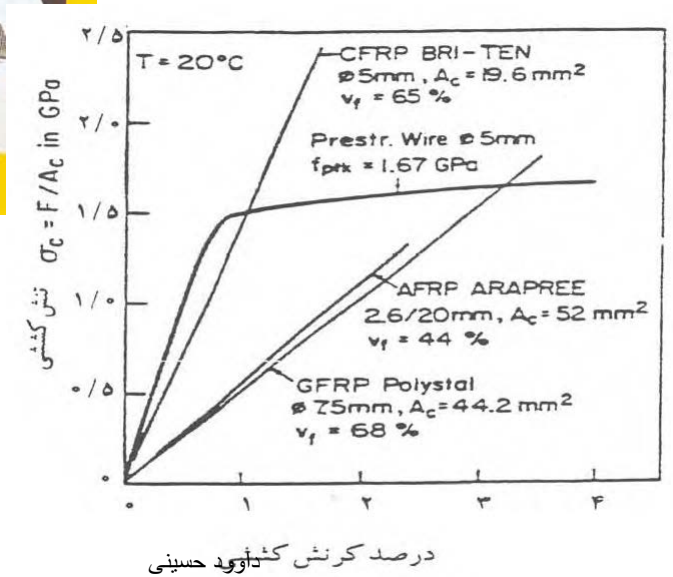
Criteria for strengthening by external plating

- No drastic increase in structural member dimensions
- Minimal works to existing load-bearing structure
- Short contract times
- Economic method

Strengthening of the reinforced concrete slab with the Sika® CarboDur® Plate System.

www.icivil.ir

تقویت دال با اضافه کردن نوار فولادی



www.icivil.ir

تقویت تیرهای بتنی

- تقویت با زره فولادی
- تقویت با زره بتن مسلح
- استفاده از مصالح FRP
- پیش تنیدگی خارجی برای تقویت تیرها

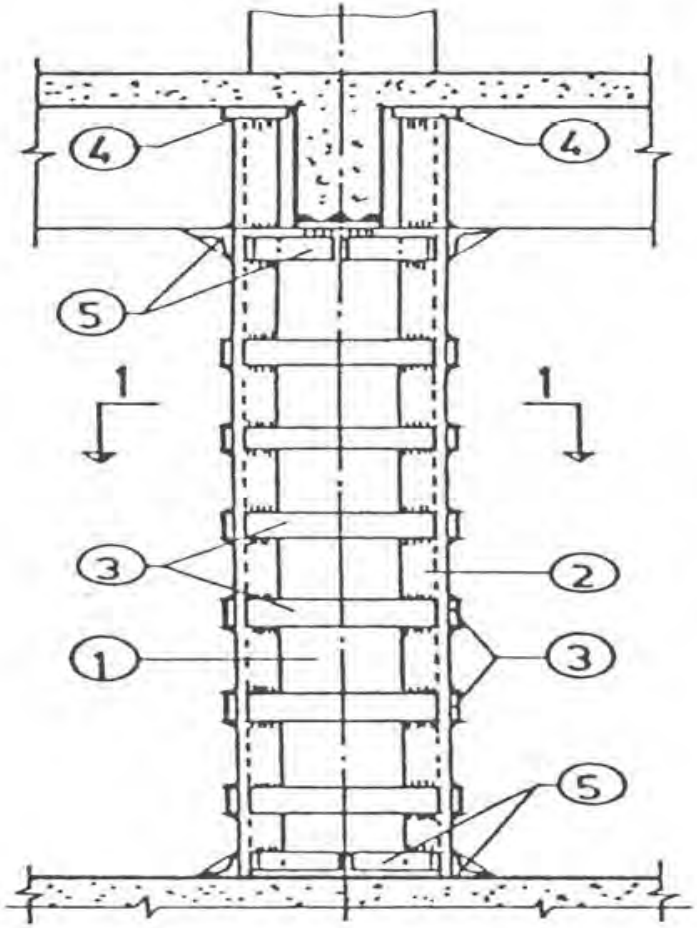
www.icivil.ir

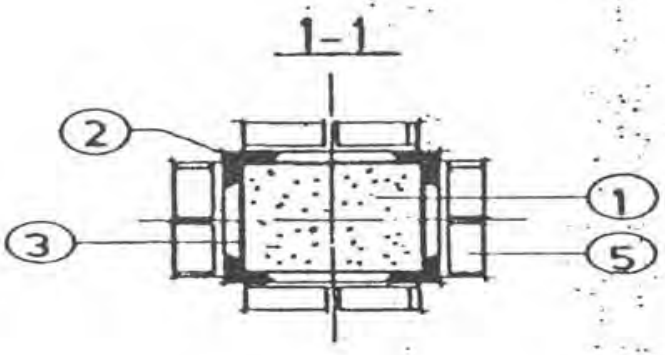
تقویت با زره فولادی

علت مقاوم سازی نشست سقف طبقات و وجود ترکهای زیاد در دیوار ها و سقفها ، بدلیل ضعف شدید بتن جهت مقاوم سازی آپارتمان مذکورنمی توان از الیاف کربن FRP استفاده نمود.

لذا روش پیشنهادی جهت طرح تقویت و مقاوم سازی اسکلت ،استیل جکت STEEL JACKET بوده وکلیه ستونها با ورقهای فولادی به ضخامت ۱۰ میلیمتر مقاومسازی گردیدند. جهت مقاومسازی تیرها بدلیل مردود بودن بتن تیرها با استفاده از کلاف مستقل تیر فولادی پانلهای سقف مقاومسازی کردیدند.

www.icivil.ir





1 - existing column ; 2 - steel angle profile; 3 - steel plate;
4 - supporting plate; 5 - angle profile

www.icivil.ir

داوود حسینی

www.icivil.ir

استفاده از مهار بند

- افزایش سختی ومقاومت و شکل پذیری سازه
- اعمال وزن کمتر نسبت به سایر سیستم ها
- امکان استفاده از بازشو و پنجره در قاب مهار بندی شده
- امکان استفاده موثر در طراحی معماری در صورت استفاده در نما
- اجرای نسبتا آسان

www.icivil.ir

بهسازی به وسیله مهار بند همگرا

استفاده از مهاربند نباید باعث نامنظمی پیچششی گردد

استفاده از مهار بند در طبقه اول باعث بلند شدگی میگردد که با تقویت فونداسیون مرتفع میگردد

www.icivil.ir

نحوه اتصال مهاربند فلزی به ساختمان بتنی بسیار مهم میباشد به طوری که نحوه عملکرد آن بستگی به اتصال آن دارد >> **استفاده از ملات منبسط شونده**

www.icivil.ir

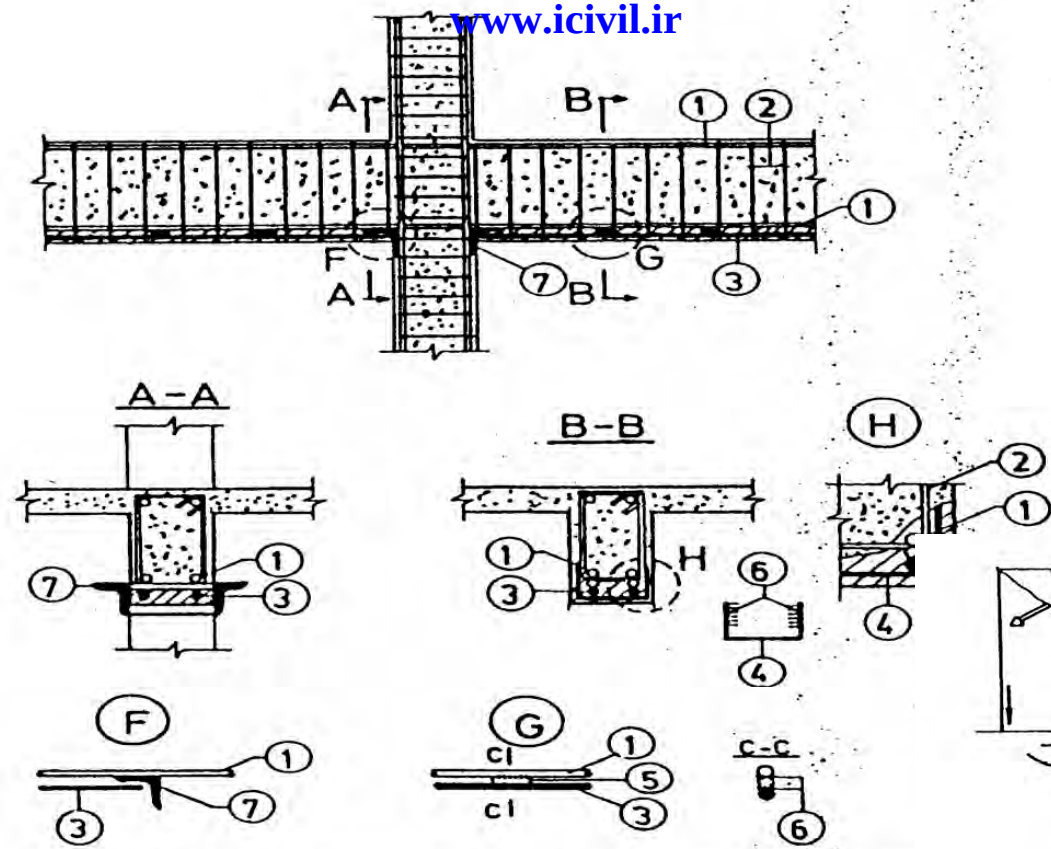
www.icivil.ir

www.icivil.ir

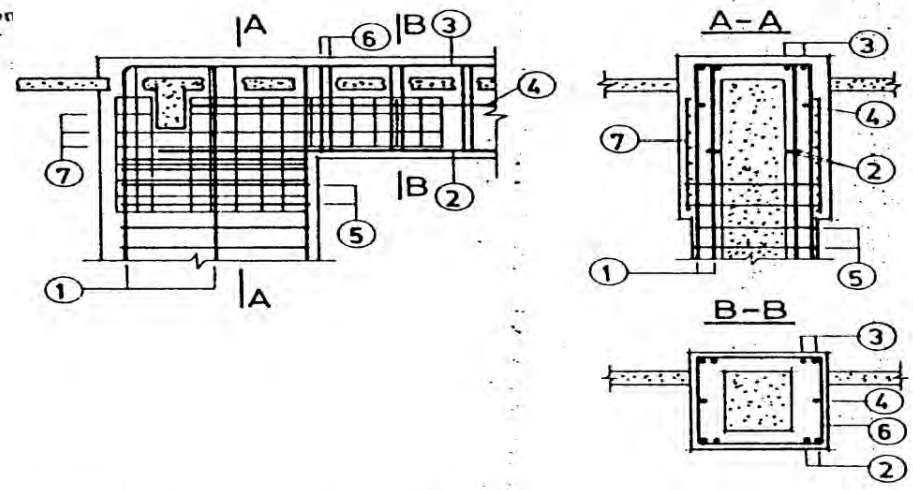
مقاوم سازی به روش زره بتنی

اشتباه در محاسبات سازه این پارکینگ ضعف در میلگردها ی طولی برخی از ستونهای این ساختمان مشاهده گردید.روش بکار گرفته جهت مقاوم سازی ستونهای فوق کانکریت ژاکت (CONCRETE JACKET)می باشد.بدلیل امتزاج مناسب طرح تقویت مذکور و عدم محدودیت بدلیل بزرگتر شدن ابعاد ستونها این روش مناسبترین را جهت مقاوم سازی در نظر گرفته شد

www.icivil.ir



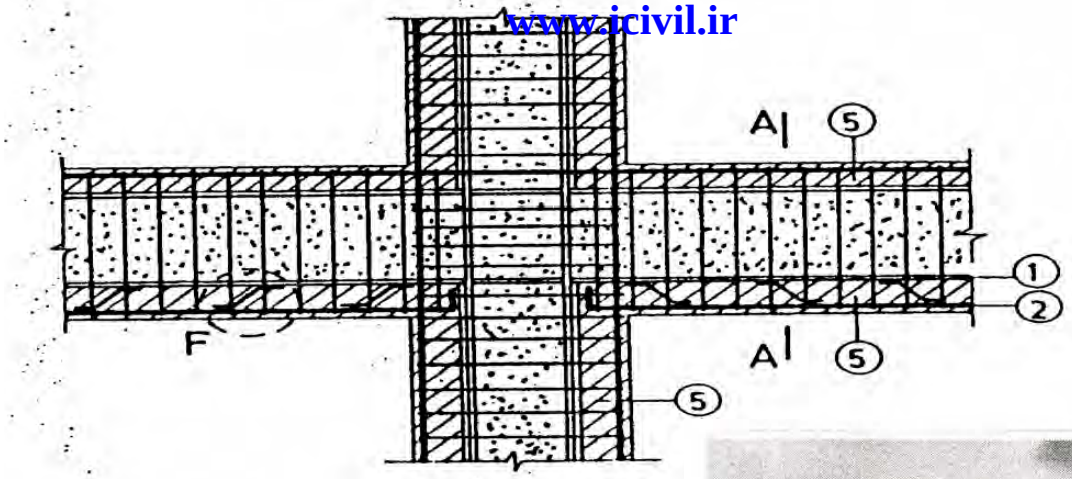
1 - existing reinforcement; 2 - existing stirrups; 3 - added lon
4 - added stirrups; 5 - welded connecting bar; 6 - welding; 7 -
angle profiles

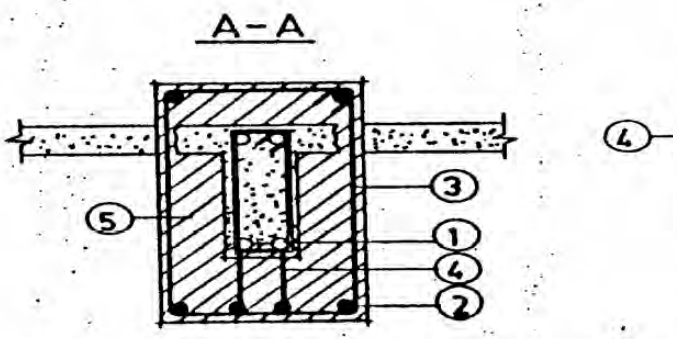


1 - column reinforcement; 2 - beam bottom reinforcement; 3 - beam top re-
inforcement; 4 - beam reinforcement; 5 - column ties; 6 - beam stirrups;
7 - welded wire fabric; T - tensile resultant

داود حسینی

www.icivil.ir





1 - existing reinforcement; 2 - added long
3 - added stirrups; 4 - welded connecting
6 - welding

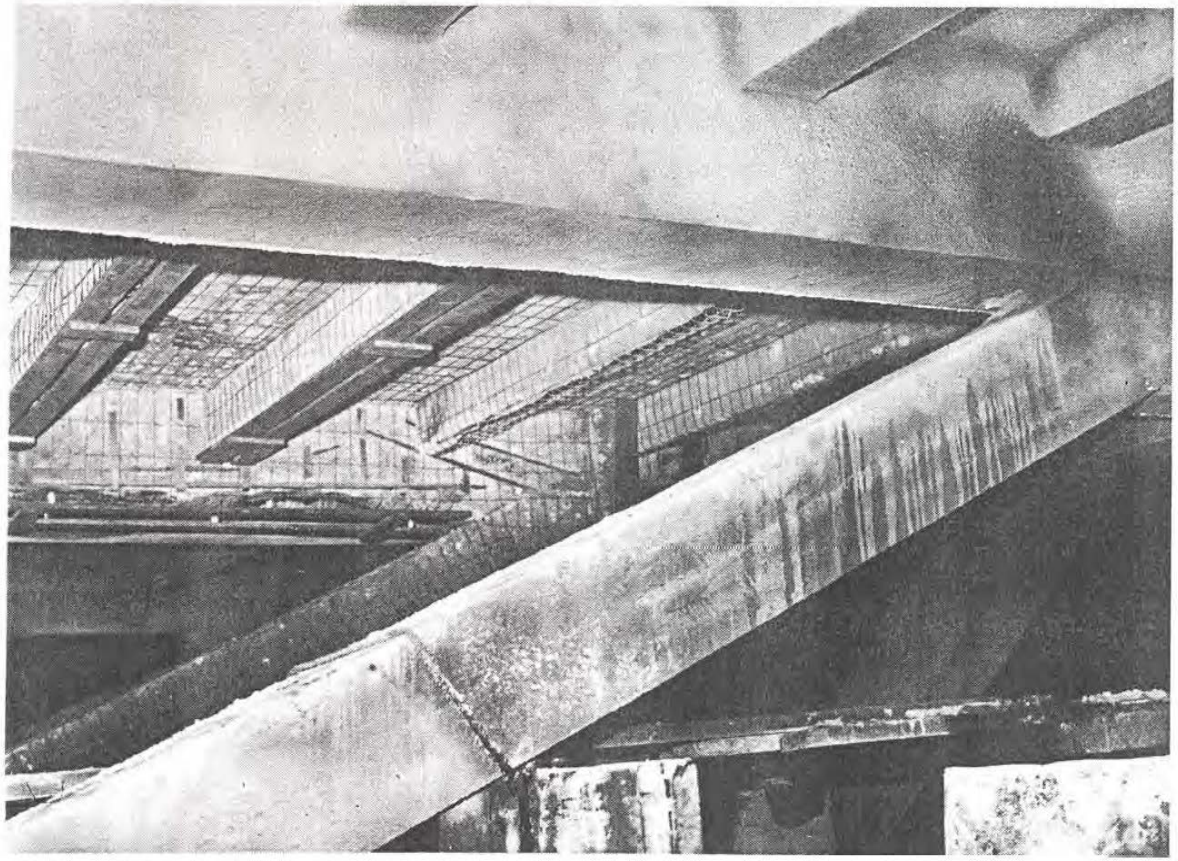
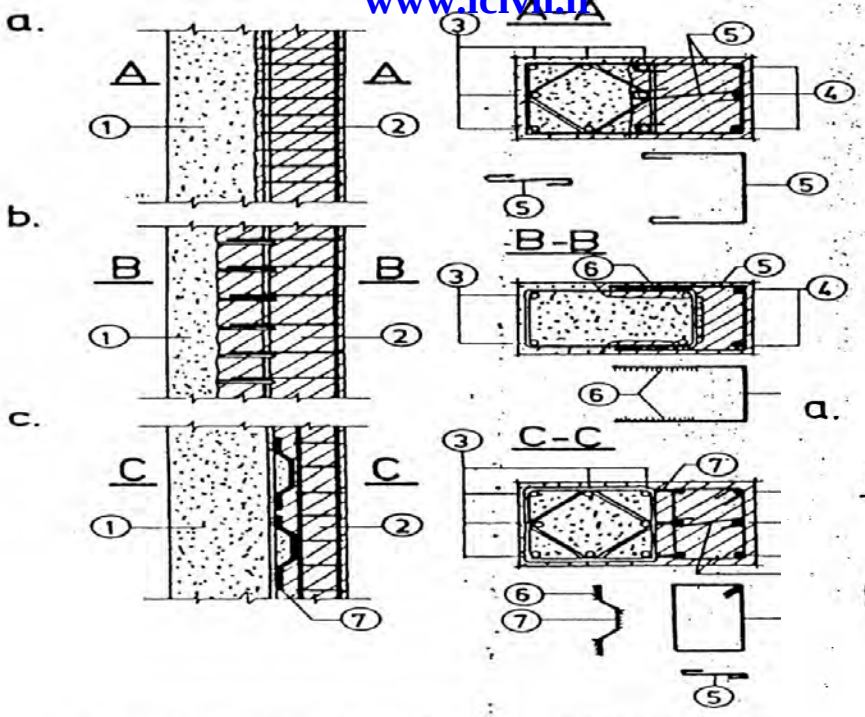
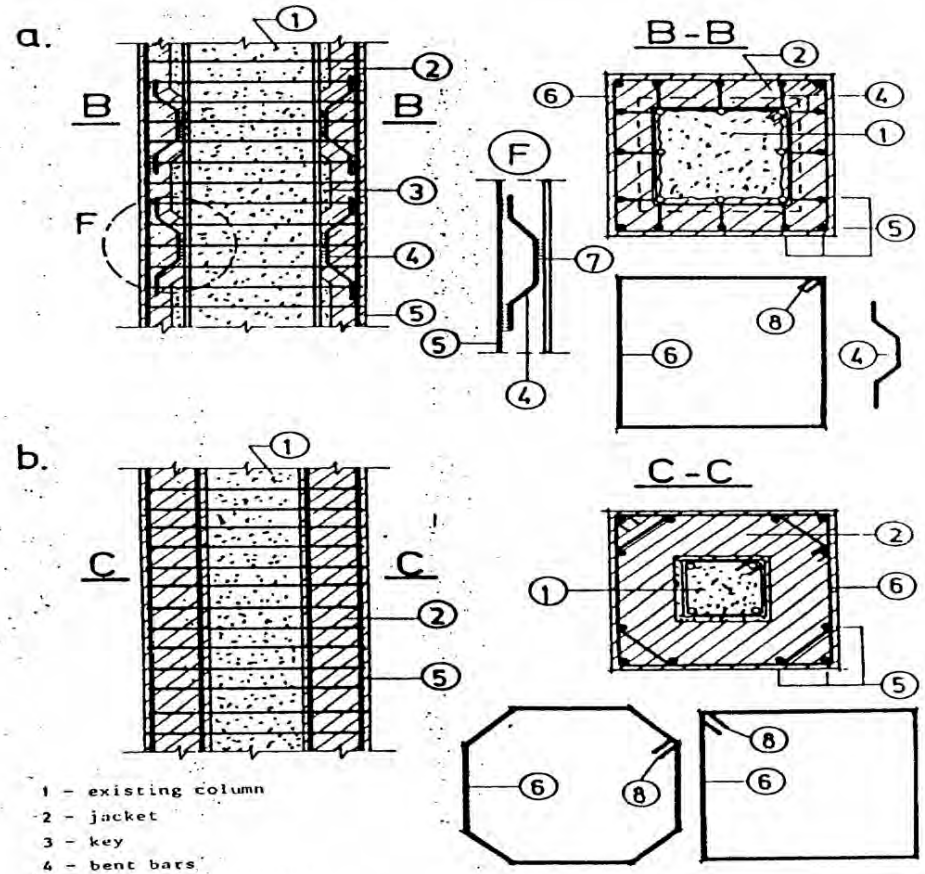


Figure 7.6 Sprayed concrete repairs to quay substructure in progress and completed

www.icivil.ir



1 - existing column; 2 - jacket; 3 - existing reinforceme
4 - added longitudinal reinforcement; 5 - added ties;
6 - welding; 7 - bent bars



1 - existing column
2 - jacket
3 - key
4 - bent bars
5 - added reinforcement
6 - ties
7 - welding
8 - alternative corners

Fig. 6.7

www.icivil.ir

www.icivil.ir

www.icivil.ir

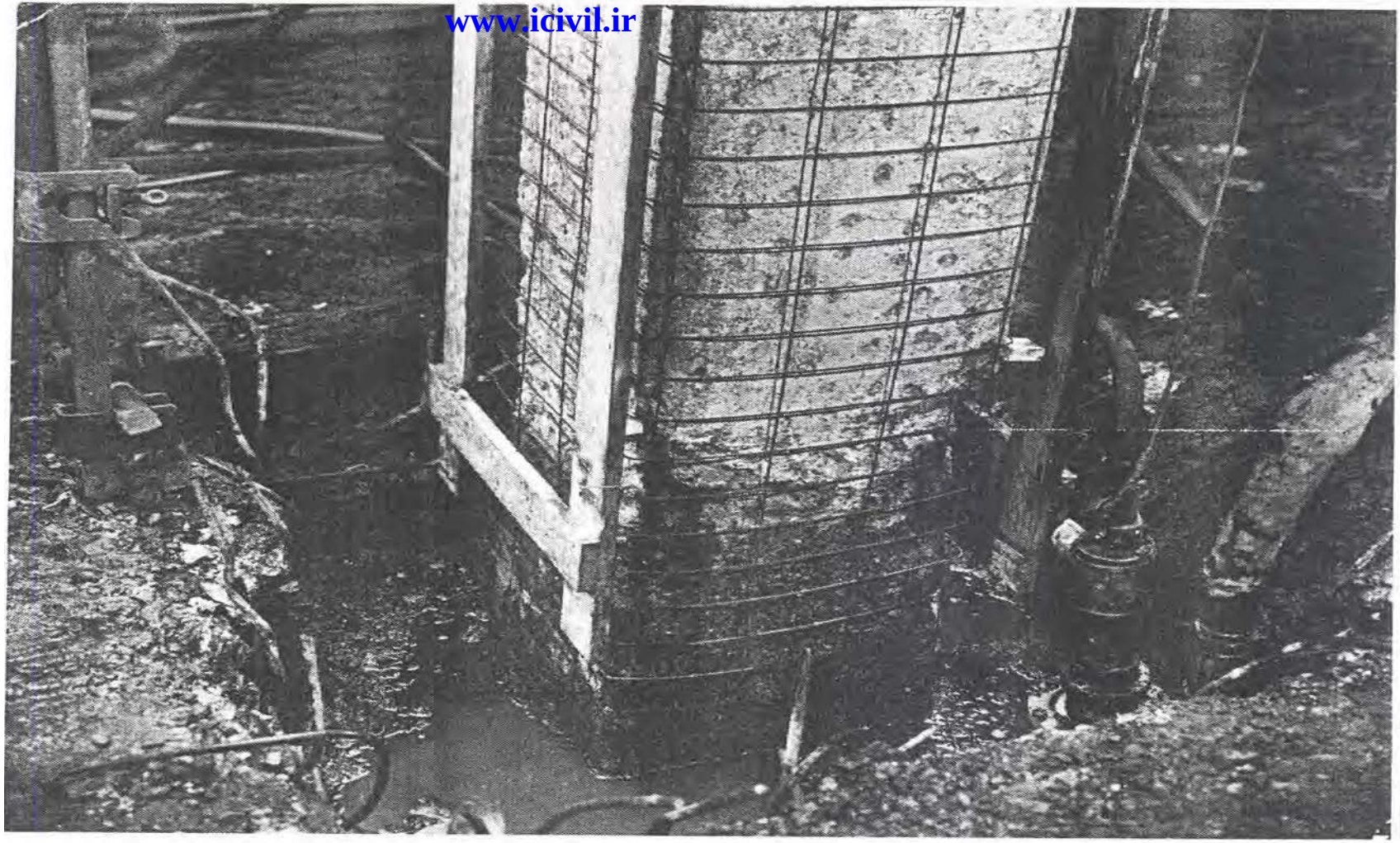


Figure 7.7 Concrete column with reinforcement and timber formers fixed for sprayed concrete repair

www.icivil.ir

استفاده از مصالح FRP

تیرهای با دهانه زیاد آن (۵/۷ متر) بدلیل عدم رعایت آویز مورد نیاز (۲۰ سانتیمتر) و همچنین کسر میلگرد تقویتی مورد نیاز در وسط دهانه ،دچار ترکهایی در وسط دهانه گردیده است که به مرور زمان دچار خیزنیز می گردید

www.icivil.ir

آثار و مزایای FRP

۱- افزایش شکل‌پذیری

۲- بهبود همپوشانی میلگردها

۳- بهبود ظرفیت خمشی (نوار FRP طولی)

٤- بهبود ظرفیت محوری (نوار FRP دورپیچ)

با توأم کردن FRP طولی و دورپیچ آثار ۳ و ٤ هر دو بهبود می‌یابد.

www.icivil.ir

تقویت خمشی با استفاده از الیاف پلیمری FRP

www.icivil.ir

پیش تنیدگی خارجی برای تقویت تیرها

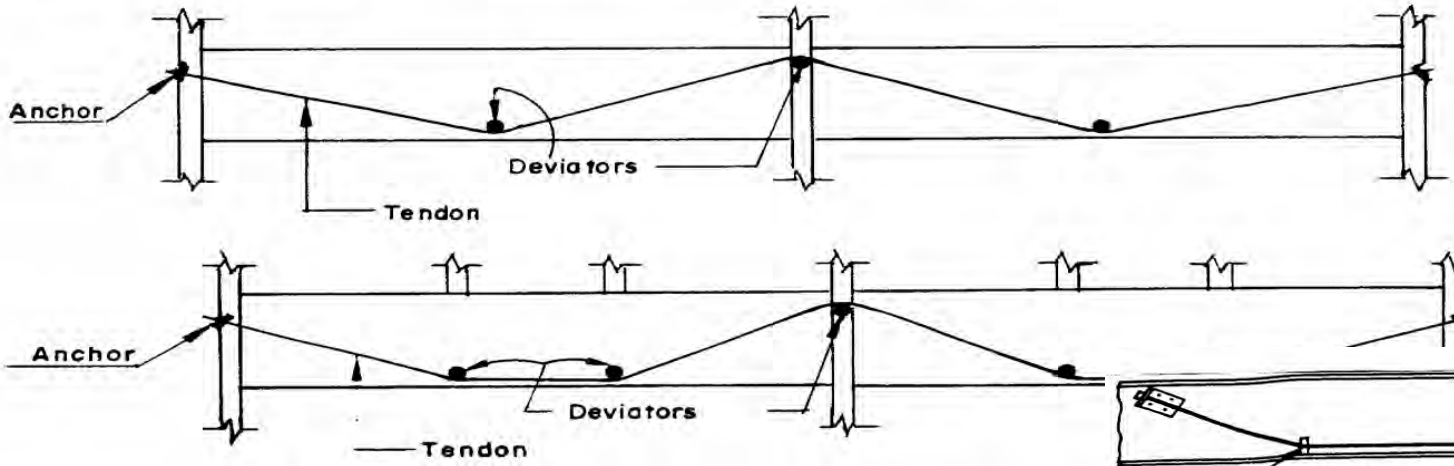


Fig. 8.1 Basic arrangements of external tendons

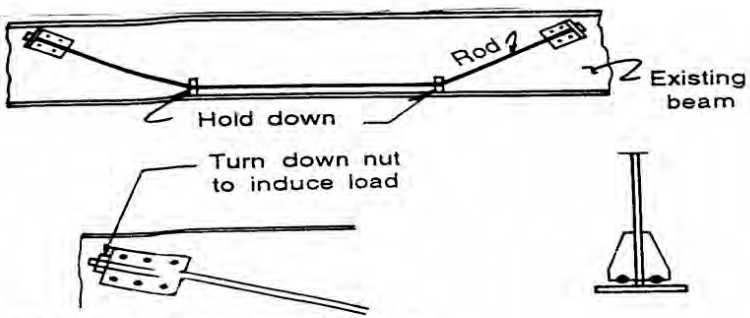


Fig. 7.21 Prestressing a steel beam

مقاوم سازی به این روش میتواند موضعی یا کلی باشد، در حالت کلی نیروهای پیش تنیدگی که به سازه مقاوم شده القا میگردد منجر به باز توزیع نیروهای داخلی گشته و باعث کاهش تنشها در اعضا نسبت به حالت اولیه آنها میشوند.

البته پیش تنیدگی نیروهای متمرکز جدیدی شامل نیروهای محوری اضافی در اعضا به وجود می آورد.

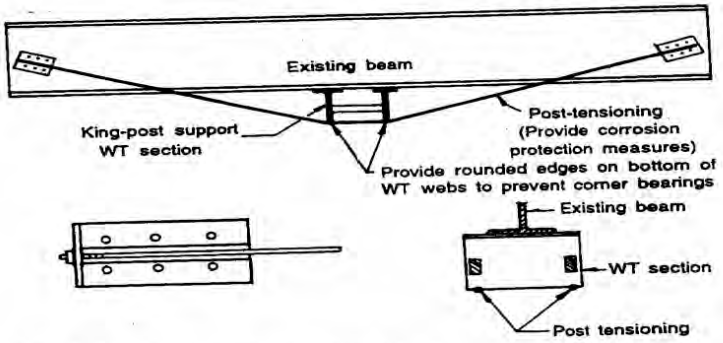


Fig. 7.22 King-post type prestressing

www.icivil.ir

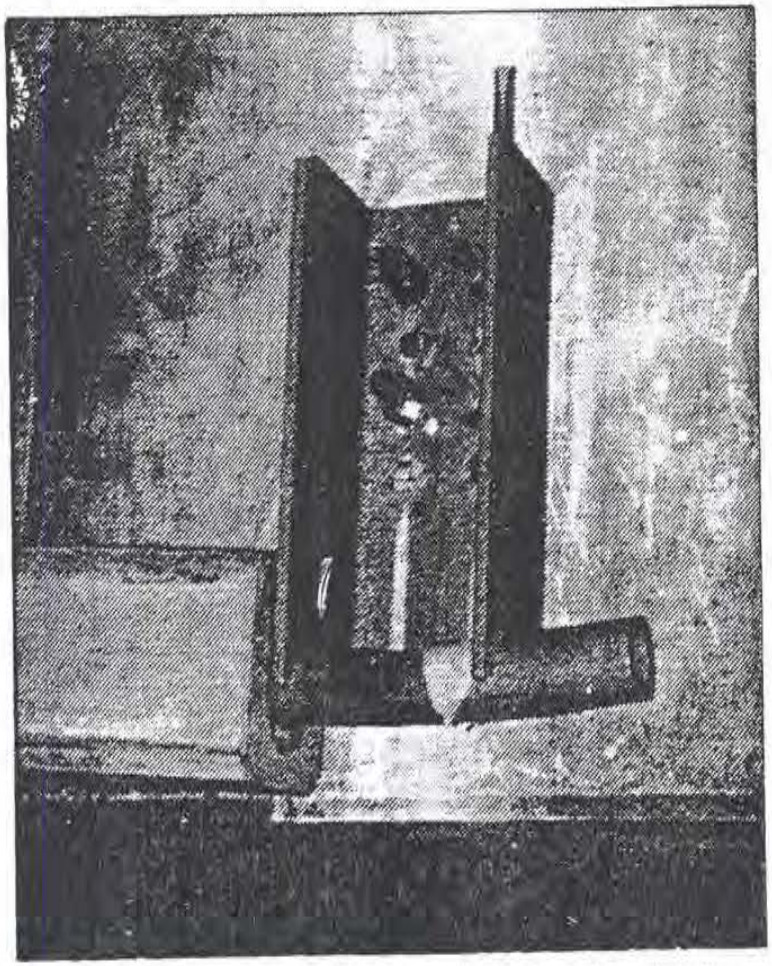


Fig. 8.2 Structural steel bracket bolted to the side of a beam at a low point; The PT is encased in concrete for protection

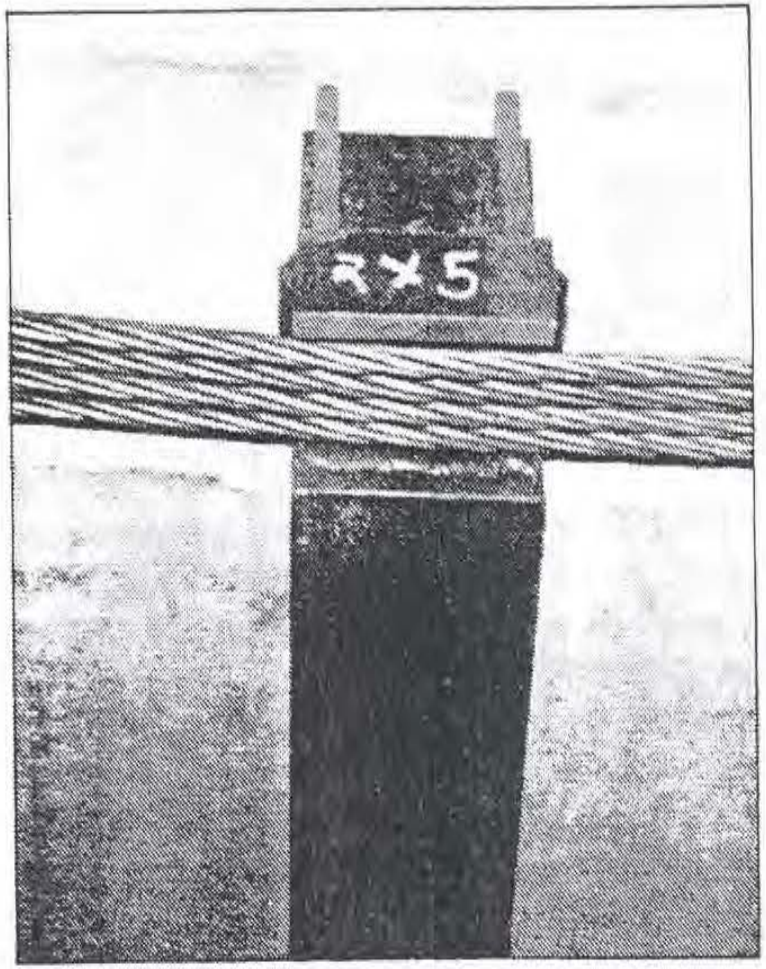
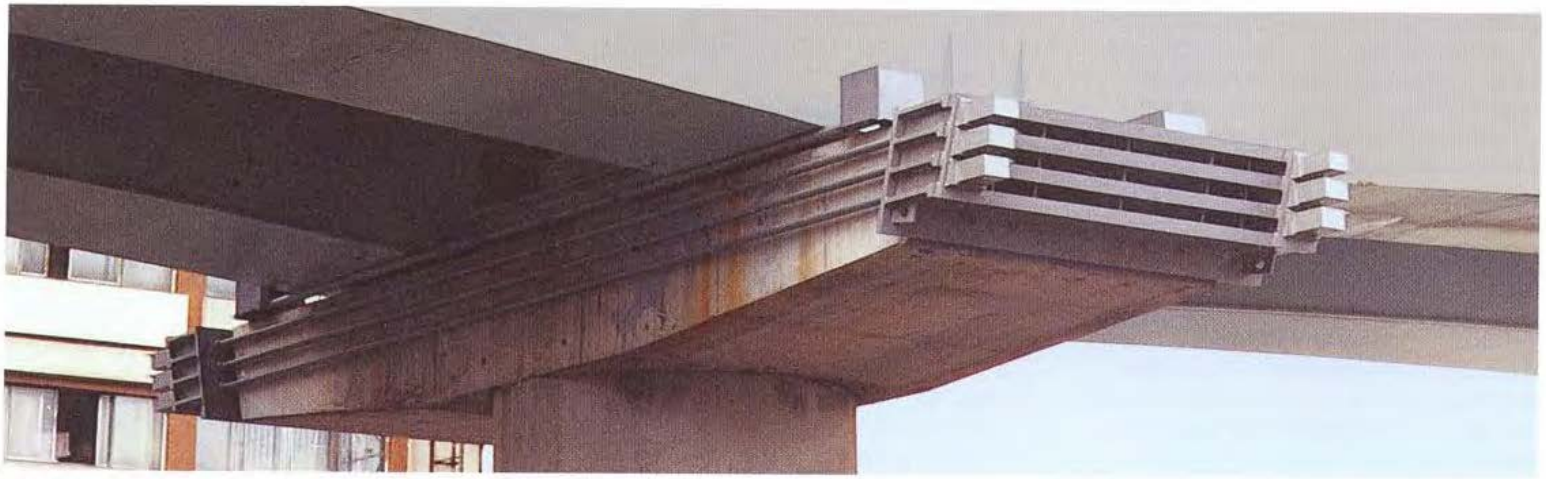


Fig. 8.3 Structural steel saddle is attached to the bottom of a beam, serving as a low point deflector or deviator

www.icivil.ir



Pier head beam with strengthening by DYWIDAG bar tendons.

www.icivil.ir

THE END