جزئیات تقویت سازه‌های بتن‌آرمه

تقویت موضعی یا تقویت اعضا

تقویت سیستم

۲- انواع تقویت اعضاء

۲-۱- کاشتن آرماتور یا پیچ هیلتی بربتن

۲-۲- تقویت فونداسیون

۲-۳- تقویت دال

۲-٤- تقویت تیر

۲-۵- تقویت ستون

۳- روش‌های تقویت موضعی

۳-۱- زره بتنی

۳-۲- روش زرهٔ فولادی

۳-۳- زره FRP (Fiber reinforced polymer)

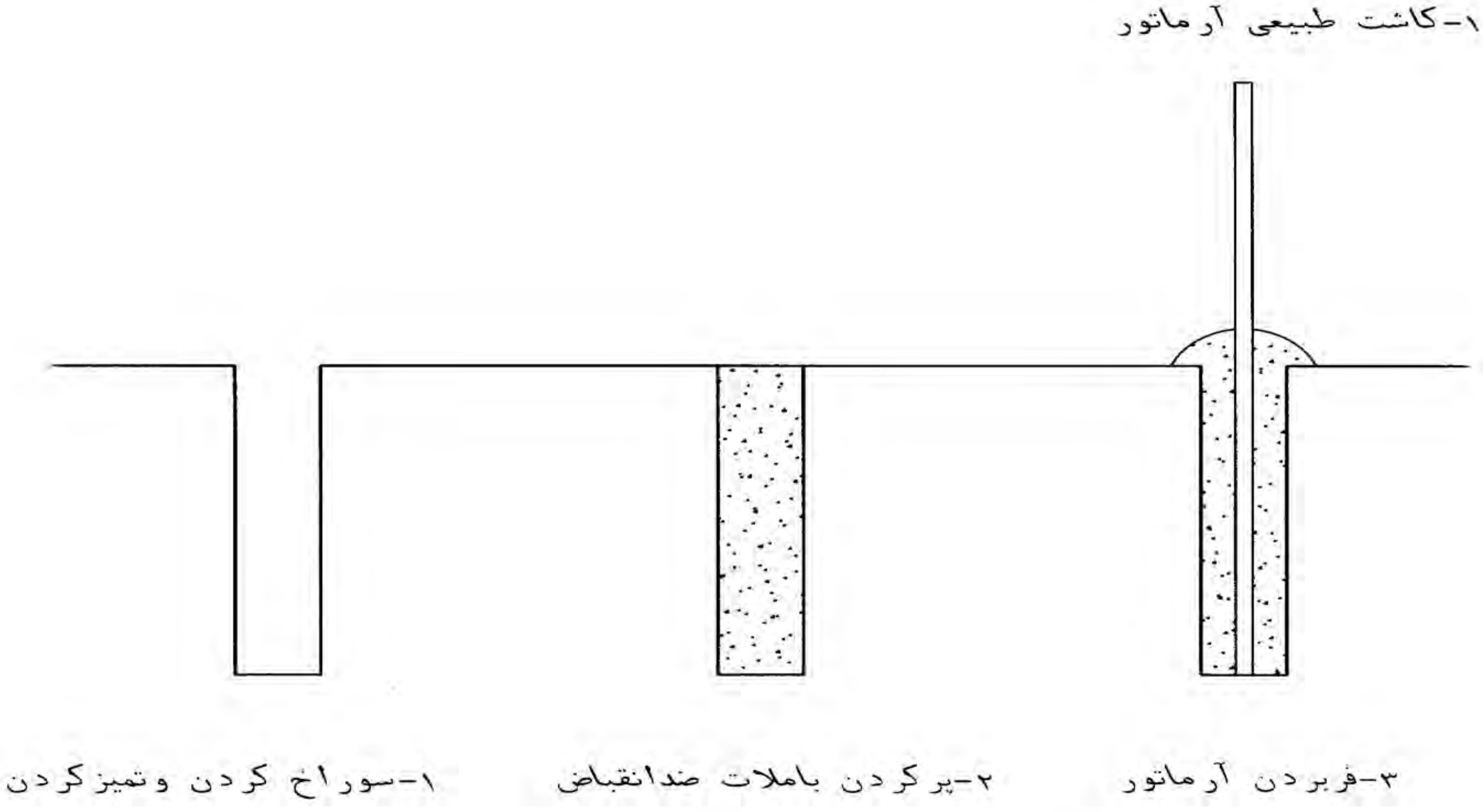
۳-٤- پیش‌تنیدگی خارجی

٤- کاشت پیچ یا آرماتور در داخل بتن

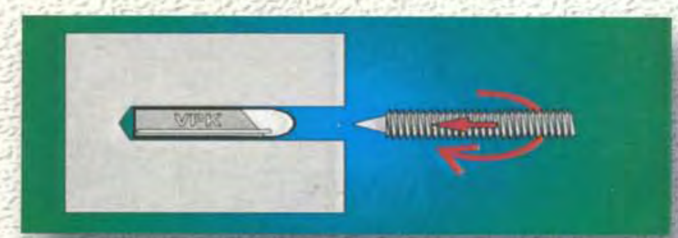
٤-١- کاشت طبیعی با مواد پایه سیمانی

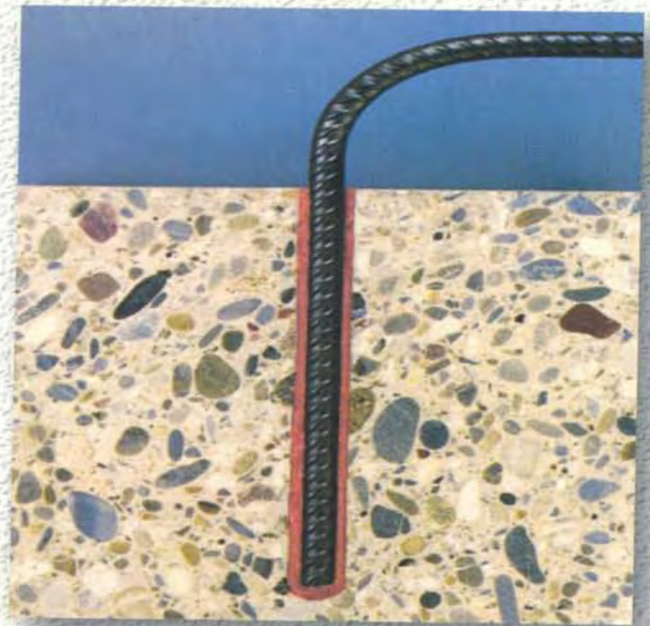
٤-٢- کاشت به کمک مواد اپوکسی

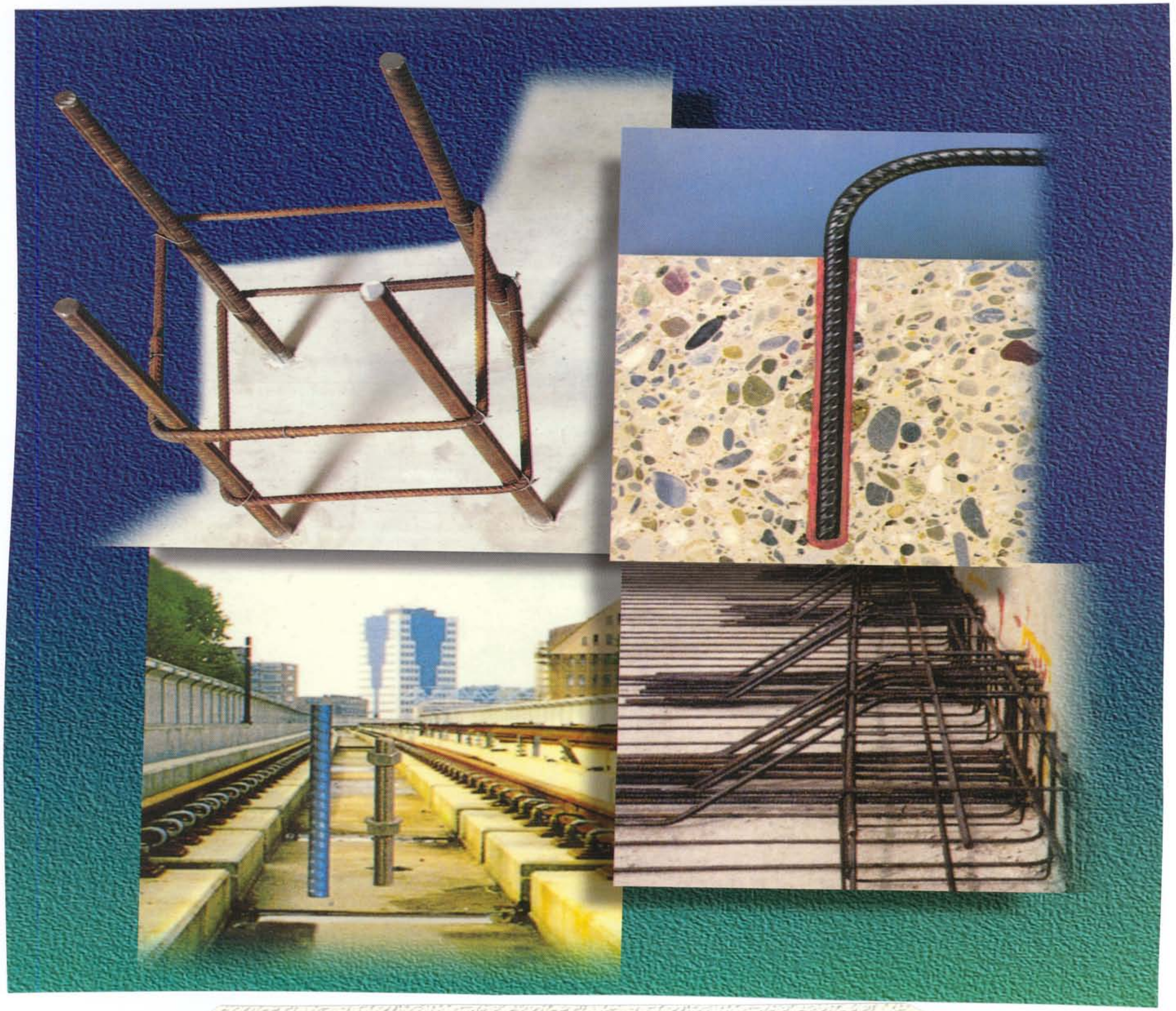
٤-٣- کاشت به کمک مهار مکانیکی

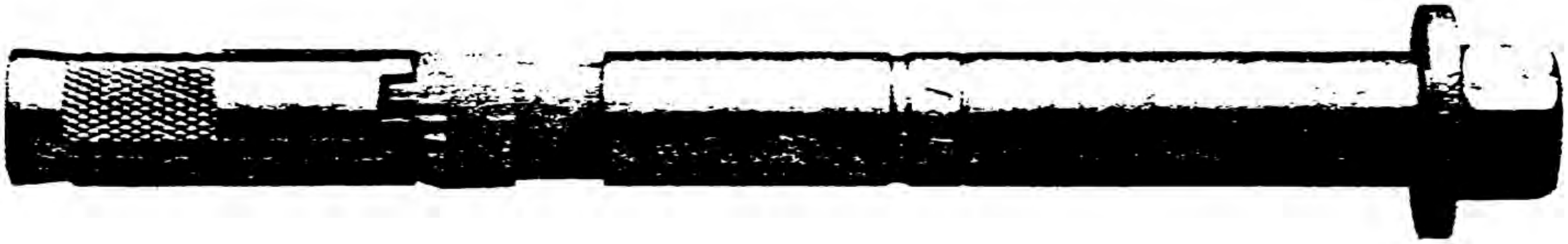


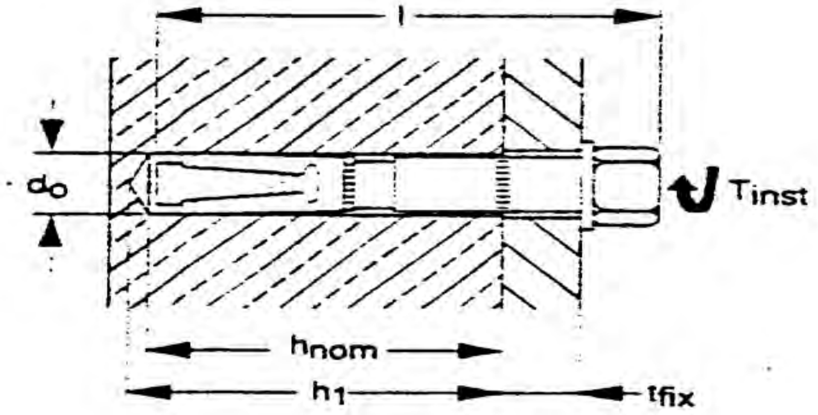
۱-کاشت طبیعی آرماتور
۱-سوراخ کردن وتمیزکردن
۲-پرکردن باملات ضدانقباض
۳-فروبردن آرماتور


VPK







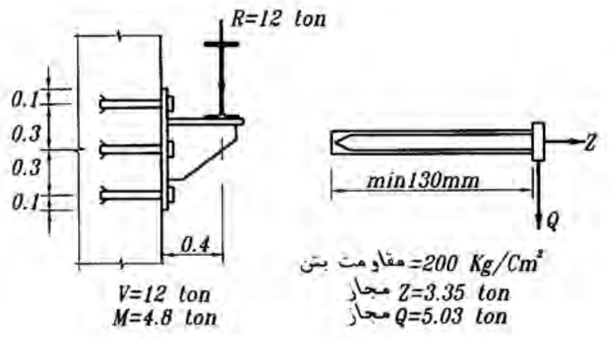


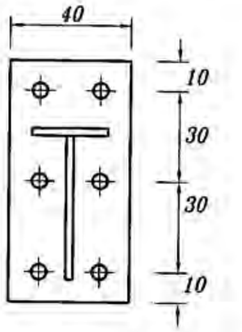
l
d_o
T_{inst}
h_{nom}
h_1
t_{fix}

مثال هیلتی

می‌خواهیم به یک ستون بتن مسلح یک براکت برای حمل تیر جرثقیل متصل نمـاییم.

واکنش تکیه‌گاهی حداکثر جرثقیل ۱۲ تن می‌باشد.





مقاومت بتن = $200kg/cm^2$

مجاز Z = 3.35ton

مجاز Q = 5.03ton

V = 12 ton

M = 4.8 ton

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

تعادل لنگر

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

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

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

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

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

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

$$y = 5.69m$$

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

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

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

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

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

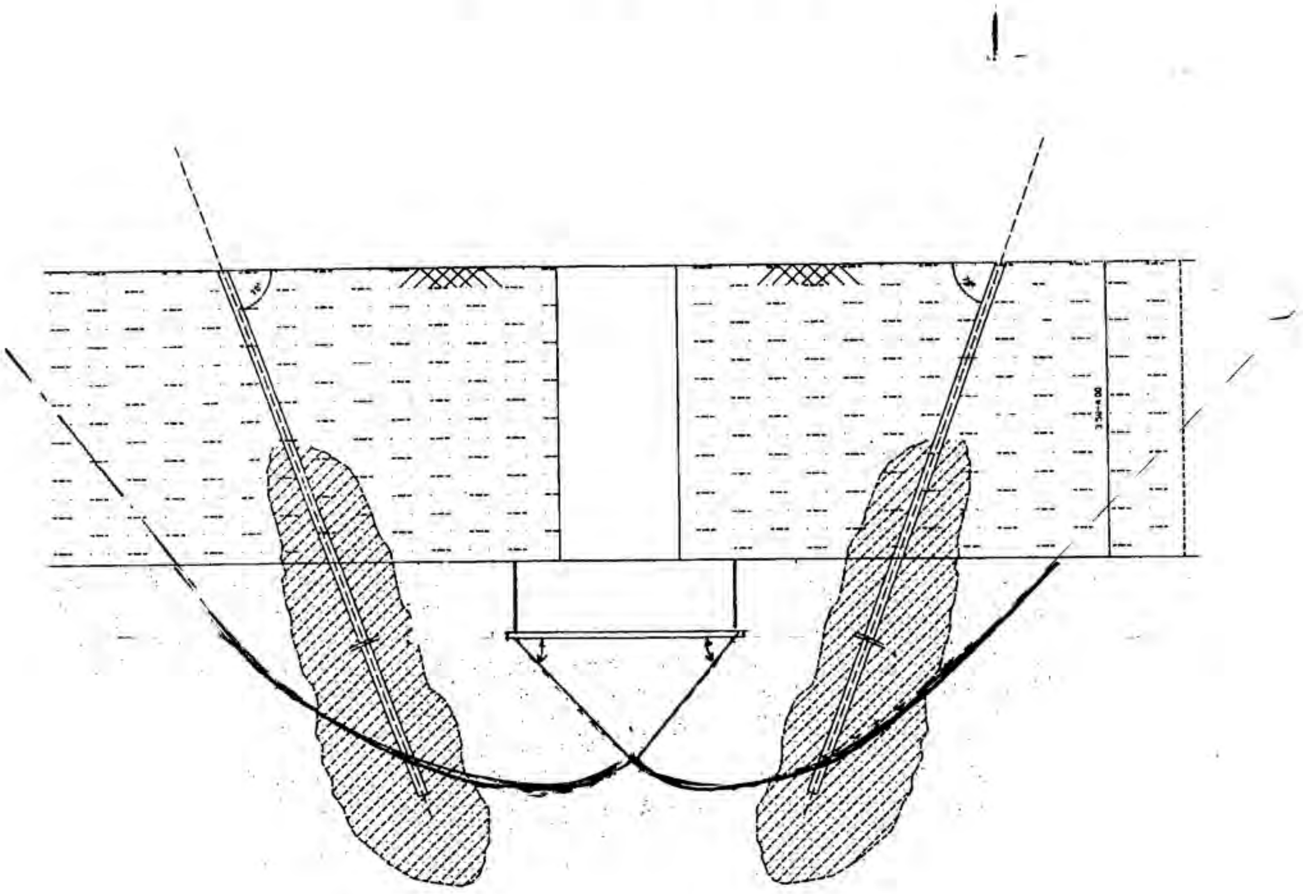
۵- تقویت فونداسیون‌ها

۵-۱- افزایش ابعاد فونداسیون

۵-۲- بستن دو فونداسیون برای اضافه کردن دیوار برشی

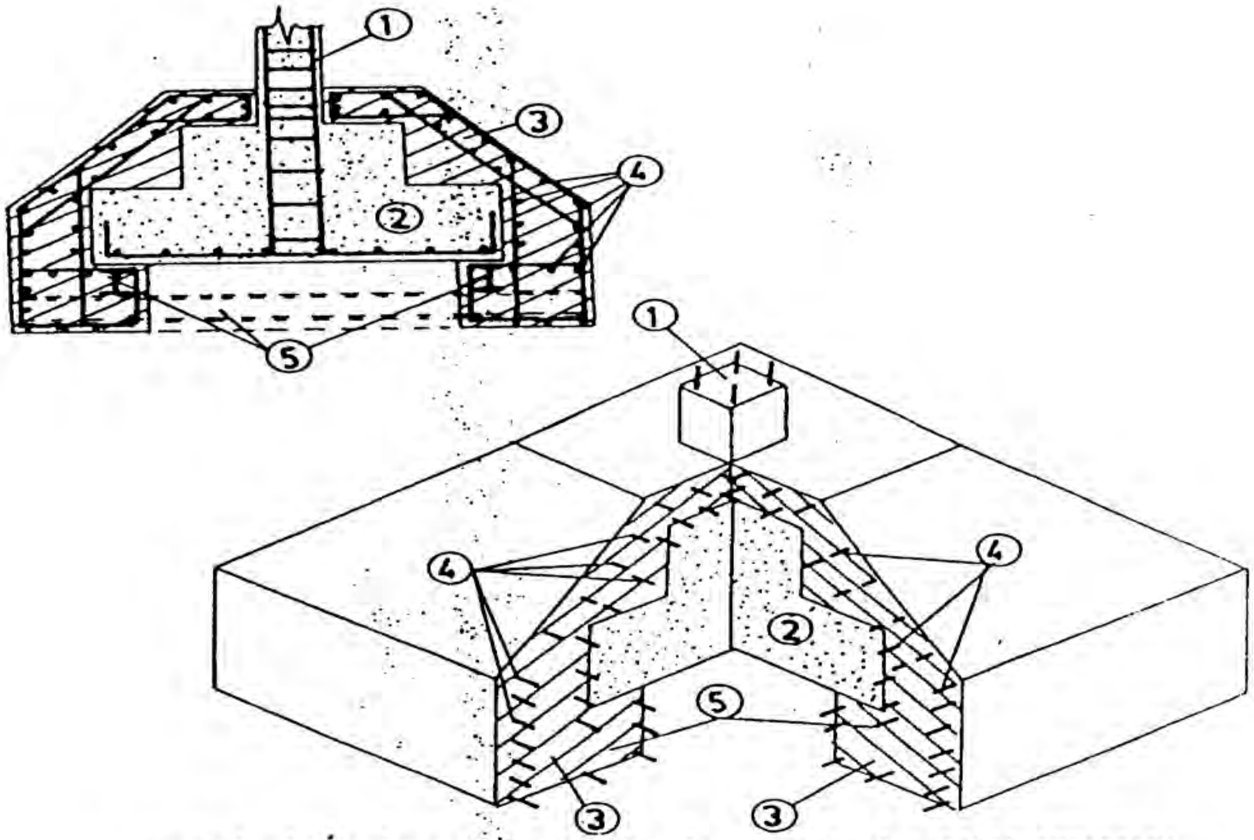
افزایش ظرفیت باربری با بهبود وضعیت خاک

به کمک میکروپایل



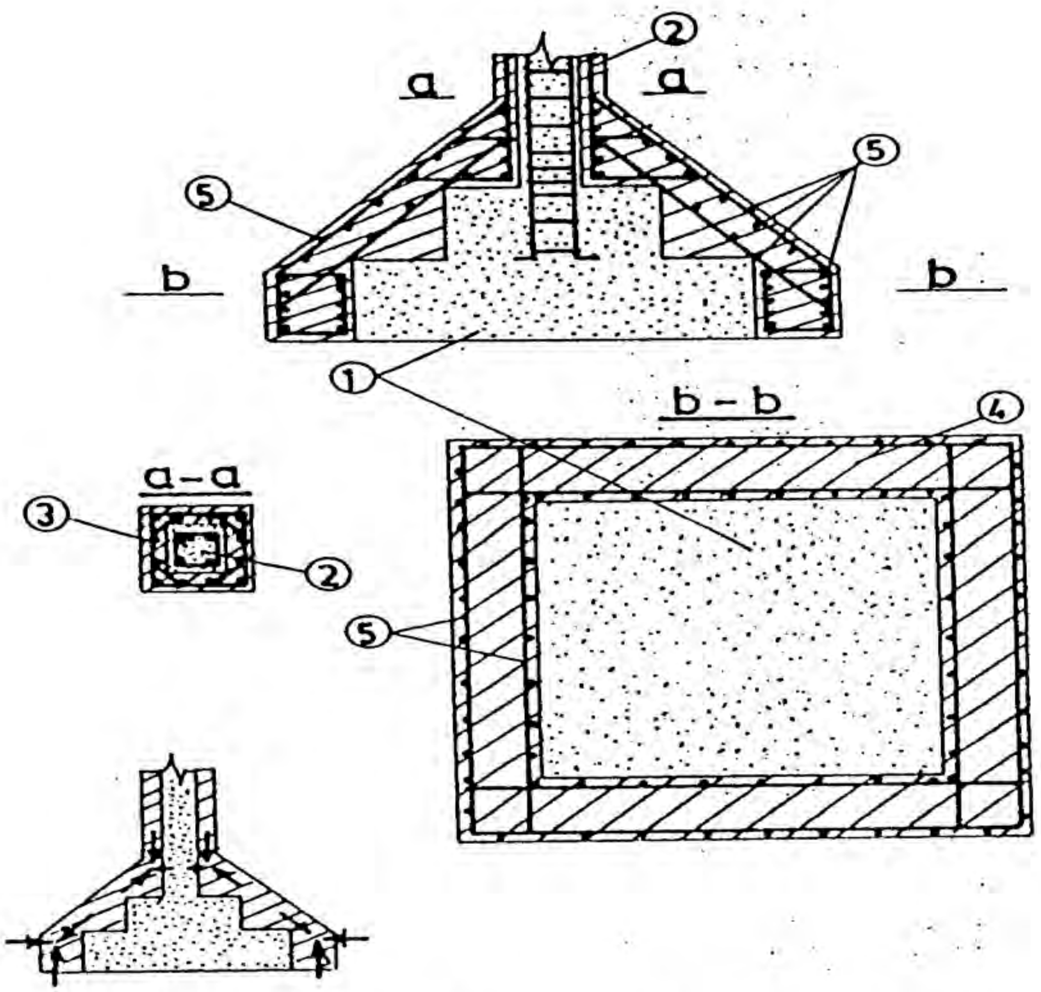
5

6



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

Fig. 6.41



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

Fig. 6.40

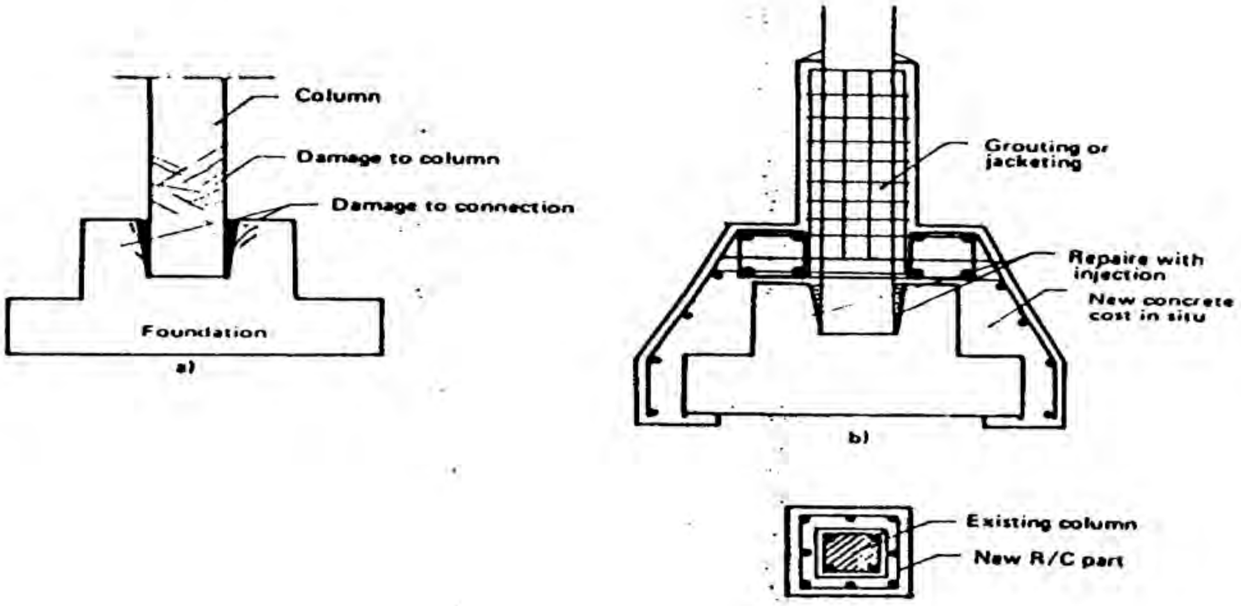
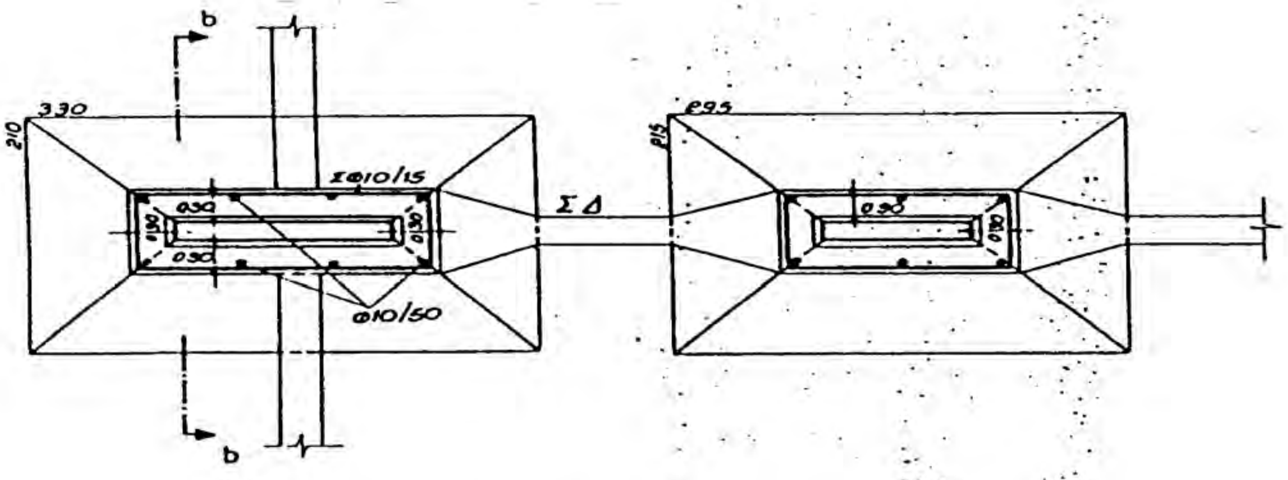
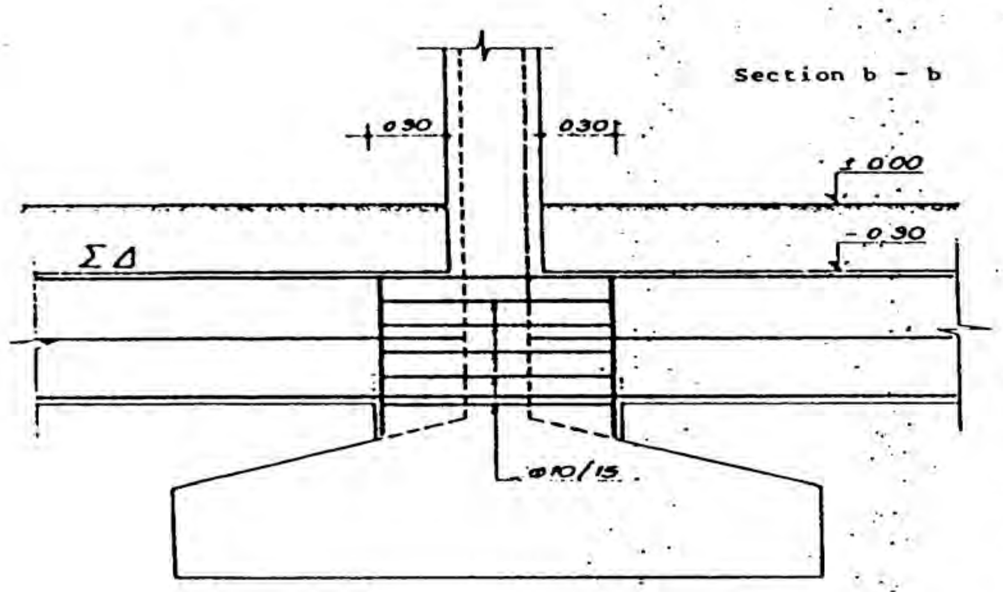

Column
Damage to column
Damage to connection
Foundation
a)
Grouting or
jacketing
Repaire with
injection
New concrete
cost in situ
b)
Existing column
New R/C part

Fig. 7.6



b
330
210
ΣΦ10/15
0.30
Φ10/50
ΣΔ
0.30
b



Section b - b
0.30
0.30
± 0.00
- 0,30
ΣΔ
Φ10/15

Fig. 6.44

۶- تقویت دال بتن‌آرمه

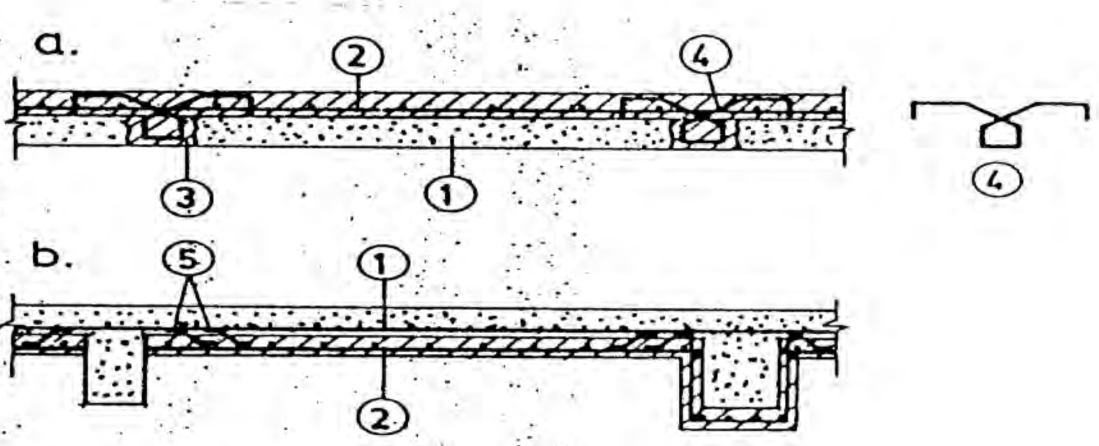
روشهای تقویت دال

۱- اضافه کردن ضخامت (از پایین یا از بالا)

۲- اضافه کردن تیرک فولادی

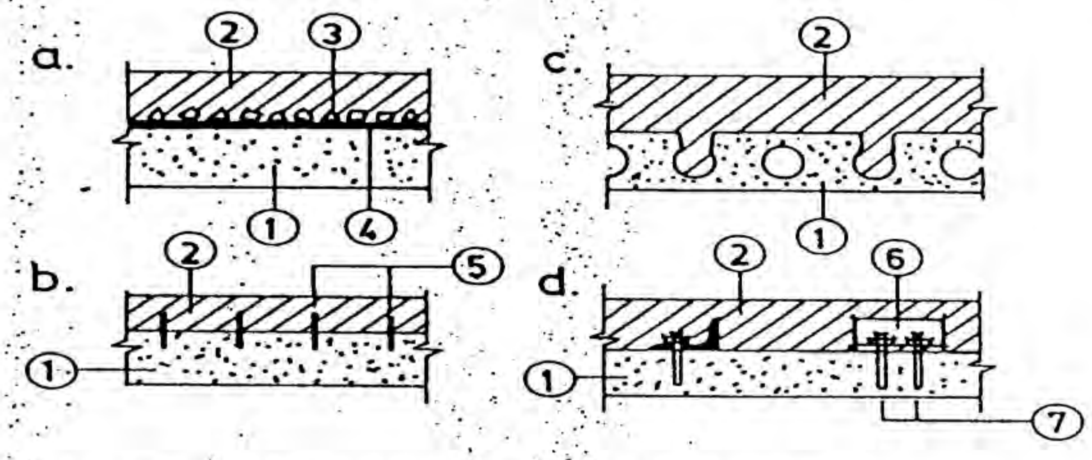
۳- اضافه کردن نوار فولادی

٤- اضافه کردن نوار FRP



1 - existing slab
2 - added reinforcement
3 - dowel
4 - anchoring bent bars
5 - welded connecting bars

Fig. 6.23



1 - existing slab; 2 - new slab; 3 - sand corner; 4 - epoxy glue; 5 - epoxied bolts; 6 - angle profile; 7 - anchor bolts or shoot nails

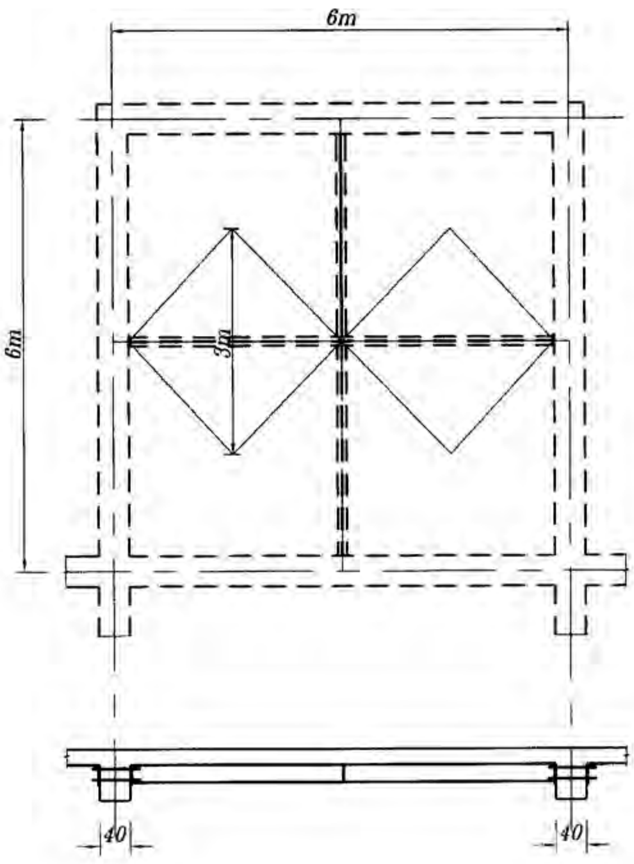
Fig. 6.24

تقویت دال‌ها با اضافه کردن تیرک:

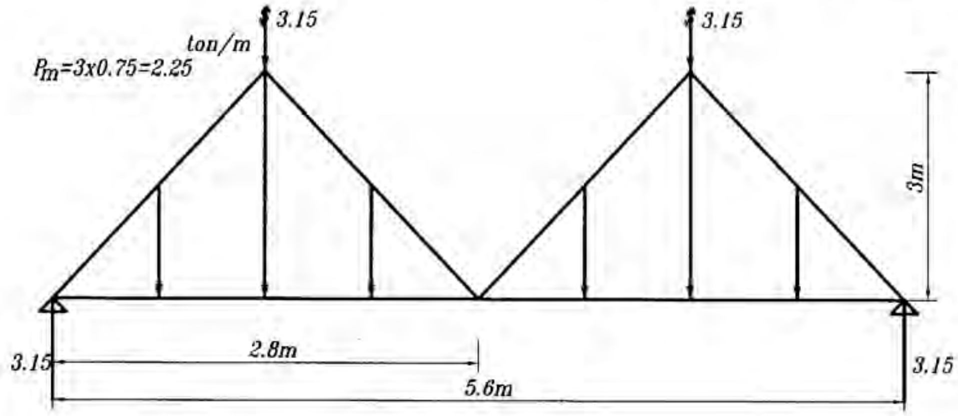
مثال

دارای چشمه ۶×۶ با ضخامت ۱۵ سانتیمتر مفروض است. این دال برای بار مرده ۶۰۰ و بار زنده ۲۰۰ کیلوگرم برمترمربع طراحی شده است. با تغییر کاربری بار زنده آن به ۷۵۰ کیلوگرم برمترمربع افزایش یافته است. مطلوبست ارائه طرح تقویت برای دال

$f'_c = 200, F_y = 4000 kg/cm^2$



طراحی تیر تقویت (بصورت غیرمرکب):



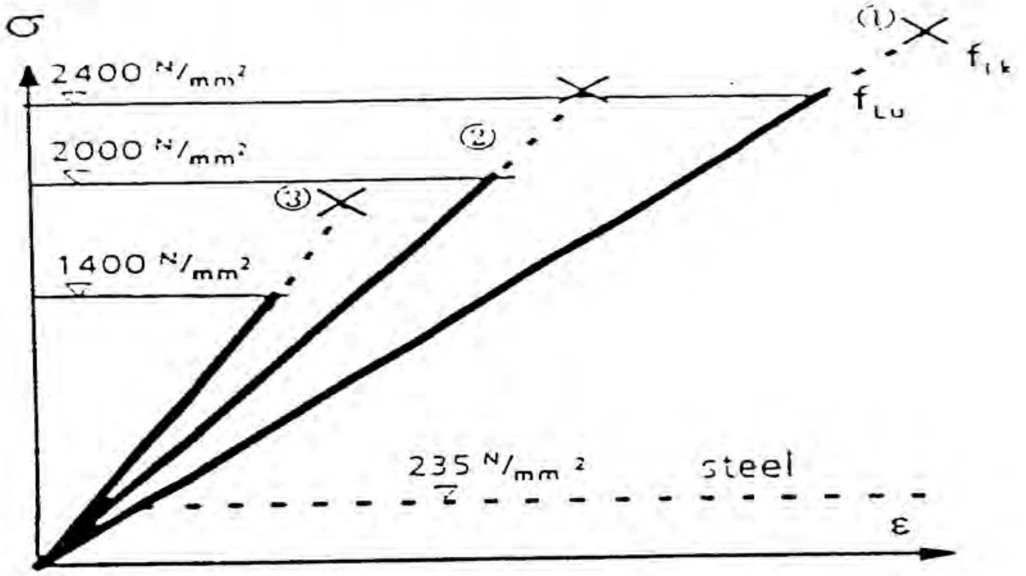
$$M_{CL} = 3.15 \times 2.8 - 3.15 \times \frac{2.8}{2} = 4.41$$

$$S = \frac{4.41 \times 10^5}{1400} = 315$$

$$IPE240, S = 324cm^3$$

کنترل تغییرشکل

Types of laminates by SIKA



Type	design value f_{Lu} [N/mm²]	ultimate tensile strength f_{Lk} [N/mm²]	young's modulus [kN/mm²]	failure strain [%]
① **CarboDur S** (standard)	2400	3100	155	1.9
② **CarboDur M** (middle)	2000	2400	210	1.1
③ **CarboDur H** (high)	1400	1600	300	0.8

Selection of the Appropriate Sika® CarboDur® Composite System

System Selection Chart for Reinforced Concrete

Application Field	CarboDur® Plates	SikaWrap® Hex Carbon Systems	SikaWrap® Hex Glass Systems
Beam Strengthening			
Flexure	✓ ✓	✓	✓
Shear	✓	✓ ✓	✓
Serviceability	✓ ✓	✓	
Slab Strengthening			
Flexure	✓ ✓	✓	✓
Shear		✓ ✓	✓
Serviceability	✓ ✓	✓	
Column Strengthening			
Flexure	✓	✓ ✓	✓
Shear	✓	✓ ✓	✓
Impact		✓	✓ ✓
Seismic		✓	✓ ✓
Serviceability	✓	✓ ✓	✓
Wall Strengthening			
Flexure	✓ ✓	✓	✓
Shear		✓ ✓	✓
Impact		✓	✓ ✓
Seismic	✓	✓	✓ ✓
Blast	✓	✓ ✓	✓
Serviceability	✓ ✓	✓	✓

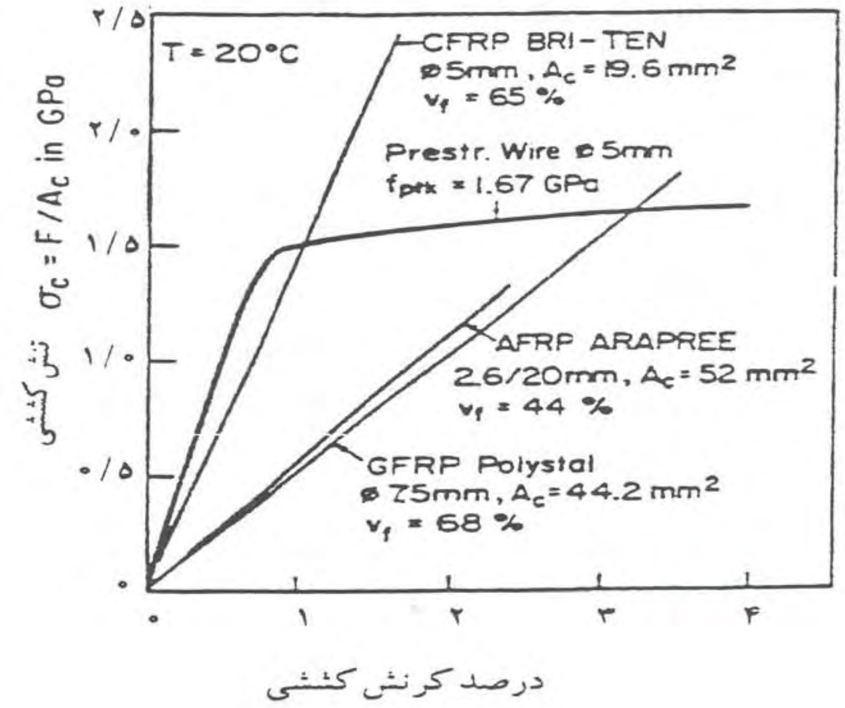
Plating material	**Sika CFRP strips**	**Steel plates (ST 37-2 / ST 37-3)**
Tensile strength	> 2400 N/mm²	235 N/mm²
Elongation at break	1,4 %	*
E-modulus	150 000 N/mm²	210 000 N/mm²
Epoxy adhesives and mortars	**Sikadur®-30**	**Sikadur®-41**
Compressive strength	>100 N/mm²	>75 N/mm²
Adhesive strength on steel	> 26 N/mm²	> 10 N/mm²
Adhesive strength on concrete	> 2 N/mm² (concrete failure)	> 2 N/mm² (concrete failure)
E-modulus	12 800 N/mm²	9000 N/m²

* Yield point according to steel type

Quality testing, example of Sika CFRP strips

The Sika CFRP sample

Sample after loading with failure load



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

Safe with System Sika®

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

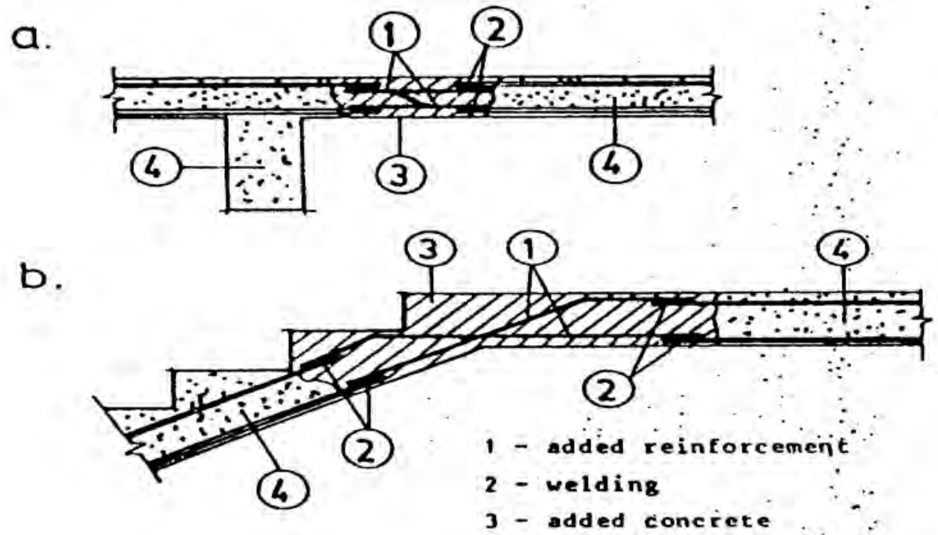

a.
b.
1
2
3
4
1 - added reinforcement
2 - welding
3 - added concrete
4 - existing slab

Fig. 6.22

۷- تقویت تیرهای بتنی

۷-۱- تقویت با رزه فولادی

الف: تقویت برای خمش

ب: تقویت برای برش

۷-۲- تقویت با رزه بتن مسلح

۷-۳- استفاده از مصالح FRP برای تقویت اعضاء

۷-۳-۱- مصالح FRP

۷-۳-۲- روش تقویت اعضا به کمک GFRP

الف – مقاومت خمشی و کششی

ب – تقویت برای برش

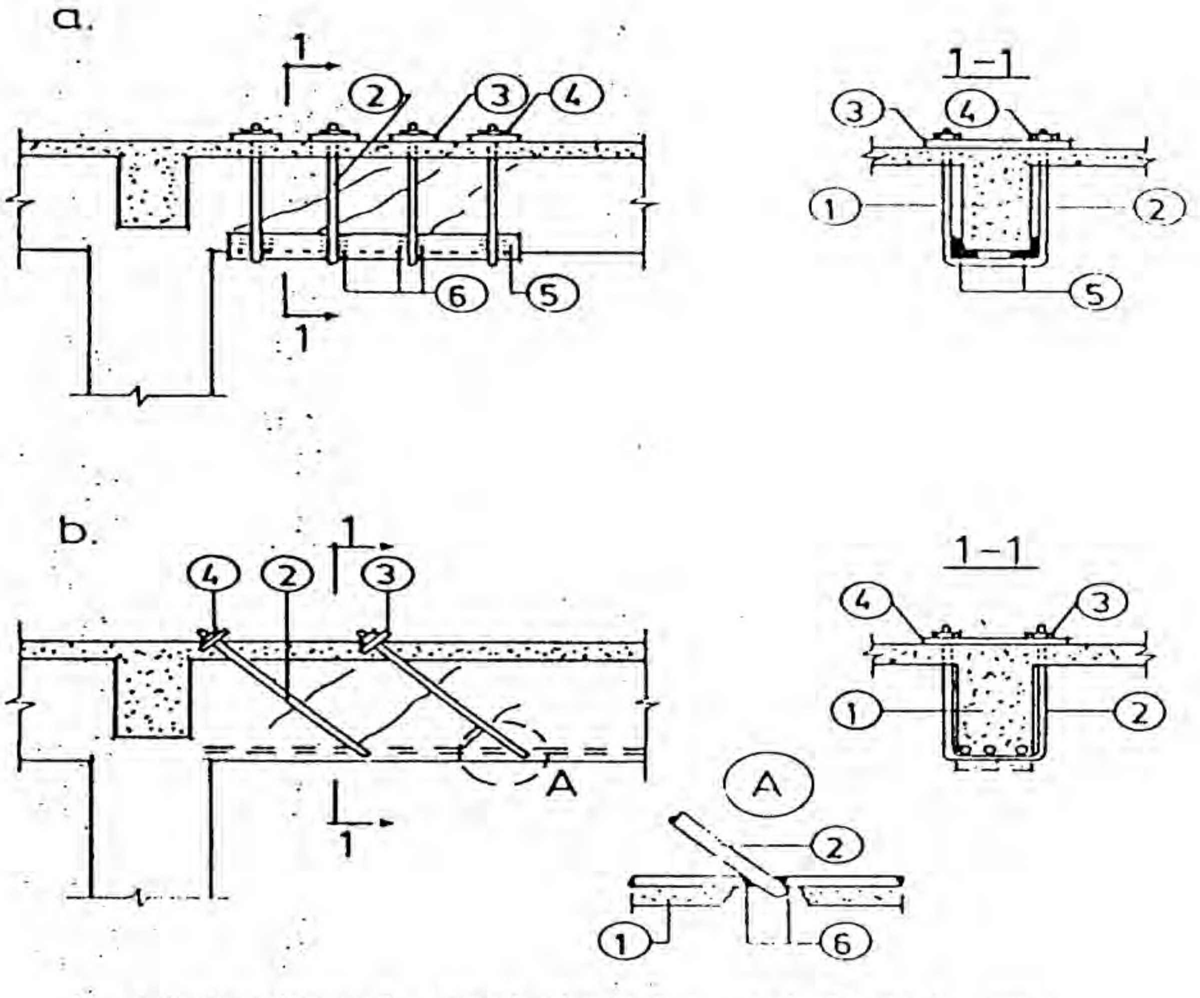
ج – اعضای فشاری

۷-٤- پیش‌تنیدگی خارجی برای تقویت تیرها

تقویت تیرفولادی

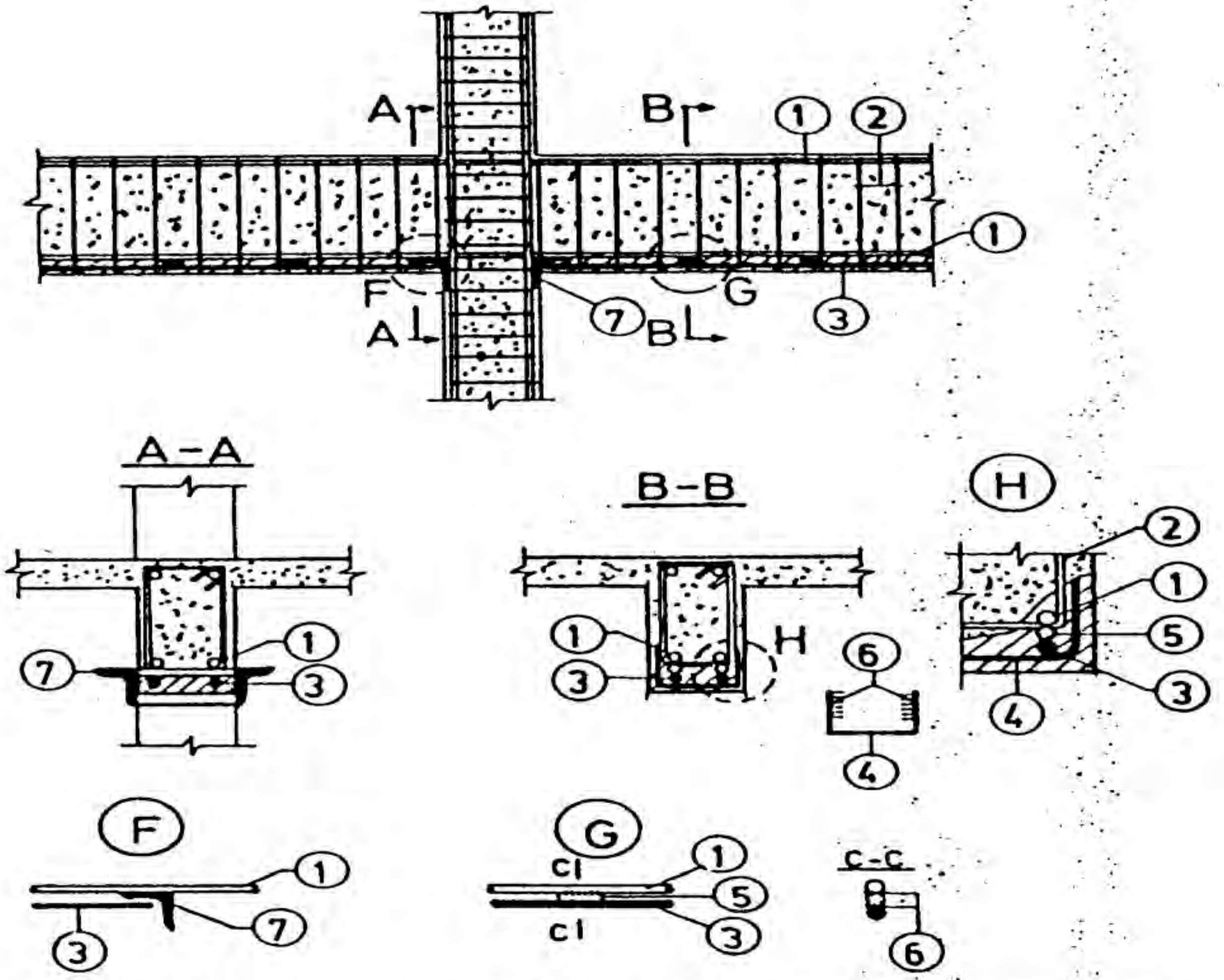
تقویت به روش پیش‌تنیدگی

ب – تقویت با ورق



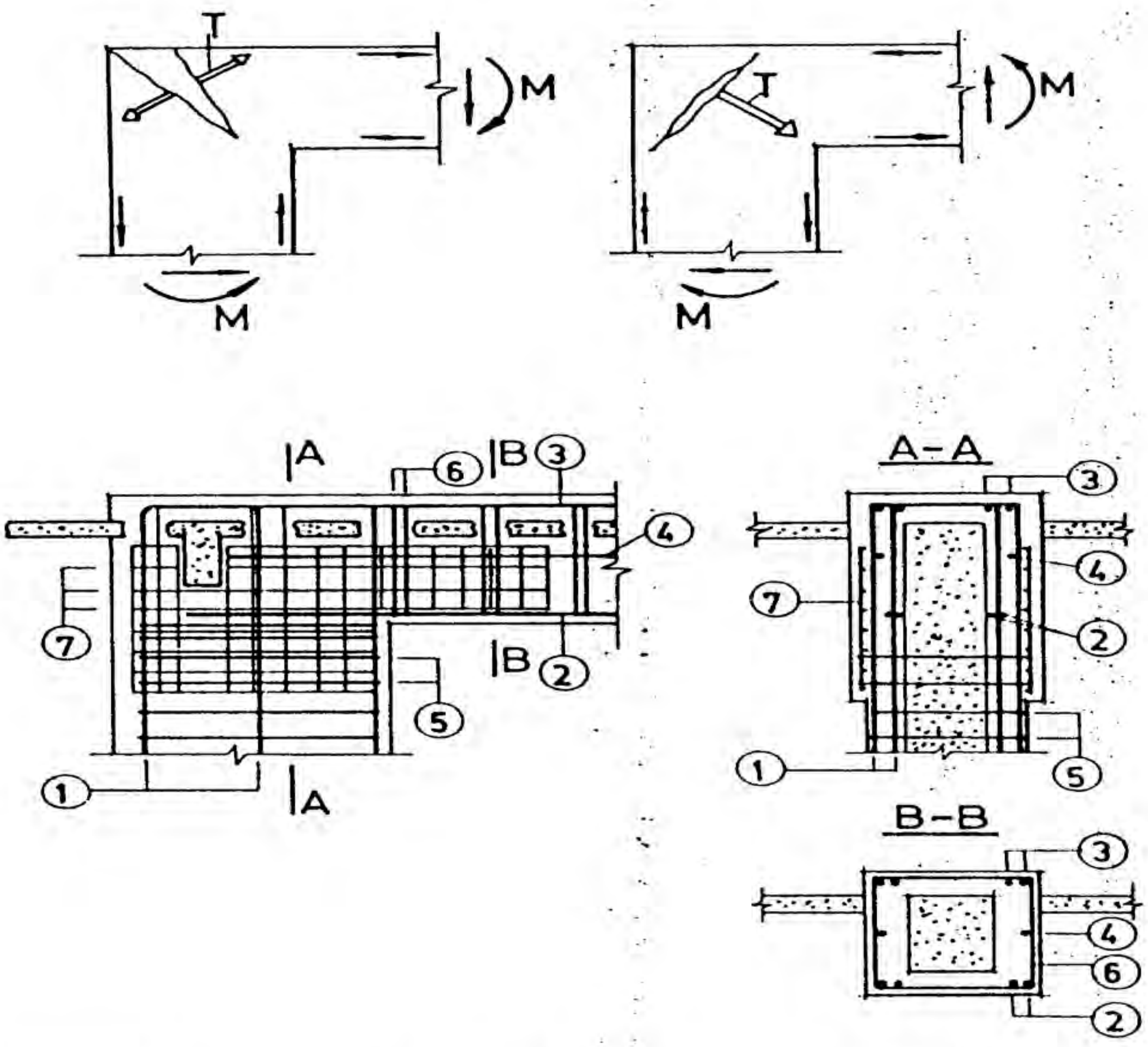
1 - existing beam; 2 - steel clamp; 3 - steel plate; 4 - nut;
5 - angle profile; 6 - welding

Fig. 6.14



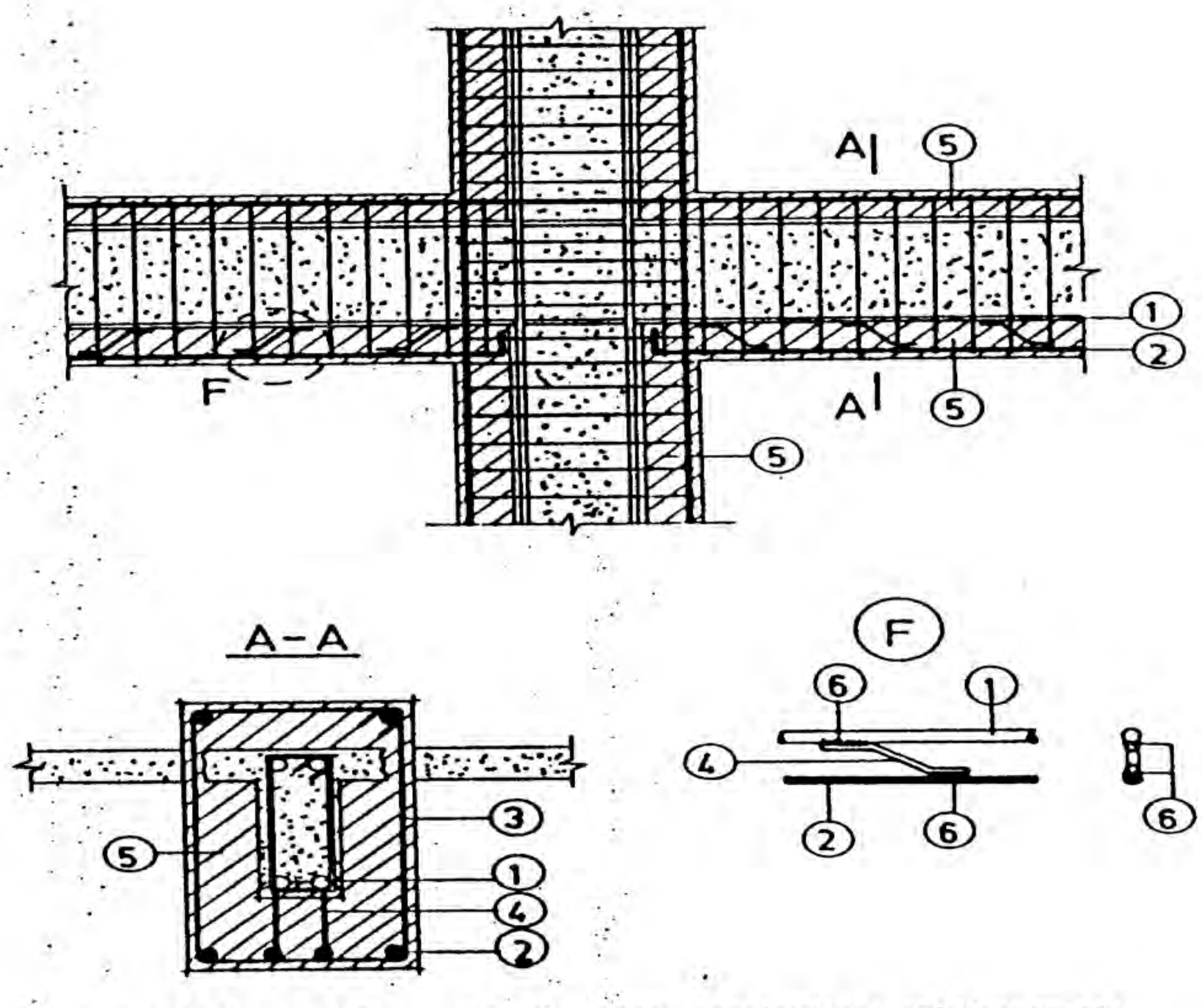
1 - existing reinforcement; 2 - existing stirrups; 3 - added longitudinal 4 - added stirrups; 5 - welded connecting bar; 6 - welding; 7 - collar of angle profiles

Fig. 6.11



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

Fig. 6.17



1 - existing reinforcement; 2 - added longitudinal reinforcement; 3 - added stirrups; 4 - welded connecting bar; 5 - concrete jacket; 6 - welding

Fig. 6.12

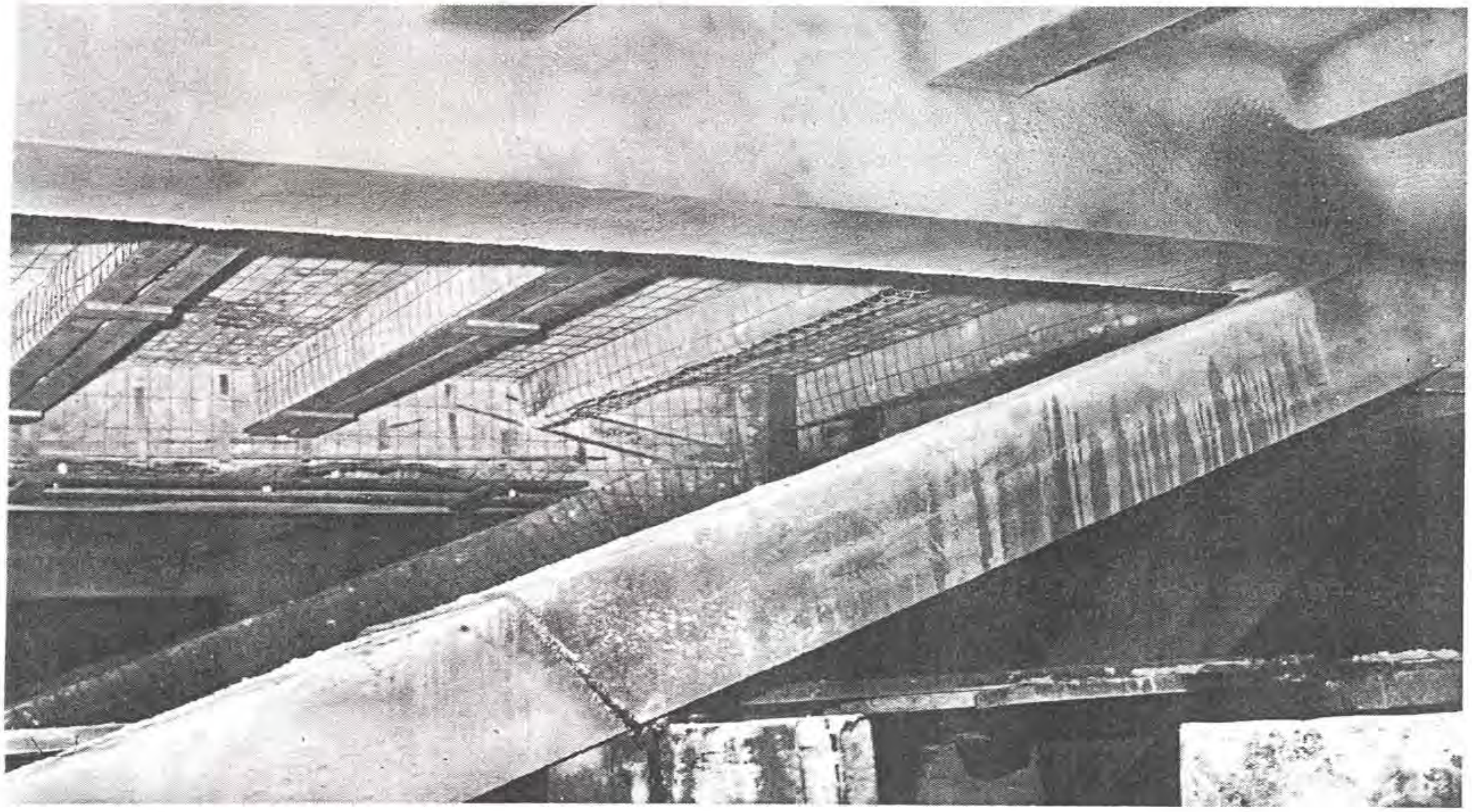
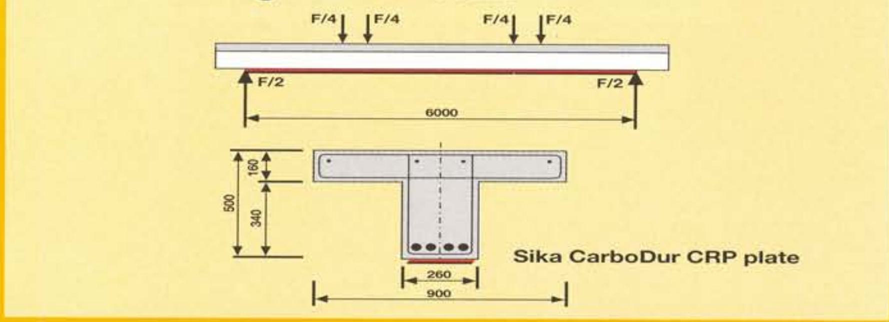
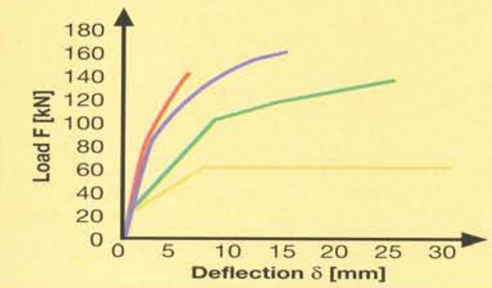


Figure 7.6 Sprayed concrete repairs to quay substructure in progress and completed

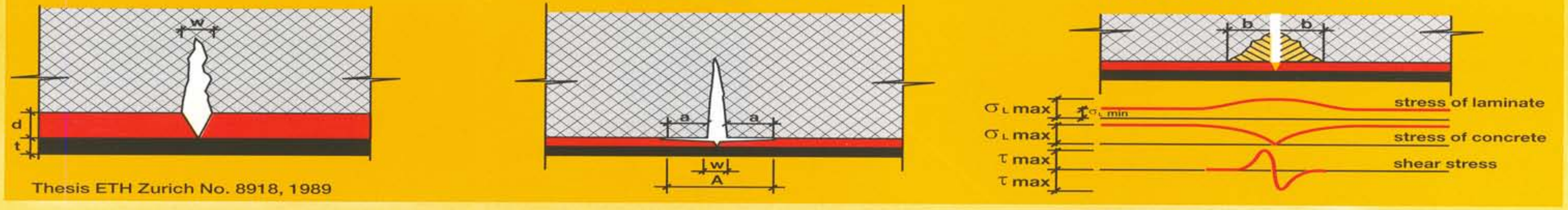
Static Loading on Large T-beams

The Sika CarboDur system has been successfully tested by the EMPA on innumerable reinforced concrete beams.





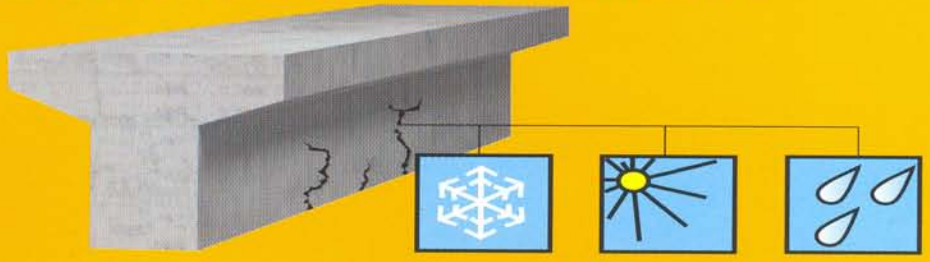
The mechanism of the crack bridging capacity of the Sika CarboDur strengthening system was also tested on both cracked and uncracked beams. Initially the cracks are bridged by shearing strain in the adhesive. When the crack is enlarged, detachment of the adhesive occurs first, followed by formation of a rupture key.



Thesis ETH Zurich No. 8918, 1989

Thermal Cycle Tests on Cracked Concrete Beams

Static and dynamic stress tests were carried out on various reinforced concrete beams strengthened with Sika CarboDur. The beams were subjected to high relative humidity levels and extreme temperatures of –25 °C to +40 °C.
Ice was observed in the cracks during the freeze cycle. Despite this, the subsequent stress tests showed no weakening of the strengthening system.



The Fire Properties of the System

The Sika CarboDur system was tested in the EMPA fire chamber with an ISO standard fire. There was almost no smoke development throughout the period of the test. The plates do not have to be protected from falling because the weight is very small. It was clear that the CarboDur plates can be successfully protected against fire with fire-resistant boards.

EMPA Test Report No. 148795, 1994

Beam Strengthening

Shear strengthening in a building.

Shear strengthening overview.

Slab Strengthening

Surface preparation and sealing cracks with **Sikadur**® injection.

Preparation of **SikaWrap**® for flexural strengthening of slab.

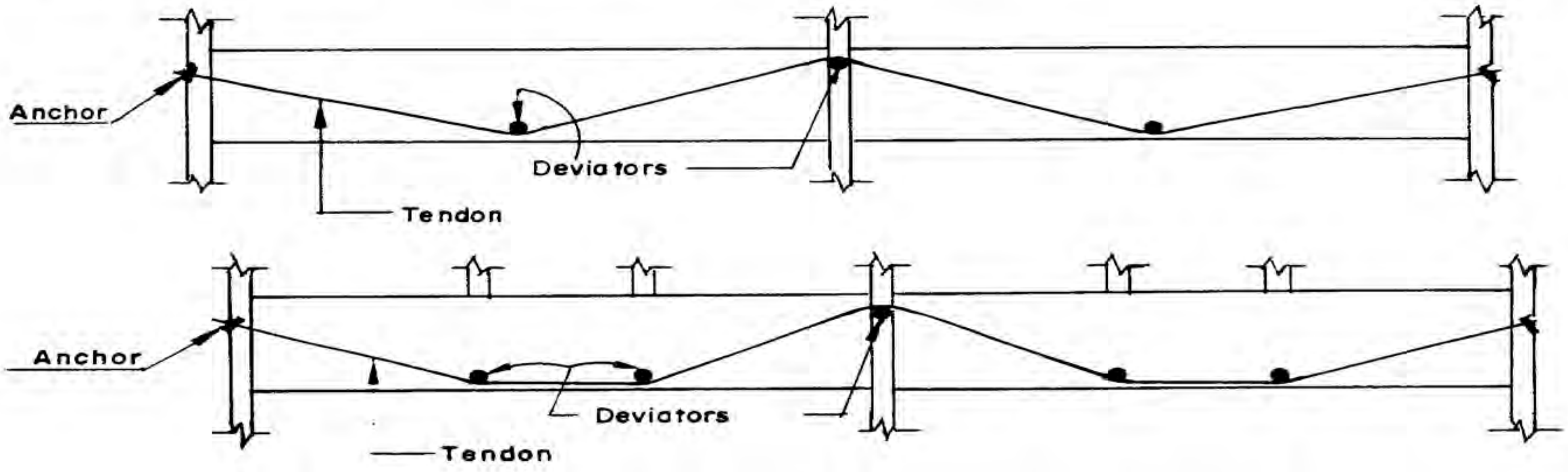


Fig. 8.1 Basic arrangements of external tendons

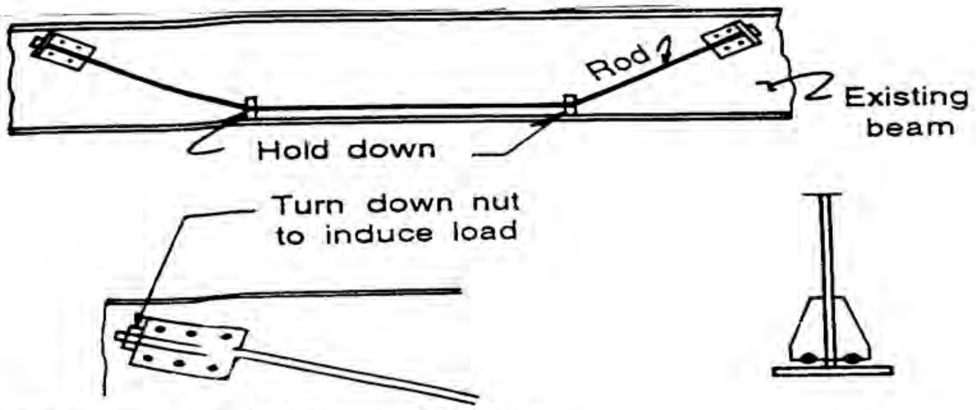


Fig. 7.21 Prestressing a steel beam

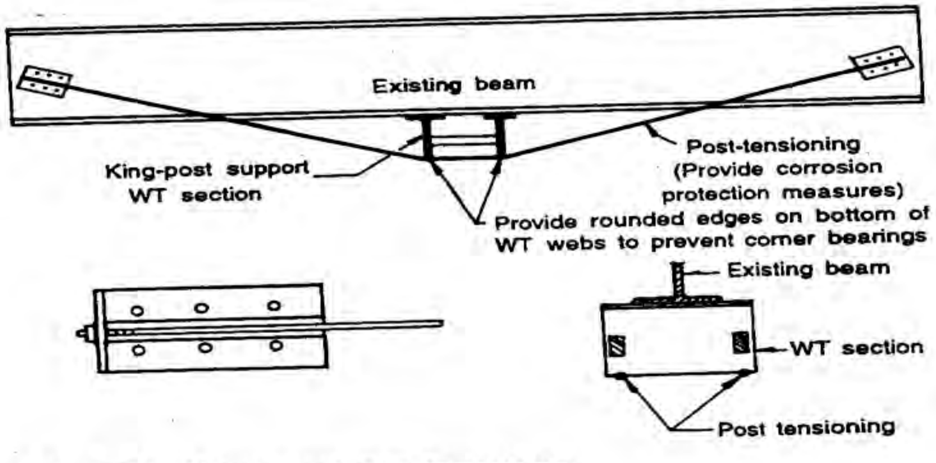


Fig. 7.22 King-truss type prestressing

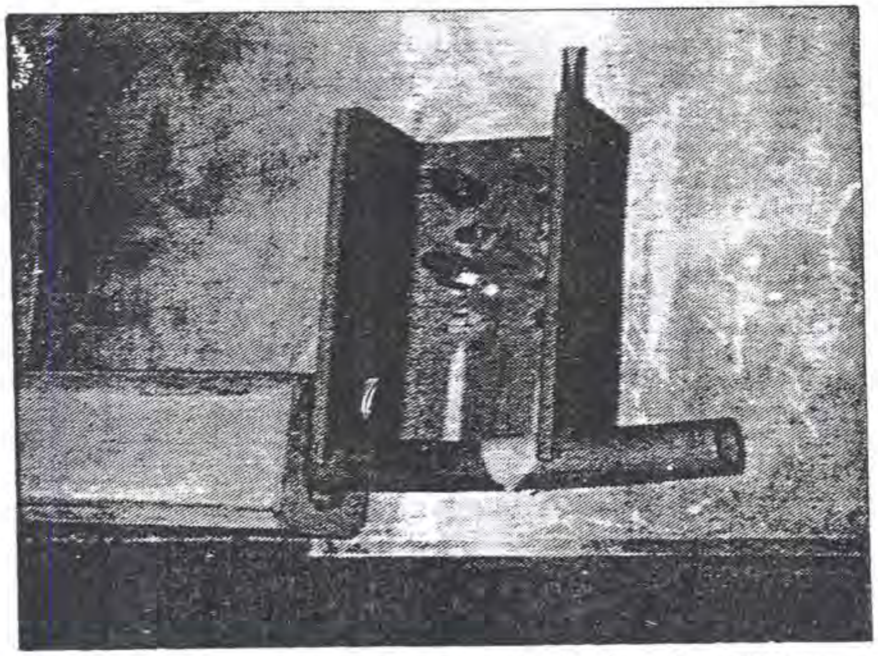


Fig. 8.2 Structural steel bracket bolted to the side of a beam at a low point: The PT is encased in concrete for protection

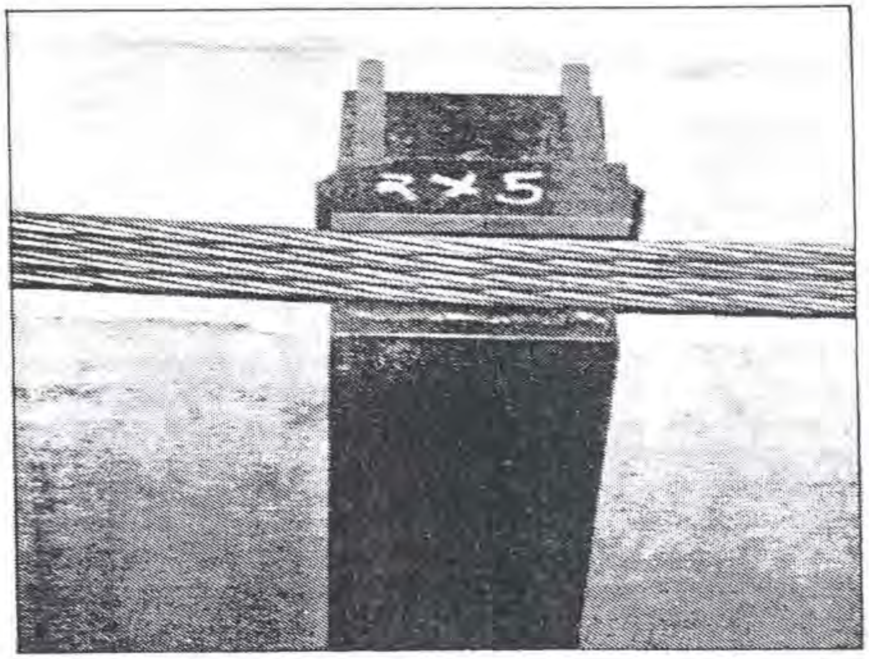
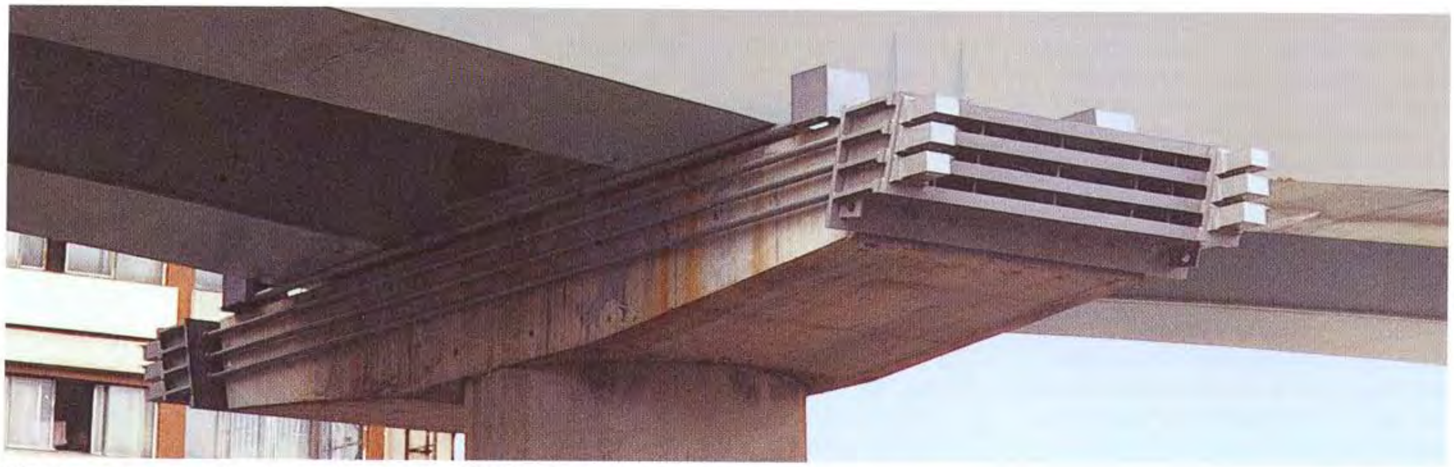
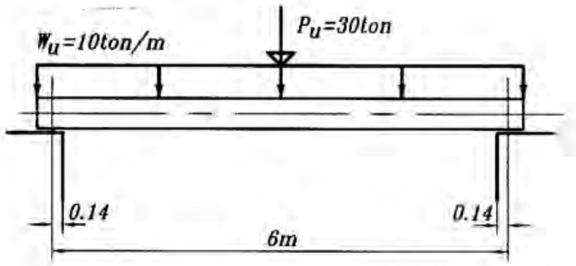


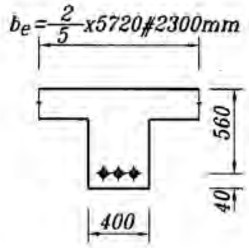
Fig. 8.3 Structural steel saddle is attached to the bottom of a beam, serving as a low point deflector or deviator



Pier head beam with strengthening by DYWIDAG bar tendons.

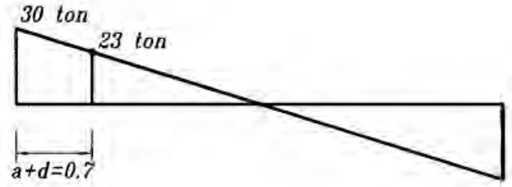
مثال طراحی و تقویت تیر

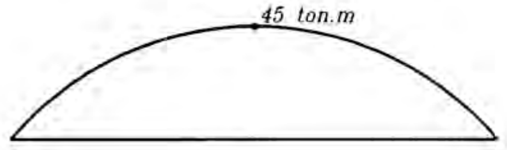




تیرفوق برای نیروی گسترده $10^{ton/m}$ طراحی شده، اکنون می‌خواهیم آنرا برای بـار متمرکز ۳۰ تن افزایش باربری دهیم.

$$F_y = 4000kg/cm^2$$
$$f_c = 200kg/cm^2$$





طراحی برای وضعیت قبل از افزایش بار:

آرماتور کششی در مقاطع وسط دهانه:

$$f_{yd} = 0.85 \times 4000 = 3400kg / cm^2$$
$$f_{cd} = 0.6 \times 200 = 120kg / cm^2$$
$$A_s = \frac{\mu_u}{f_y(d - t/2)} = \frac{45 \times 10^5}{3400(56 - 7.5)} = 27.30cm^2$$
$$4\Phi30, A_s = 4 \times 7 = 28cm^2$$

طراحی برای برش

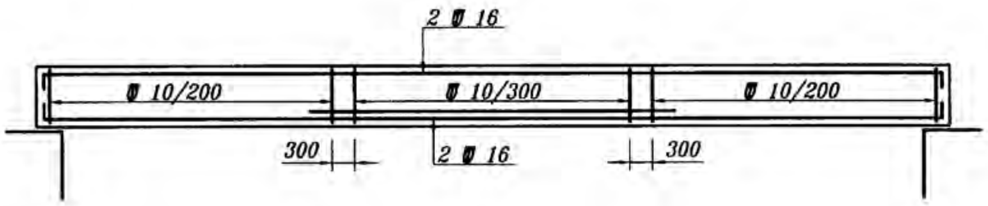
$$V_u = 23ton$$
$$u_c = 0.2 \times 0.6 \times \sqrt{20} = 0.54N / mm^2 = 5.4kg / cm^2$$
$$V_c = 5.4 \times 40 \times 56 \times 10^{-3} = 12.1ton$$
$$V_s = 23 - 12.1 = 10.9ton$$
$$\frac{A_u}{S} = \frac{V_s}{\Phi f_y d} = \frac{10.9 \times 10^3}{3400 \times 56} = 0.0572$$

اگر از خاموت $\Phi10$ استفاده شود:

$$A_V = 0.785 \times 2 = 1.57cm^2$$
$$S = \frac{1.57}{0.0572} = 27.46$$

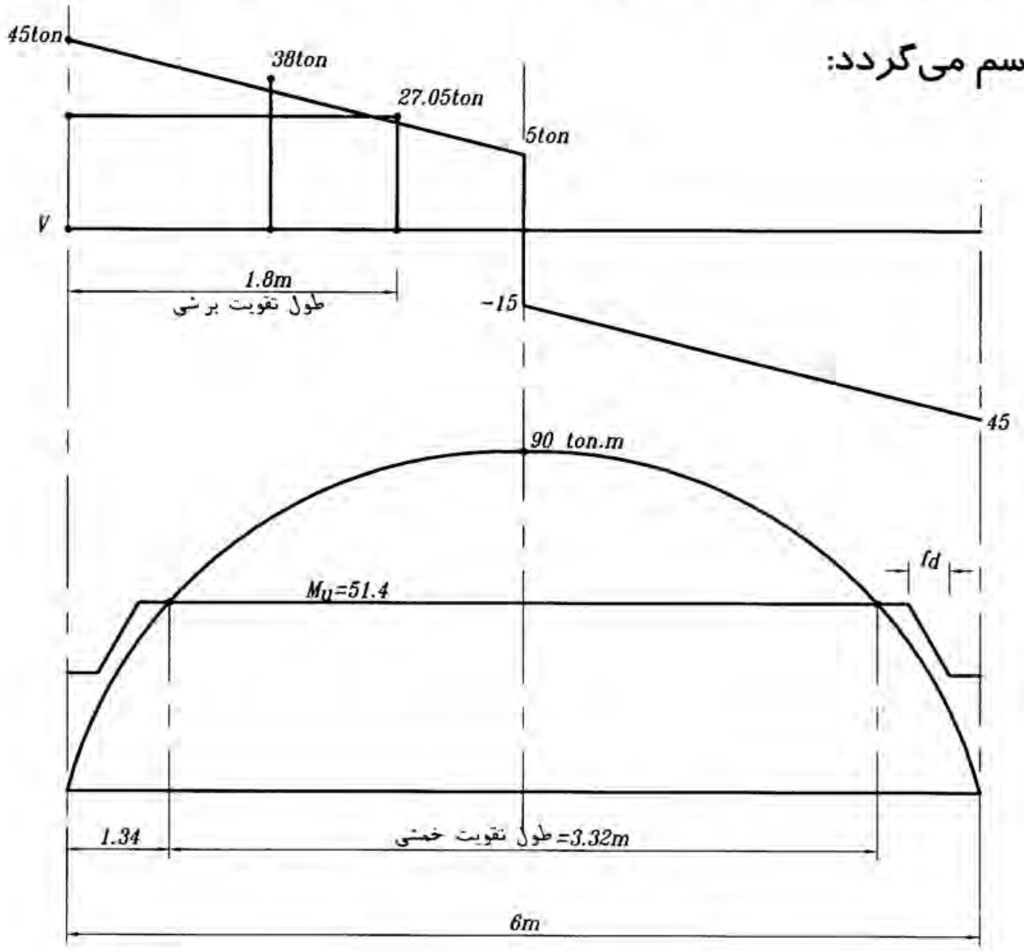
از خاموت $\Phi10/200$ تا ۱/۵ متر بر تکیه‌گاه و از آنجـا تـا وسـط از $\Phi10/300$ اسـتفاده می‌کنیم.

آرماتوربندی تیر برای وضعیت اولیه بصورت زیر در می‌آید:



تقویت تیر برای بار جدید

برای طرح تقویت ابتدا نمودار نیروی برشی و لنگر خمشی برای بارگذاری قـدیم و جدید رسم می‌گردد:



$$15x + 30x - \frac{10x^2}{2} = 51.4$$

$$5x^2 - 45x + 51.4 = 0$$

$$x = 1.34$$

الف: تقویت با زرهٔ ورق

کنترل برش:

ابتدا ظرفیت برشی موجود تعیین می‌گردد:

$$V_c = 12.1ton$$
$$V_s = \frac{Av}{s}(\Phi f_y)d = \frac{1.57}{20}(0.85\times 4000)\times 56\times 10^{-3} = 14.95ton$$
$$V_c + V_s = 12.1 + 14.95 = 27.05ton$$

مقدارفوق روی نمودار نیروی برشی برده می‌شود از آنجا طول لازم برای تقویت بدست می‌آید. این طول از مرکز تکیه‌گاه به سمت وسط دهانه ۱/۸ متراست. با توجه به اینکه این طول تئوریک است به آن به مقدار ۲۰ سانتیمتر اضافه می‌شود تا تقویت قدری از نقطهٔ نظری فراتر رود. بنابراین طول تقویت مساوی ۲ متر از محور تکیه‌گاه به سمت وسط دهانه بدست می‌آید.

روش تقویت:

برای تقویت برشی از ورق جان استفاده می‌شود. از آنجا که با افزایش بار و عدم عملکرد کامل یکپارچه بین ورق تقویت و بین، احتمال ترک در بتن می‌رود، از مقاومت V_c در طراحی صرفنظر می‌شود.

V_u تقویت $= 38-V_s$ (خاموت) $=38-14.95=23.05$ ton

برای ورق جان از فولاد ST37 با تنش تسلیم ۲٤۰۰ کیلوگرم برسانتیمترمربع می‌شود.

$$A_w = \frac{V_u}{0.6(\Phi f_y)} = \frac{23.05\times 10^3}{0.6(0.9\times 2400)} = 17.78cm^2$$

از ورق ۶×٤۷۰ میلیمتر در طول ۲ متر استفاده می‌شود.

$$A_v = 2\times 45\times 0.6 = 54cm^2 >> 17.78cm^2$$

این دو ورق توسط پیچهایی که از سوراخهایی در داخل جان عبور کرده‌اند، محکم به جان چسبیده می‌شوند. طرح تقویت در شکل نشان داده شده است. بین ورق تقویت و بتن جان نیز از چسب اپوکسی استفاده می‌شود.

تقویت برای خمش

ابتدا ظرفیت خمشی برمبنای ٤ میلگرد نمره ۳۰ تعیین می‌گردد:

$$As = 4 \times 7 = 28cm^2$$
$$0.85 \times 4000 \times 28 = 0.85(0.6 \times 200) \times 230a$$
$$a = 4.06cm$$
$$\mu_u = 28(0.85 \times 4000)(56 - 4.06 \times 0.5)10^{-5} = 51.4ton/m$$

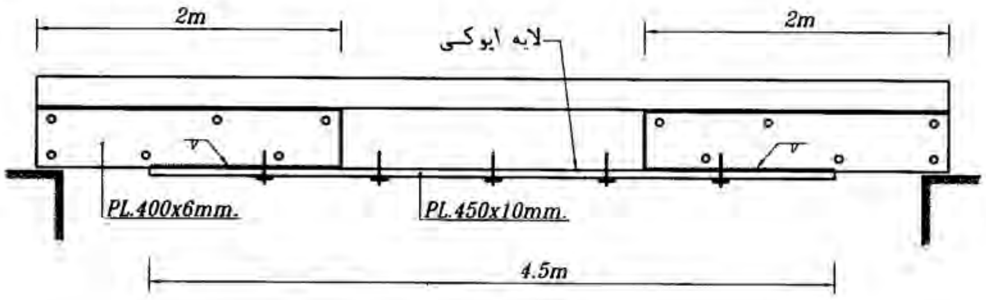
مقدارفوق روی نمودار لنگر خمشی برده می‌شود تـا طـول تقویـت تعیـین گـردد. طـول تقویت تئوریـک مسـاوی۳/۳۲ متربدسـت مـی‌آیدکـه بطـورعملی مسـاوی٤/٥ متـر در نظرگرفته می‌شود. برای تقویت از فولاد ST37 با F_y=2400kg/cm^2 استفاده می‌شود:

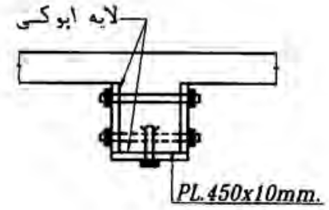
تقویت $\mu = 90 - 51.4 = 3860ton$

$$A_s = \frac{\mu_u}{(\phi_s F_y)(h - 0.5h_f)} = \frac{38.60 \times 10^5}{(0.85 \times 2400)(60 - 7.5)} = 37cm^2$$

ازورق ۱۰×٤٥۰ میلیمتر در زیر سطح تحتانی تیر استفاده می‌شود. این ورق با اسـتفاده از پیچهای مهاری به بتن محکم می‌شوند. بین ورق و سطح زیرین بتن نیـز چسـب اپوکسـی تعبیه می‌گردد.

طرح نهایی تقویت به شکل زیر خواهد بود. فواصل برشگیرها $q = \frac{VQ}{I}$

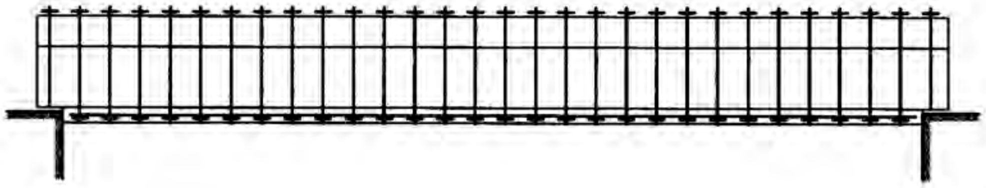


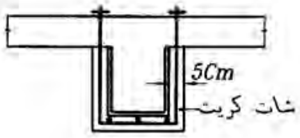


ب: تقویت بازره بتن مسلح

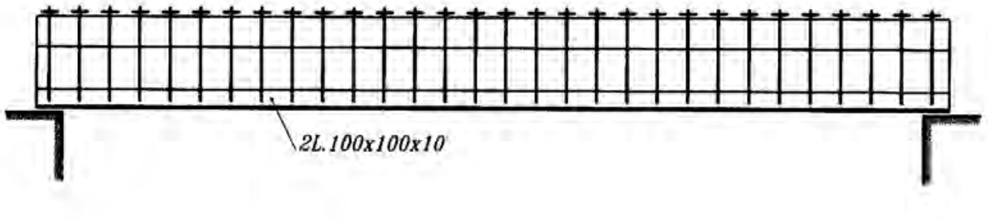
افزایش بارمرده $= 1.25(2 \times 0.41 \times 0.05 + 0.5 \times 0.05)2.5 = 0.21 ton/m$

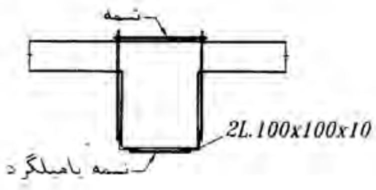
$$W_u = 10 + 0.21 = 10.21 ton/m$$



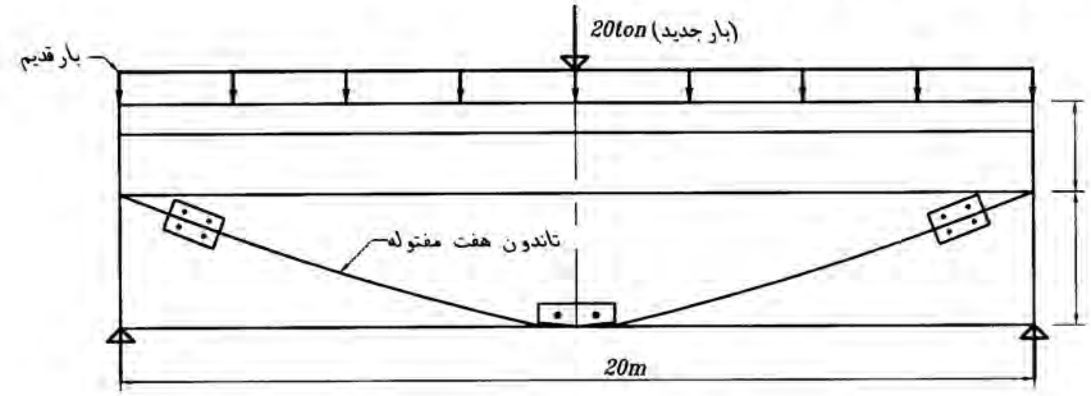


پ : استفاده از نبشی و رکابی

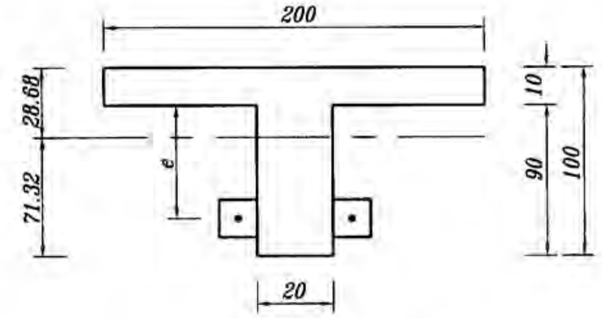




تیربتن مسلح مطابق شکل برای بارگذاری مفروضی طراحی شده است. اکنون قـرار است نیروی متمرکز ۲۰ تن در وسط آن اضـافه شـود. مطلوبسـت تقویـت تیـر بـا استفاده از سیستم پیش‌تنیدگی خارجی:



$F_c' = 250 Kg/Cm^2$
$F_y = 4000 Kg/Cm^2$



حل:

فرض می‌نماییم تیر برای بارهای قبلی بطور کامل طراحی شده است.

تعیین مشخصات هندسی مقطع:

		A	y	Ay	Ay^2	$Bh^3/12$
	20×90	1800	45	81 E3	3645 E3	1215 E3
	200×10	2000	95	190 E3	18050 E3	16.67 E3
Σ		3800		271 E3	22926.67 E3	

$$y_b = 271E3/3800 = 71.32cm$$

$$I = 22926.67E3 - \frac{271E3^2}{3800} = 3600E3cm^3$$

$$S_b = 50476cm^3$$

$$S_t = 125523$$

$\Delta M = 10 \times 10 = 100 ton.m$ ناشی از بارخارجی

$e = 5c$ cm

$P_p = \frac{100}{0.5c} = 200 ton$ پیش‌تنیدگی

24.8 = نیروی نهایی کابل ۰/۶ اینچ (یویداک

$0.55 \times 24.8 = 13.64 ton$ = نیروی موثر پیش‌تنیدگی

$200 / 13.64 = 14.66 ton$ = تعداد کابل

از دو تاندون ۷ مفتوله در طرفین استفاده می‌شود:

$$P = 2 \times 7 \times 13.64 = 191 ton$$

$$f_b = +\frac{M}{S_b} - \frac{P}{A} - \frac{Pe}{S_b}$$

$$= \frac{100 \times 10^5}{50476} - \frac{191 \times 10^3}{3800} - \frac{191 \times 0.5032 \times 10^5}{50476}$$

$$= 198.11 - 50.26 - 190.41 = -42.56$$

$$f_t = -\frac{M}{S_t} - \frac{P}{A} + \frac{Pe}{Sb}$$

$$= \frac{100 \times 10^5}{125523} - \frac{191 \times 10^3}{3800} - \frac{191 \times 0.5032 \times 10^5}{125523}$$

$$= -79.67 - 50.26 + 76.57 = -53.36$$

بتن قادر به تحمل تنش‌های فوق می‌باشد. (تنش فوق باید با تنش فشاری)

کنترل برش

تنش فشاری موجود در مقطع موجب افزایش تنش برشی مقـاوم V_c مـی‌گـردد. از

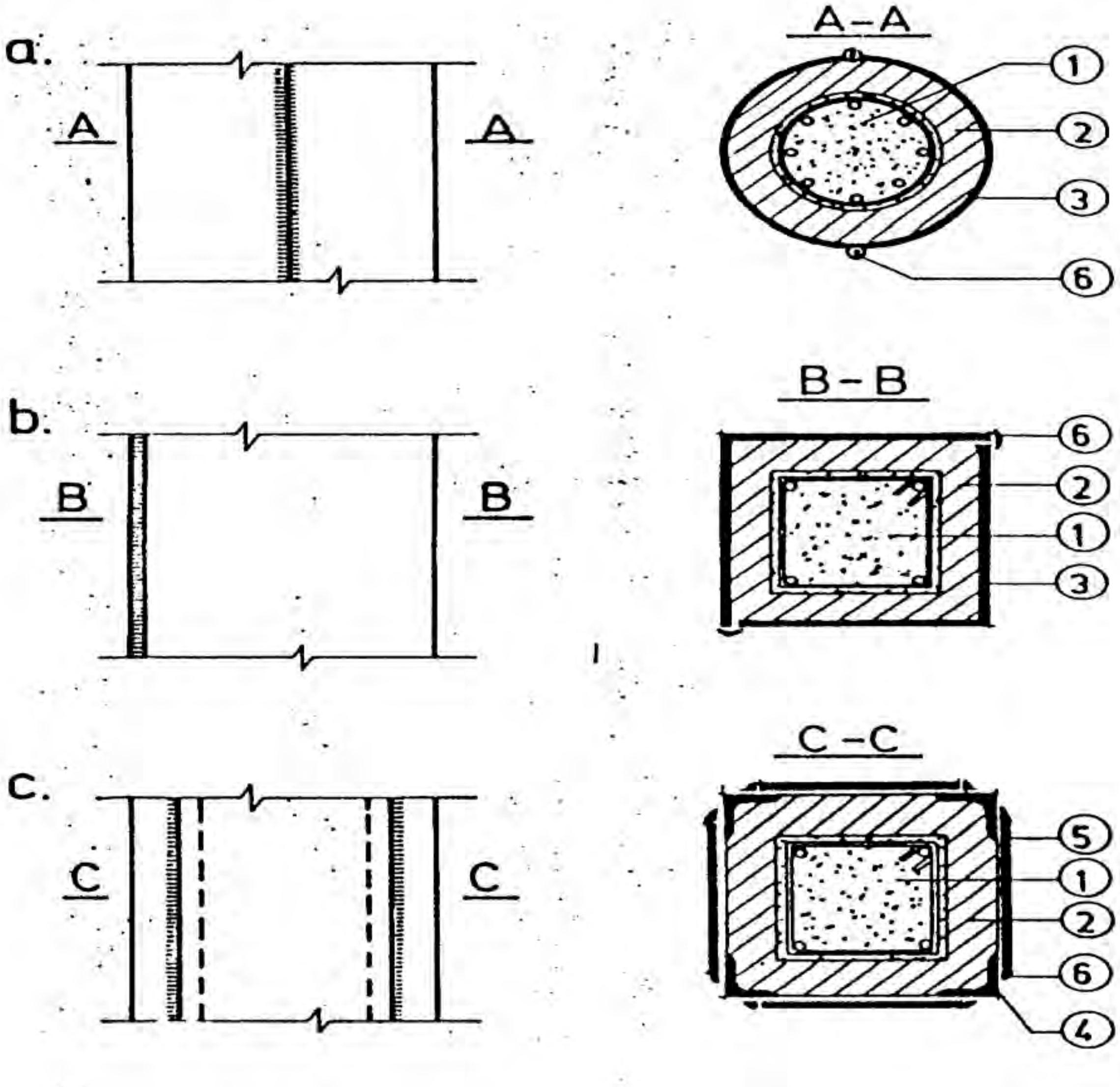
طرفی نیروی آن

۸- تقویت ستونهای بتن‌آرمه

۸-۱- زره بتنی

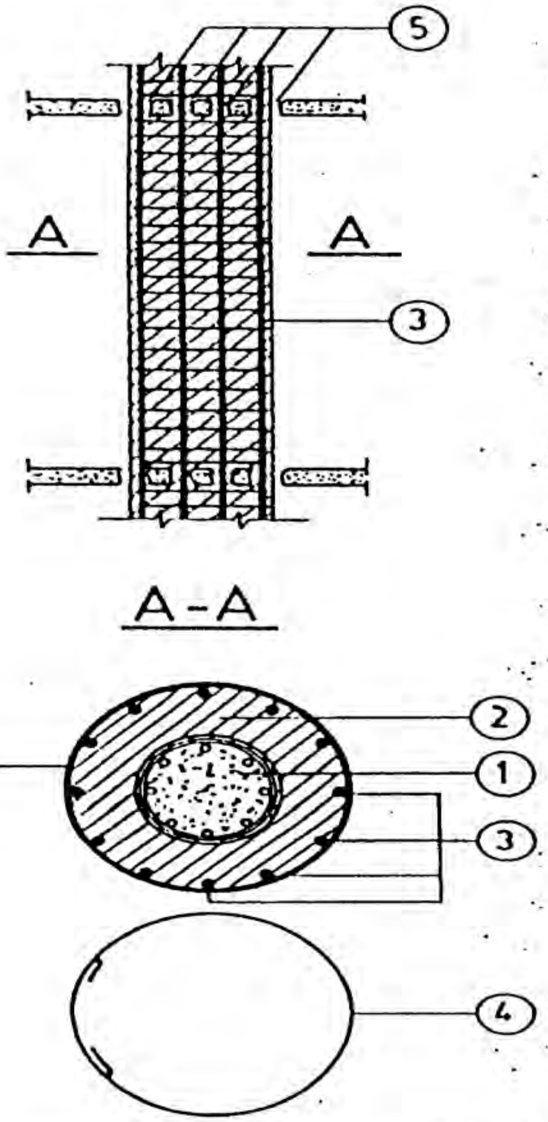
۸-۲- زره فولادی

۸-۳- زره GFRP



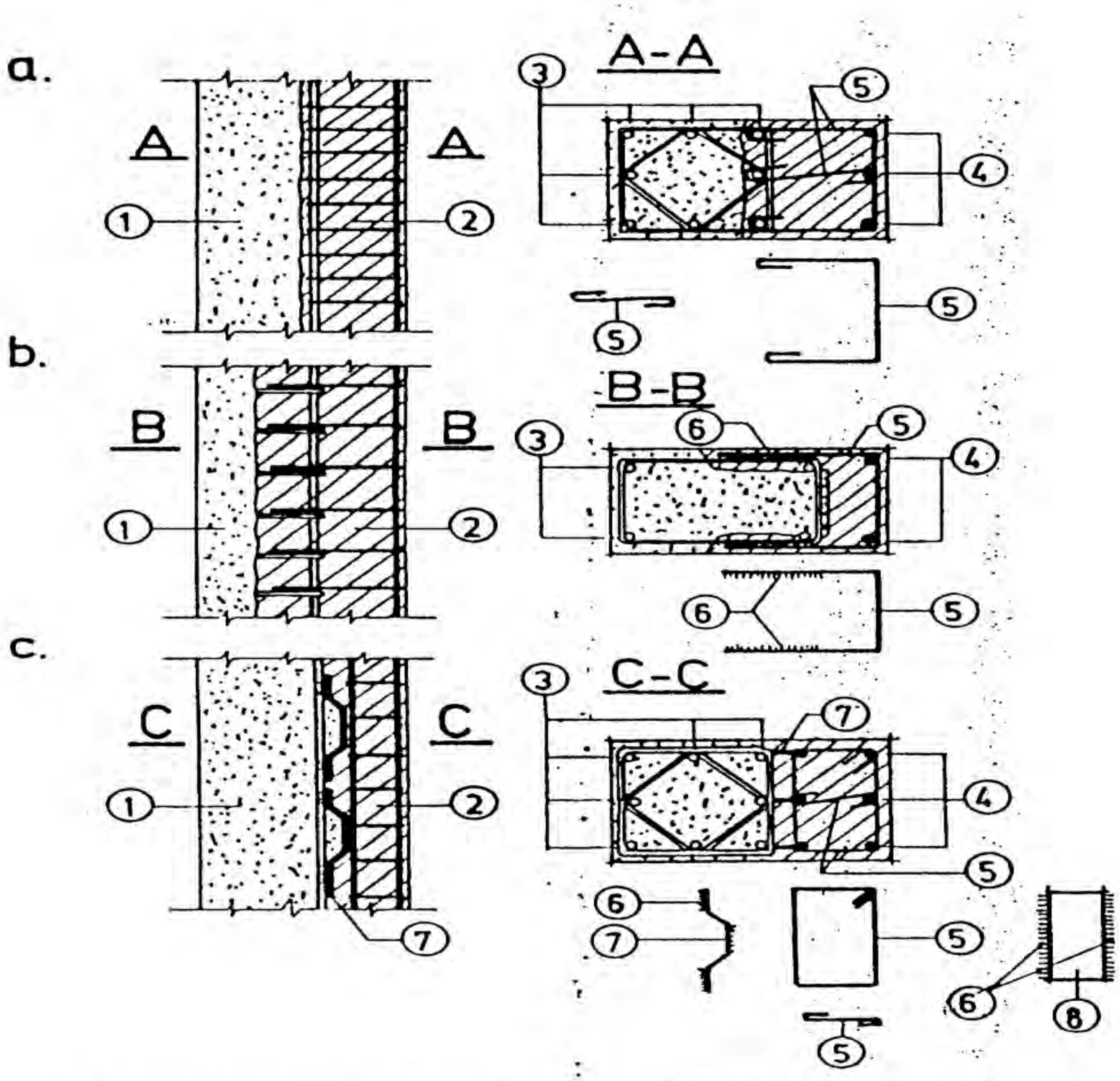
1 - existing column; 2 - new concrete or grout; 3 - steel incasement; 4 - steel angle profiles; 5 - steel plate; 6 - welding

Fig. 6.10



1 - existing column; 2 - jacket; 3 - added reinforcement;
4 - hoop; 5 - drilled holes

Fig. 6.8



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

Fig. 6.6

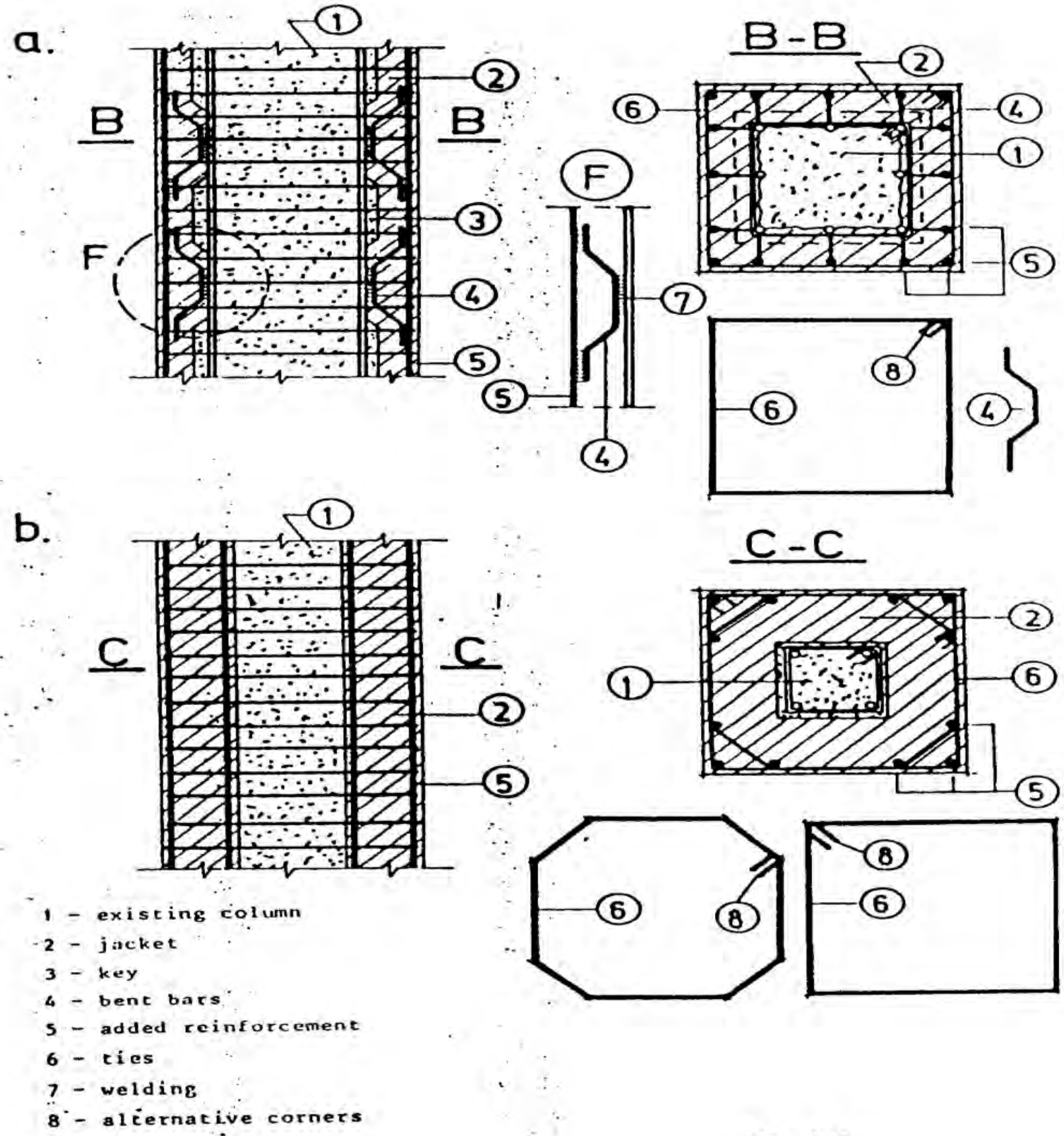
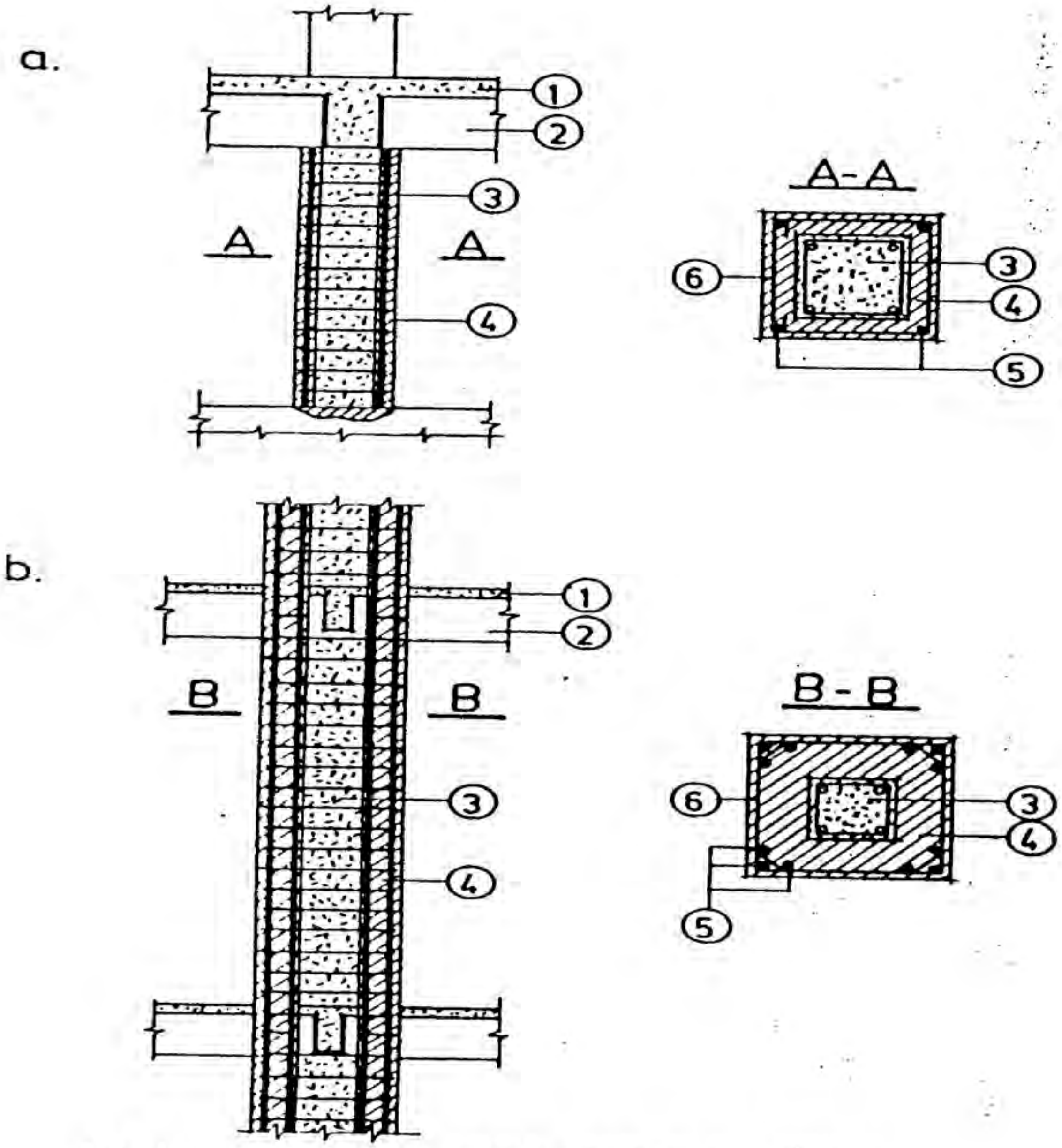

a.
B-B
F
b.
C-C
1 - existing column
2 - jacket
3 - key
4 - bent bars
5 - added reinforcement
6 - ties
7 - welding
8 - alternative corners

Fig. 6.7



1 - slab; 2 - beam; 3 - existing column; 4 - jacket;
5 - added longitudinal reinforcement; 6 - added ties

Fig. 6.5

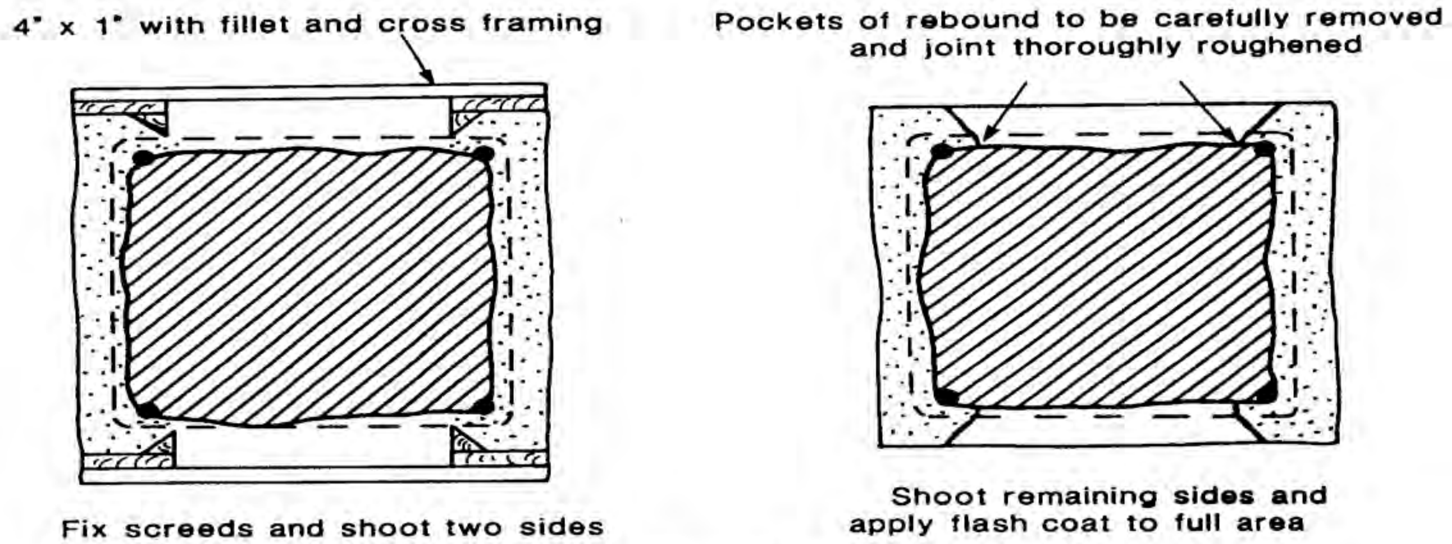


Figure 7.8 Use of timber formers

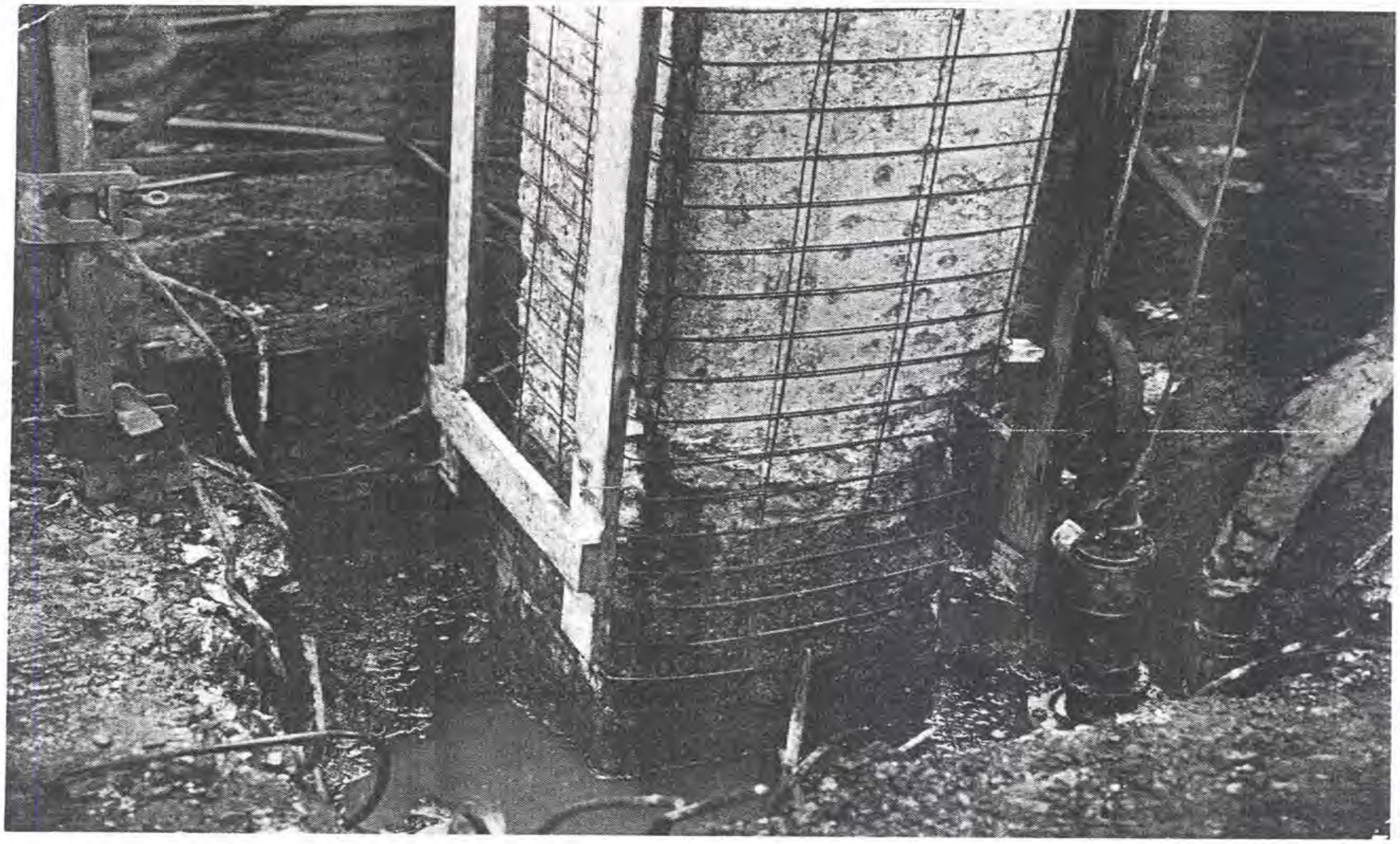


Figure 7.7 Concrete column with reinforcement and timber formers fixed for sprayed concrete repair

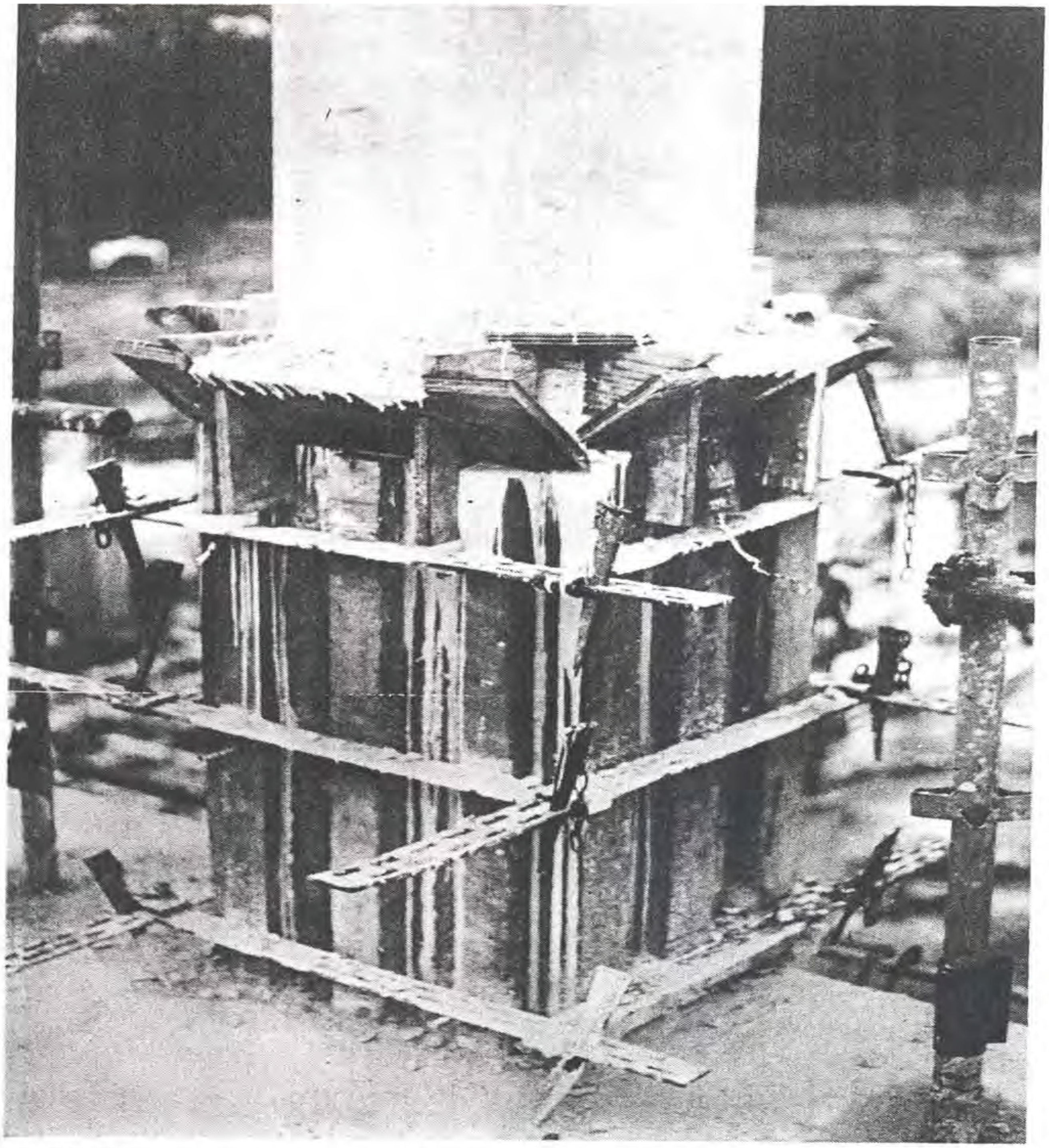
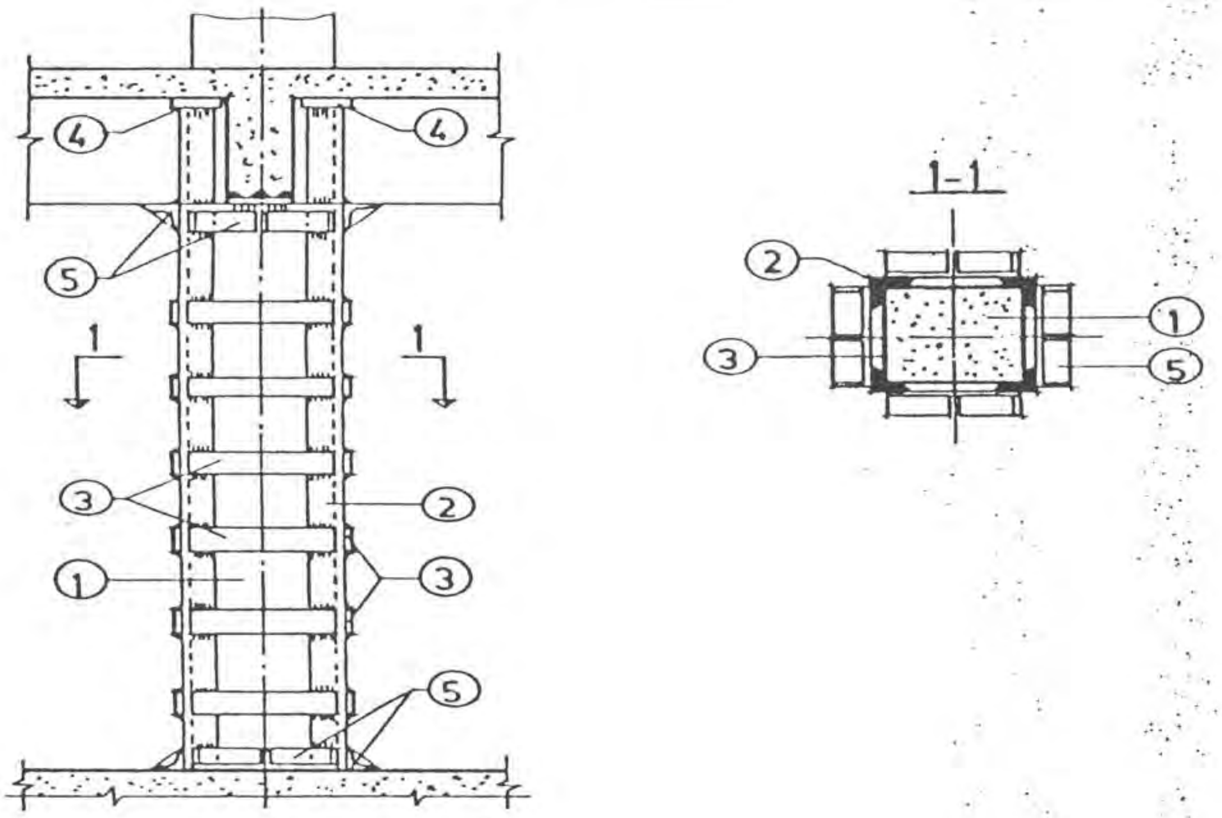


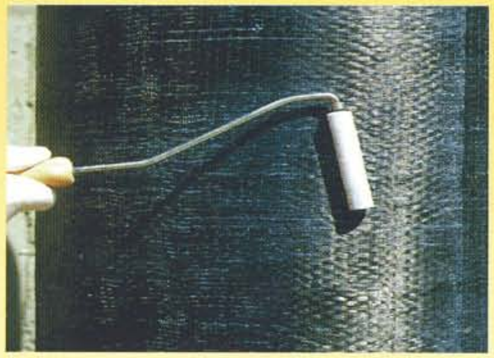
Figure 8.1 'Letterboxes' on formwork to provide access for placing concrete (Cement and Concrete Association)



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

Fig. 6.9

"Wet" fabric is applied onto the sealed concrete surface.
Flexible to accommodate the shape of any structure.



The fabric is rolled with a laminating roller.
Air voids eliminated and fabric saturated.

The **Sikadur**® or **Sikagard**® topcoat applied over the fabric.
Sika's wide range of coatings can be applied for protective or aesthetic purposes.

The **Sikadur**® or **Sikagard**® topcoat applied over the fabric.
Sika's wide range of coatings can be applied for protective or aesthetic purposes.

آثار محصورکردن با ستونهای بتن‌آرمه با FRP

۱- افزایش شکل‌پذیری

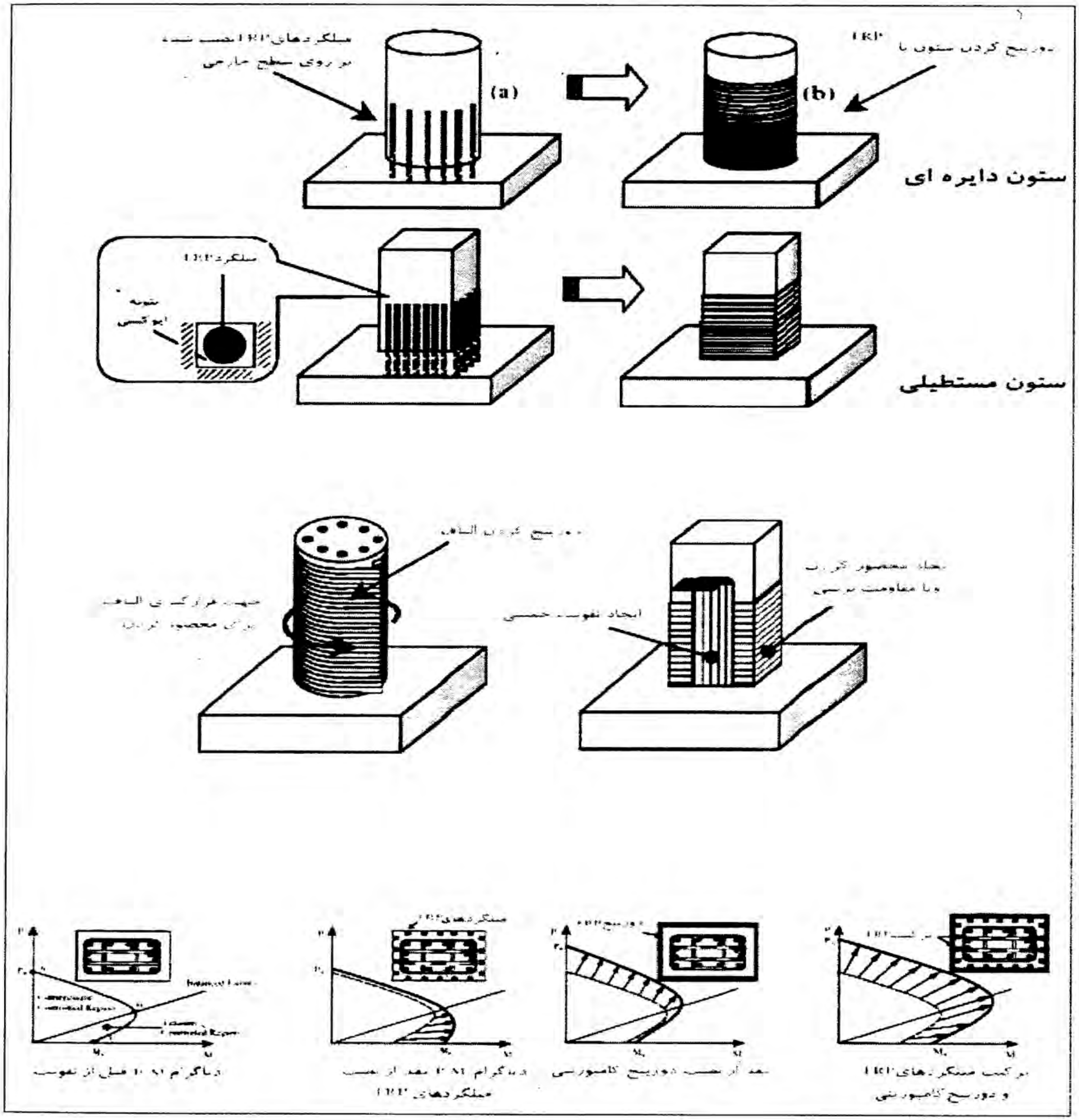
۲- بهبود همپوشانی میلگردها

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.

منحنی اندرکنش ستون تقویت شده با FRP



ستون یک قاب خمشی بدون توجه به نیروی جانبی زلزله برای نیروهای داخلی زیر طراحی و ساخته شده است:

$$N_d = 145ton$$
$$N_l = 86ton$$

طول آزاد ستون ۲/۶۰ متر، مقطع ستون مربع ٤٥×٤٥ سانتیمتر، و $f_c = 250kg/cm^2$ و $F_y = 4000kg/cm^2$ می‌باشد.

با توجه به عدم تحلیل سازه برای نیروی زلزله، تصمیم گرفته شد که سازه برای نیروی زلزله تحلیل و تقویت گردد. با توجه به افزایش بار مرده طراحی به هنگام تقویت، نتایج تحلیل برای ستون فوق بصورت زیر بدست آمد:

$$N_d = 170 \quad ton$$
$$N_l = 86 \quad ton$$
$$N_E = 25 \quad ton$$
$$M_E = 22 \quad ton.m$$

مطلوبست طراحی اولیه ستون و سپس طراحی تقویت آن، آیین‌نامه مورد استفاده، آبا می‌باشد.

حل:

۱- بار محوری ضریبدار

$$N_u = 1.25D + 1.5L$$
$$= 1.25 \times 145 + 1.5 \times 86 = 310.25ton$$

۲- کنترل لاغری

$$k = 1.2 \qquad r = 0.3 \times 45 = 13.5cm$$
$$Kl_u / r = 1.2 \times 260 / 13.5 = 23.1 \approx 22$$

تقریباً می‌توان گفت که ستون لاغر نیست.

۳- طراحی آرماتور، چون ستون تحت بار محوری است داریم:

$$N_{r\max} = 0.08\left[0.85\phi_c f_c A_g + A_{st}(\phi_s f_y - 0.85\phi_c f_c)\right]$$
$$310.25\times10^3 = 0.8\left[0.85\times0.6\times250\times45^2 + A_y + (0.85\times4000 - 0.85\times0.6\times250)\right]$$
$$A_s = 39.61cm^2$$

$8\phi25, A_s = 8\times4.90 = 39.2$ خوبست

٤- انتخاب قطر و فواصل خاموت‌ها

حداقل قطر خاموت = $\frac{1}{3}\times25 = 8.3mm$

از خاموت نمره ۱۰ استفاده می‌شود:

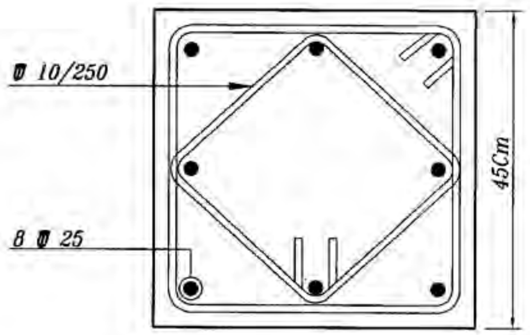
حداکثر فاصلهٔ خاموتها = $12\times25 = 300mm$

$48\times10 = 480mm$

بعد ستون = $450mm$

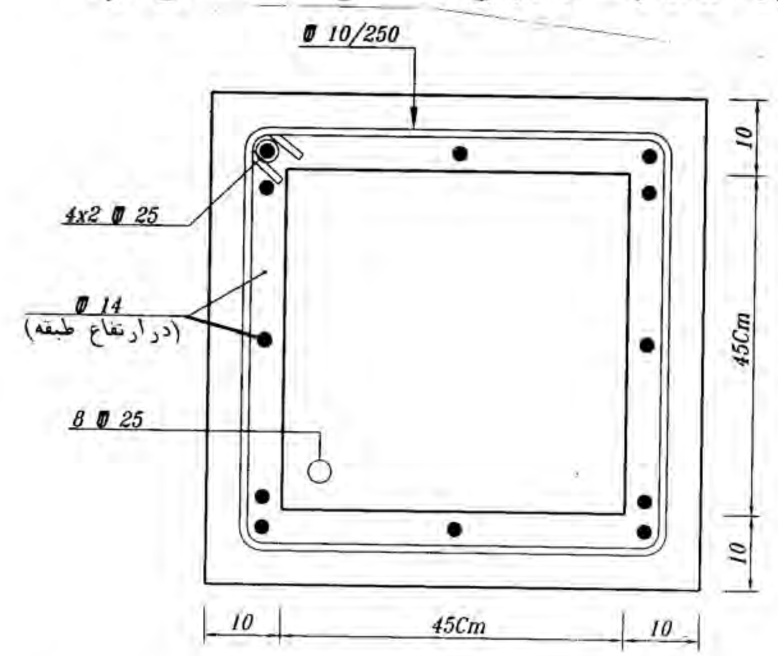
حداکثر = $300mm$

فاصله خاموتها ۲۵۰ میلیمتر انتخاب مـی‌شـود. آرایـش میلگردهـا بصـورت زیـر خواهد بود:



تقویت ستون برای نیروهای زلزله

برای تقویت ستون درمقابل نیروهای زلزله، از روش زره بتنی استفاده می‌شود:



۱- بارمحوری ضریبدار:

$$N_u = D + 1.2L + 1.2E$$
$$= 170 + 1.2 \times 86 + 1.2 \times 25 = 303.2ton$$
$$M_u + 0 + 0 + 1.2 \times 22 = 26.4ton.m$$

مقطع اولیه ستون هنوز جوابگوی نیروی فوق می‌باشد، لذا تقویت فقـط بـرای لنگـر خمشی طراحی می‌گردد.

$$A_s = \frac{26.4 \times 10^5}{0.85 \times 4000 \times 55} = 14.12cm^2$$
$$4\phi25, A_s = 4 \times 4.9 = 19.6cm^2$$

آرایش میلگردها مطابق شکل انتخاب می‌شود. با توجه به اینکه درنظراست مقاومت خمشی افزایش یابد، آرماتورها باید از سقف عبـور نماینـد، همچنـین بـرای رعایـت ضوابط شکل‌پذیری، فاصلهٔ خاموتهای تقویتی ۱۵ سانتیمتر انتخاب می‌شود.

روش دقیق:

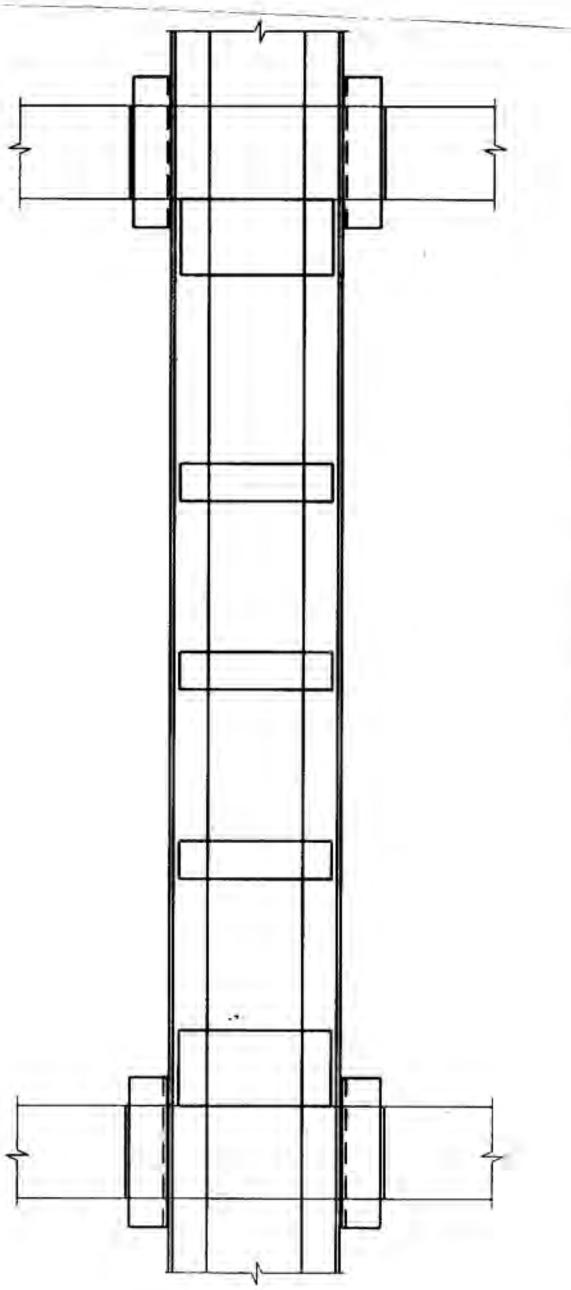
بارمرده به ستون موجود و بار زنده و زلزله طرح تقویت داده می‌شود.

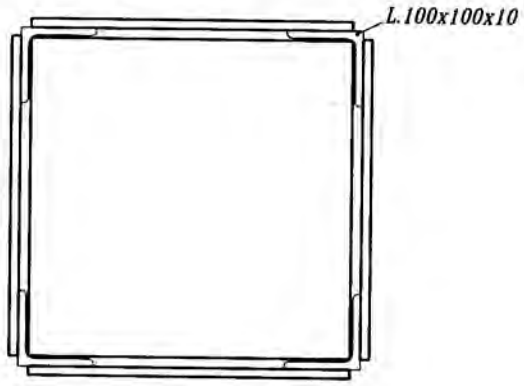
طرح تقویت با استفاده از زره فولادی

مطابق شکل برای تقویت چهارنبشی در چهارگوشه ستون قرار داده شده ونبشی‌ها با تسمه به یکدیگر متصل می‌شوند. نبشی‌ها از فولاد ST37 با $F_y = 2400 kg/cm^2$ انتخاب می‌شوند.

$$A_s = \frac{26.4\times10^5}{0.85\times2400\times42} = 30.91 cm^2$$

مساحت هر بال نبشی باید $0.5\times30.91 = 15.5 cm^2$ باشد. نبشی $100\times100\times10$ این رابط را داراست.





۹- تقویت سیستم

استراتژی بهسازی

استراتژی بهسازی رهیافت پایه برای بهبود عملکرد سازه‌ای و کاهش خطر لرزه‌ای تا تراز معین و قابل قبول می‌شود. استراتژی بهسازی شامل استراتژی فنی و استراتژی مدیریت است:

استراتژی فنی

۱- افزایش سختی جانبی ساختمان

۲- افزایش مقاومت جانبی

۳- افزایش ظرفیت شکل‌پذیری

٤- افزایش استهلاک انرژی

۵- کنترل ارتعاشات منتقله از زمین (کاهش تقاضا)

۶- تکمیل سیستم (تکمیل جزئیات)

استراتژی مدیریت

۱- تغییرکاربری

۲- بهسازی تدریجی و مرحله‌ای

۳- تخریب ساختمان

٤- بهسازی در حین بهره‌برداری یا تعطیل ساختمان

عوامل تاثیرگذار بر استراتژی بهسازی

۱- اهداف عملکردی

۲- هزینه

۳- زمان‌بندی تعمیر

٤- حفظ آثار باستانی – حفظ وضعیت معماری

استراتژی بهسازی و سیستم بهسازی

سیستم‌بهسازی یعنی روش رسیدن به استراتژی بهسازی، مثل افزودن دیوار برشی، افزودن بادبند.

درسیستم بهسازی بایدبه سازگاری‌تغییرشکل بین‌سازه موجودوسیستم انتخابی توجه شود. بعنوان‌مثال‌درشکل پ، سازگاری‌تغییرشکل‌نسبت‌به‌سیستم‌ب بهترتامین‌می‌شود.

عوامل پایه موثر بر سیستم مقاوم جانبی

جرم ساختمان

سختی جانبی ساختمان

مقاومت جانبی ساختمان

میرایی ساختمان (استهلاک انرژی)

هندسه ساختمان

ظرفیت شکل‌پذیری اجزای ساختمان

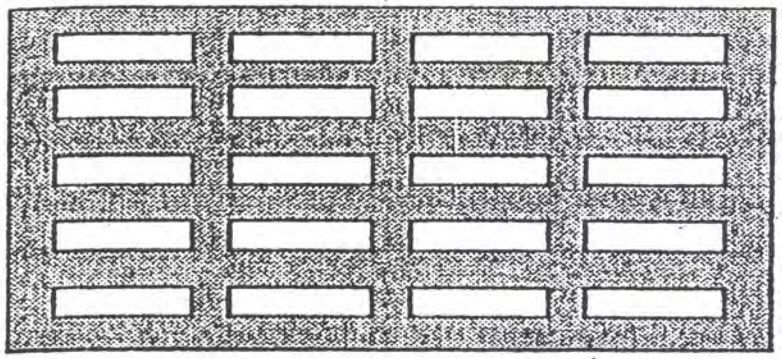
تغییرمشخصات لرزه‌ای ساختمان

۱- افزودن بادبند و دیواربرشی باعث افزایش مقاومت و سختی می‌شود.

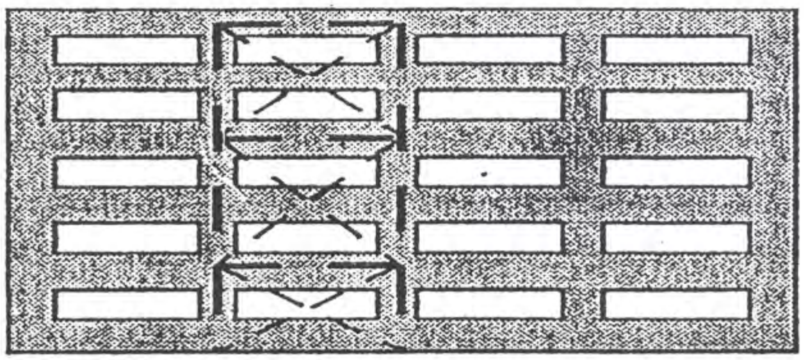
۲- افزودن سیستم‌های مستهلک کننده باعث افزایش میرایی می‌شود.

۳- جداسازی لرزه‌ای باعث تغییر مشخصه لرزه‌ای می‌شود.

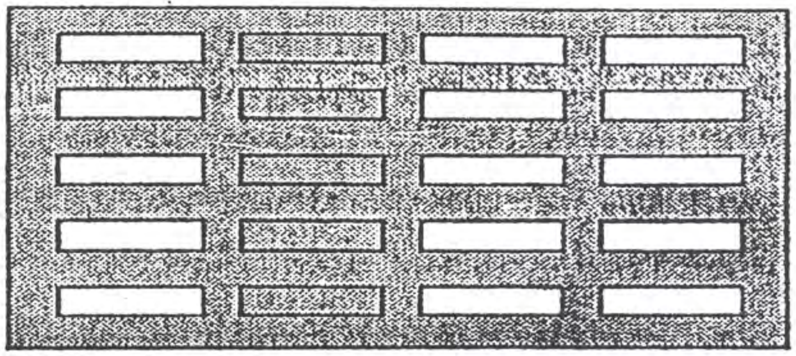
٤- دورپیچ کردن پلیمری باعث افزایش خواص شکل‌پذیری ساختمان می‌گردد.



a. Unstrengthened building



b. Building with retofit braced frame



c. Building with retofit infill windows

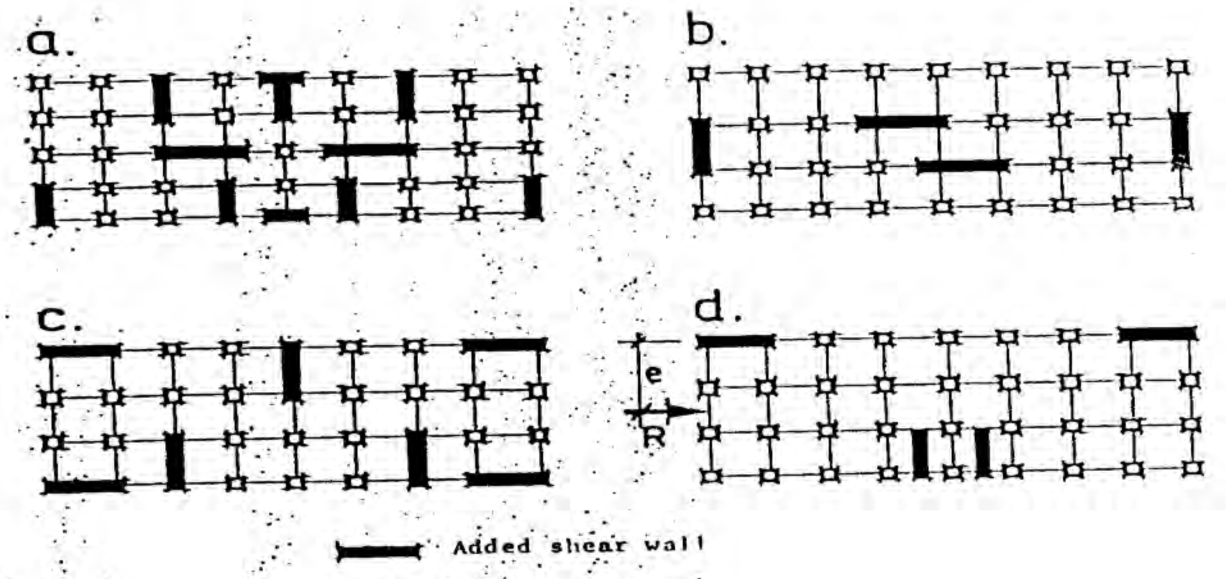


Fig. 6.26

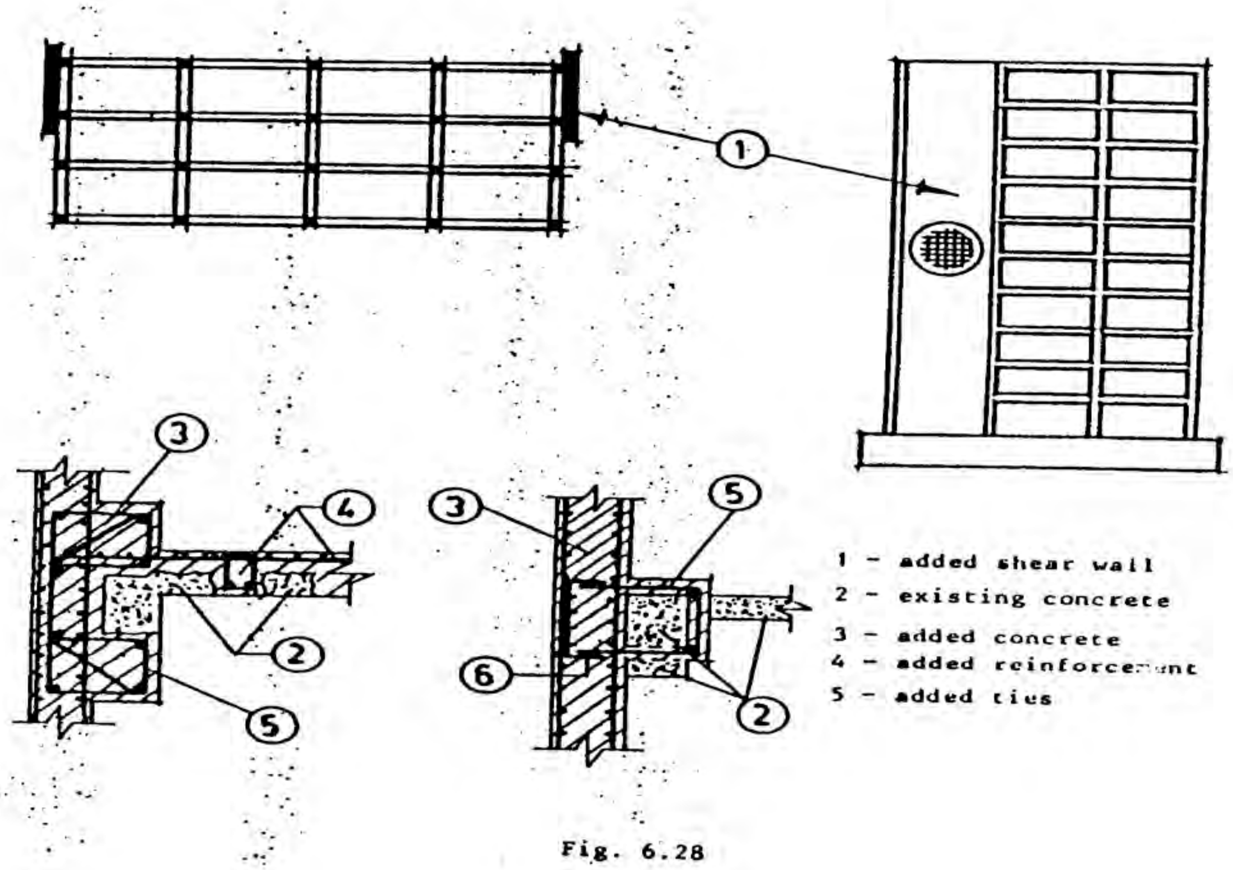
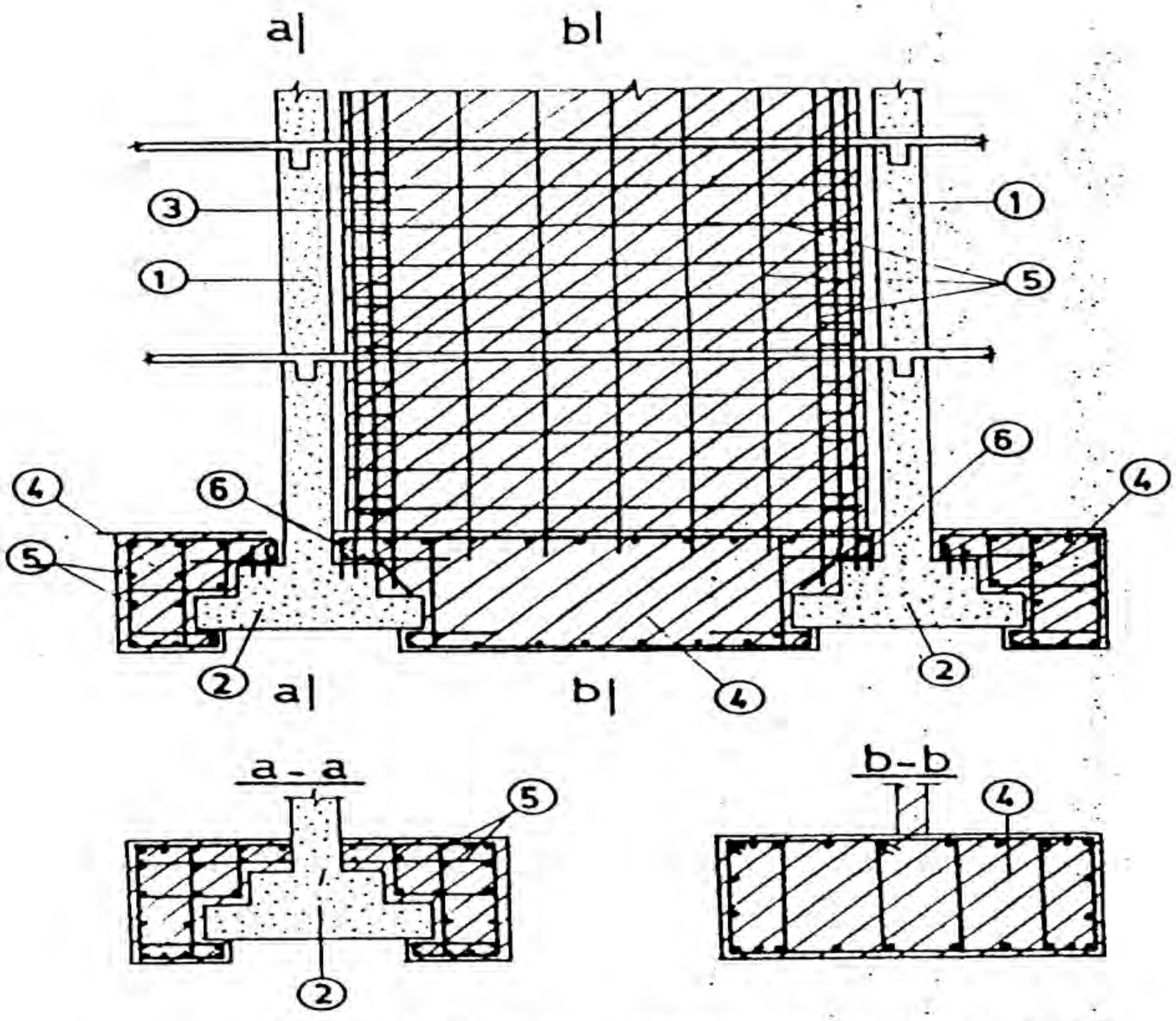

1
3
4
2
5
3
5
6
2
1 - added shear wall
2 - existing concrete
3 - added concrete
4 - added reinforcement
5 - added ties

Fig. 6.28



1 - existing columns; 2 - existing foundation; 3 - added infilled shear wall; 4 - added reinforcement concrete; 5 - added reinforcement; 6 - welded steel plates

Fig. 6.42

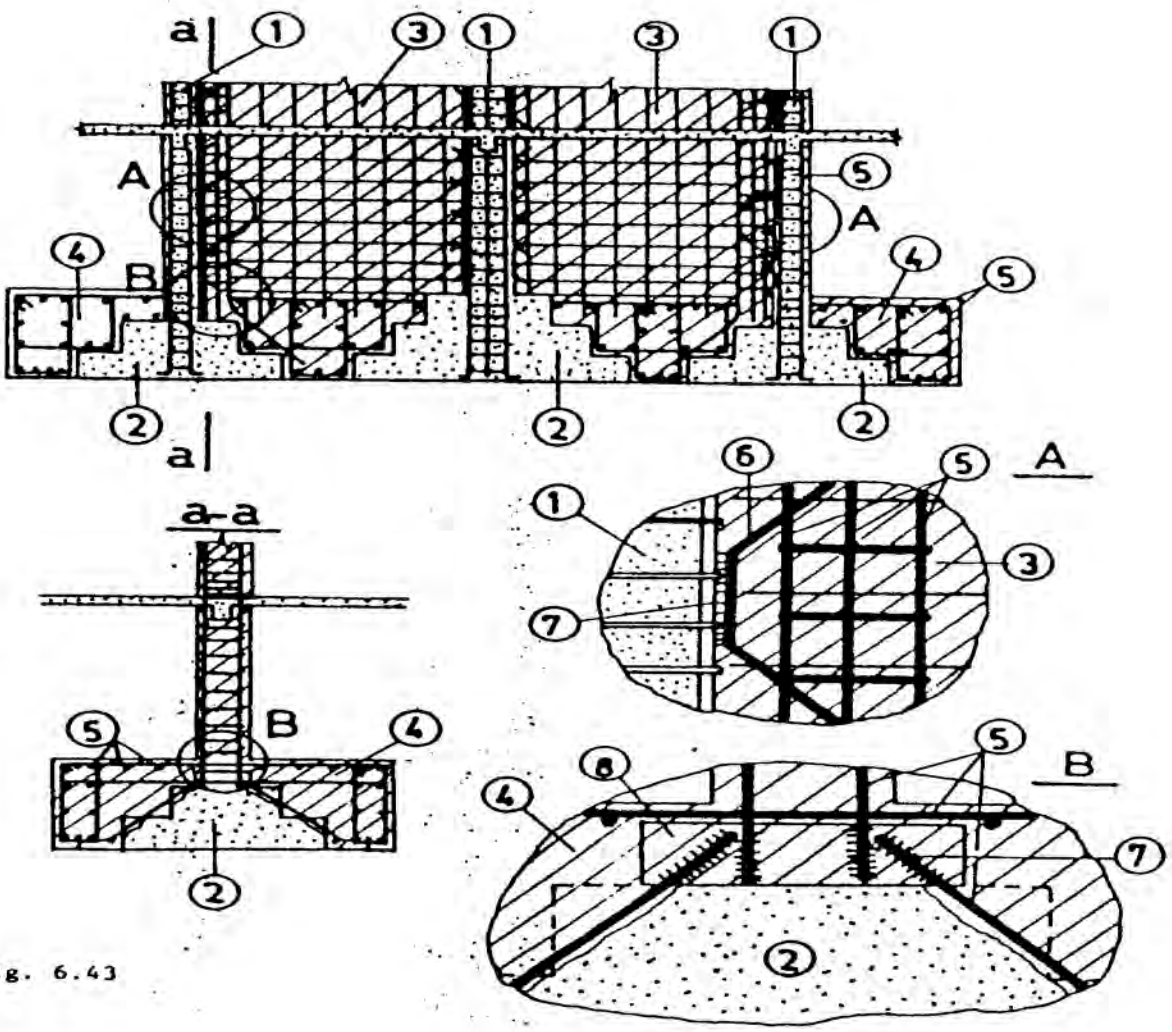
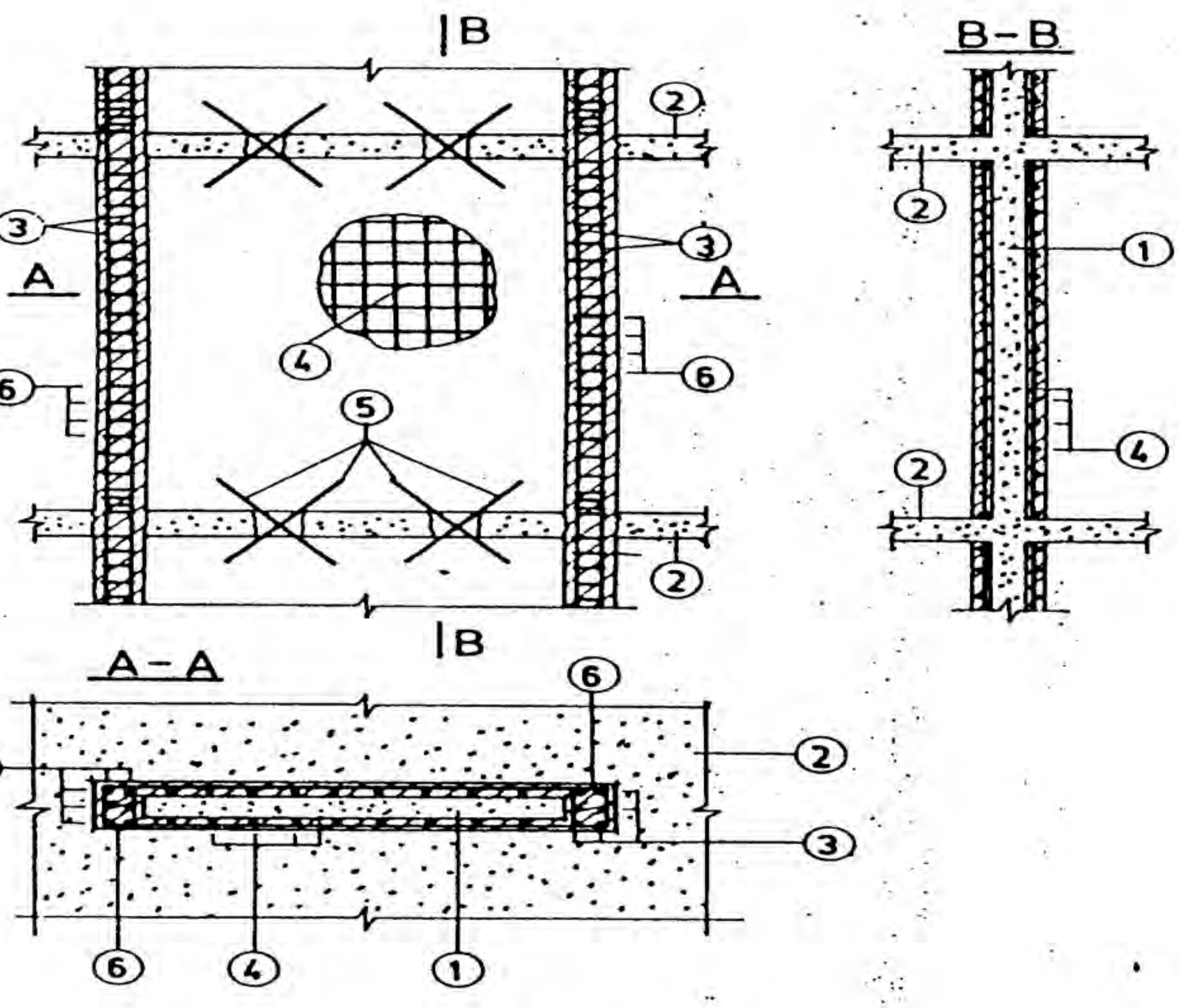
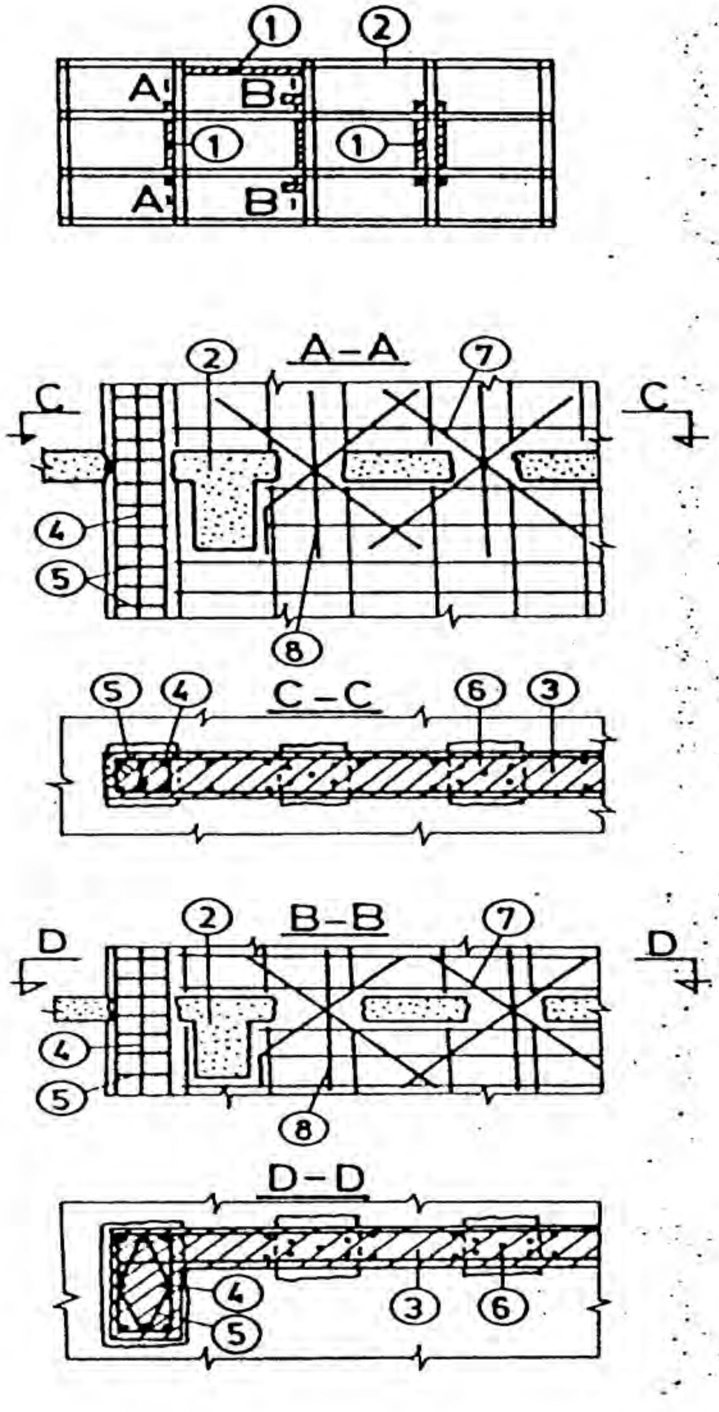


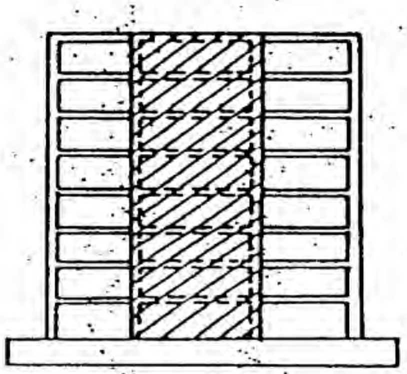
Fig. 6.43



1 - existing wall; 2 - existing slab; 3 - added longitudinal reinforcement; 4 - added wire fabric; 5 - diagonal connecting bars; 6 - added ties

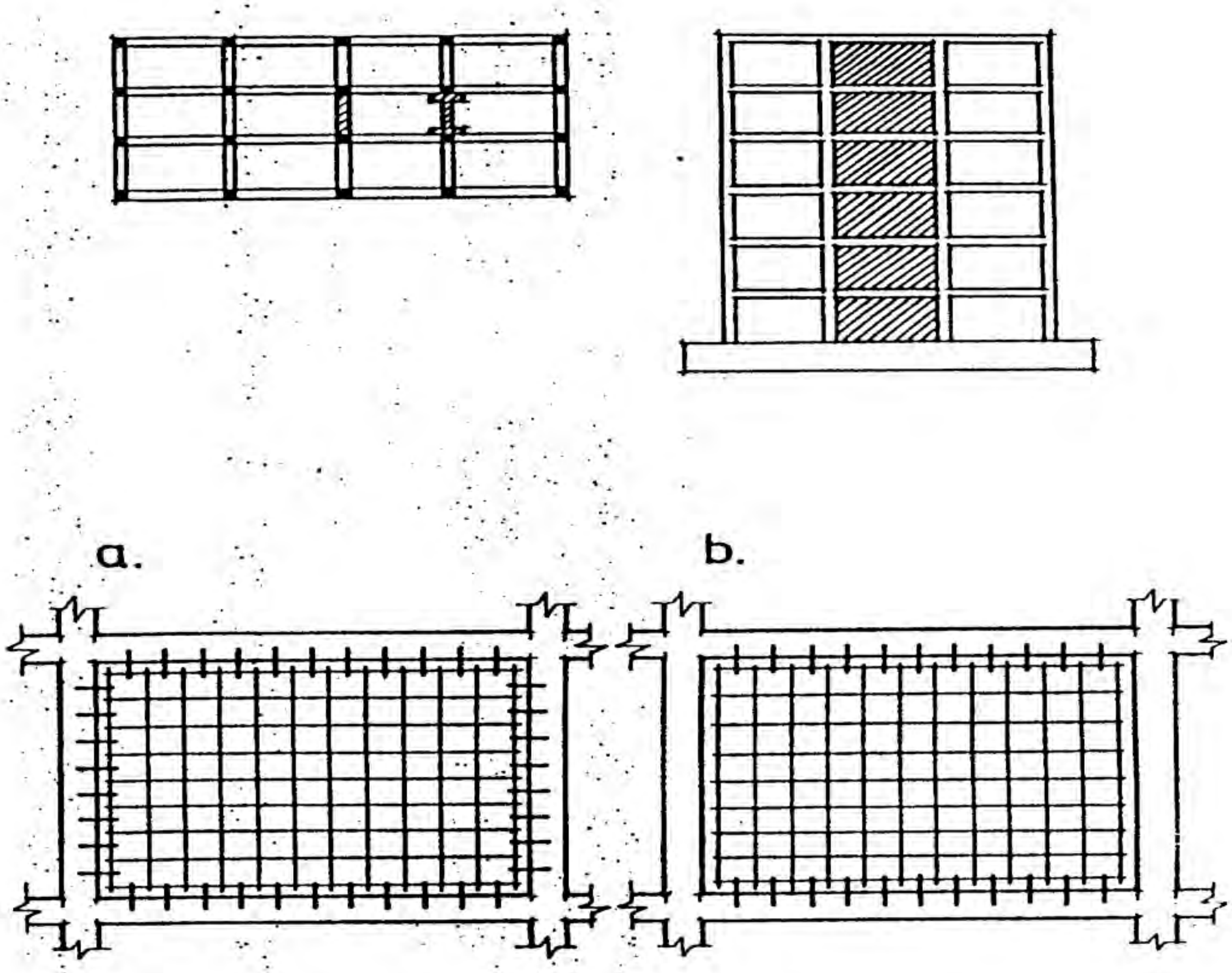
Fig. 6. 21





1 - added shear wall
2 - existing structure
3 - added concrete
4 - added reinforcement
5 - added ties
6 - dowel
7 - added diagonal bars
8 - added vertical bars

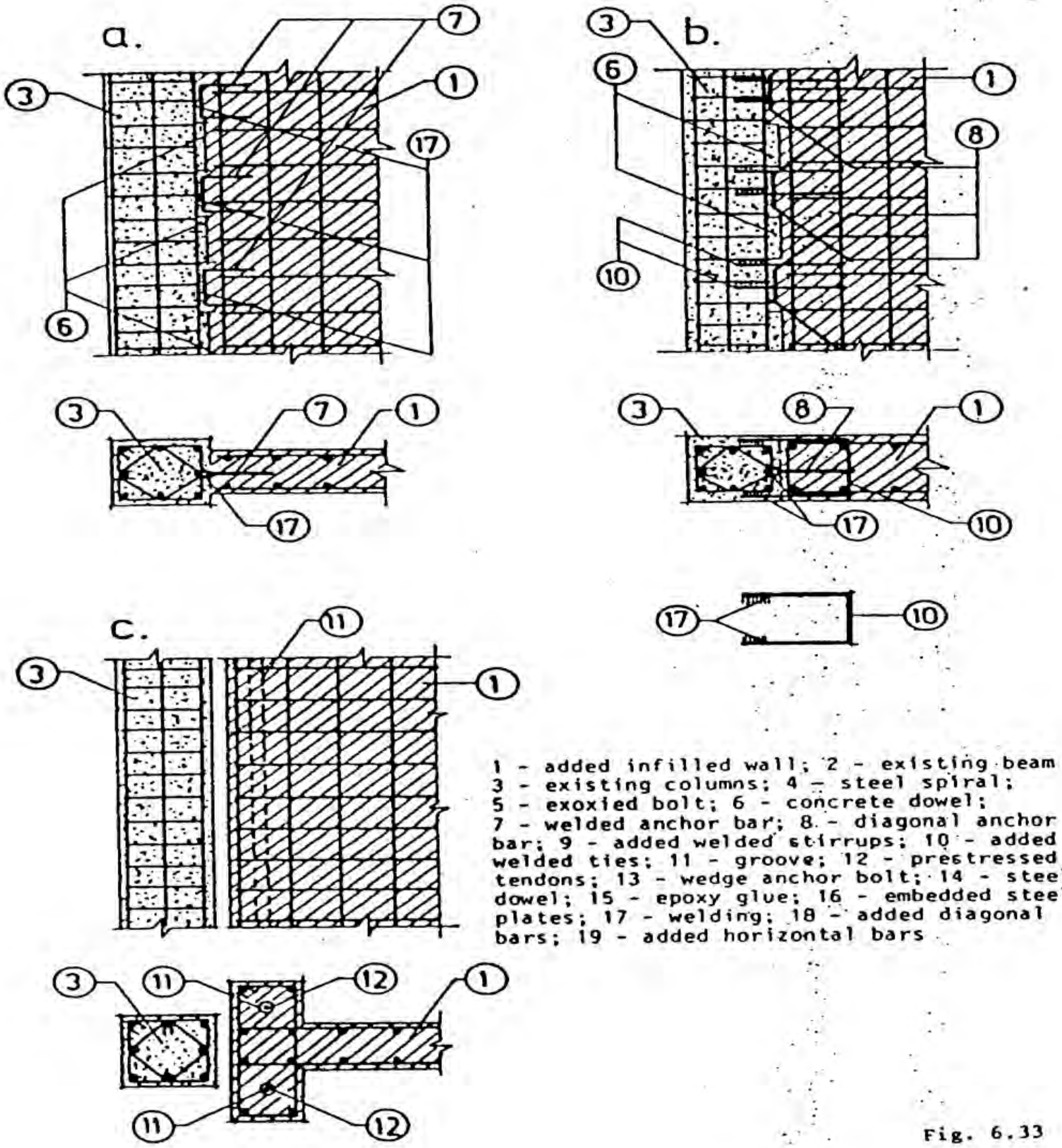
Fig. 6.29



a - cast-in-place infilled shear wall

b - cast-in-place infilled shear wall separated from columns

Fig. 6.32



1 - added infilled wall; 2 - existing beam 3 - existing columns; 4 - steel spiral; 5 - exoxied bolt; 6 - concrete dowel; 7 - welded anchor bar; 8 - diagonal anchor bar; 9 - added welded stirrups; 10 - added welded ties; 11 - groove; 12 - prestressed tendons; 13 - wedge anchor bolt; 14 - steel dowel; 15 - epoxy glue; 16 - embedded steel plates; 17 - welding; 18 - added diagonal bars; 19 - added horizontal bars

Fig. 6.33

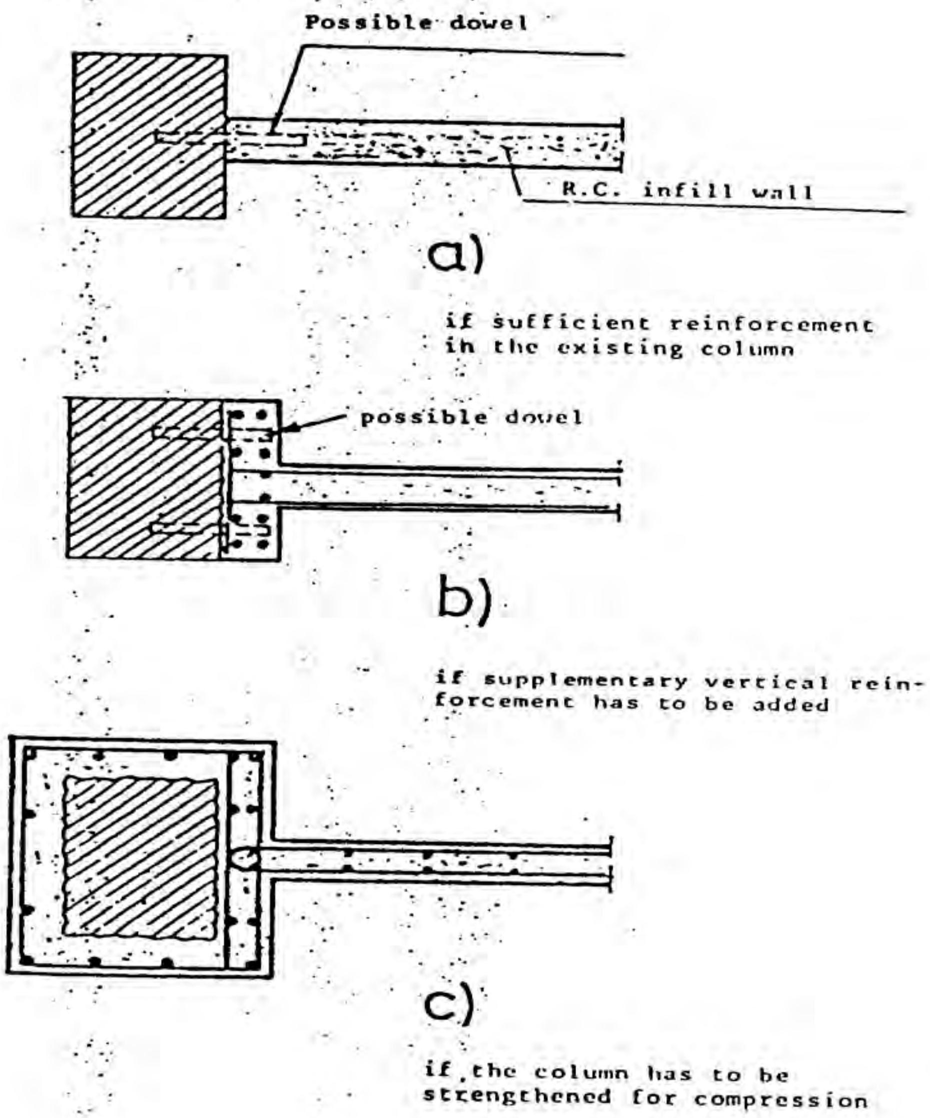

Possible dowel
R.C. infill wall
a)
if sufficient reinforcement
in the existing column
possible dowel
b)
if supplementary vertical rein-
forcement has to be added
c)
if the column has to be
strengthened for compression

Fig. 6.34

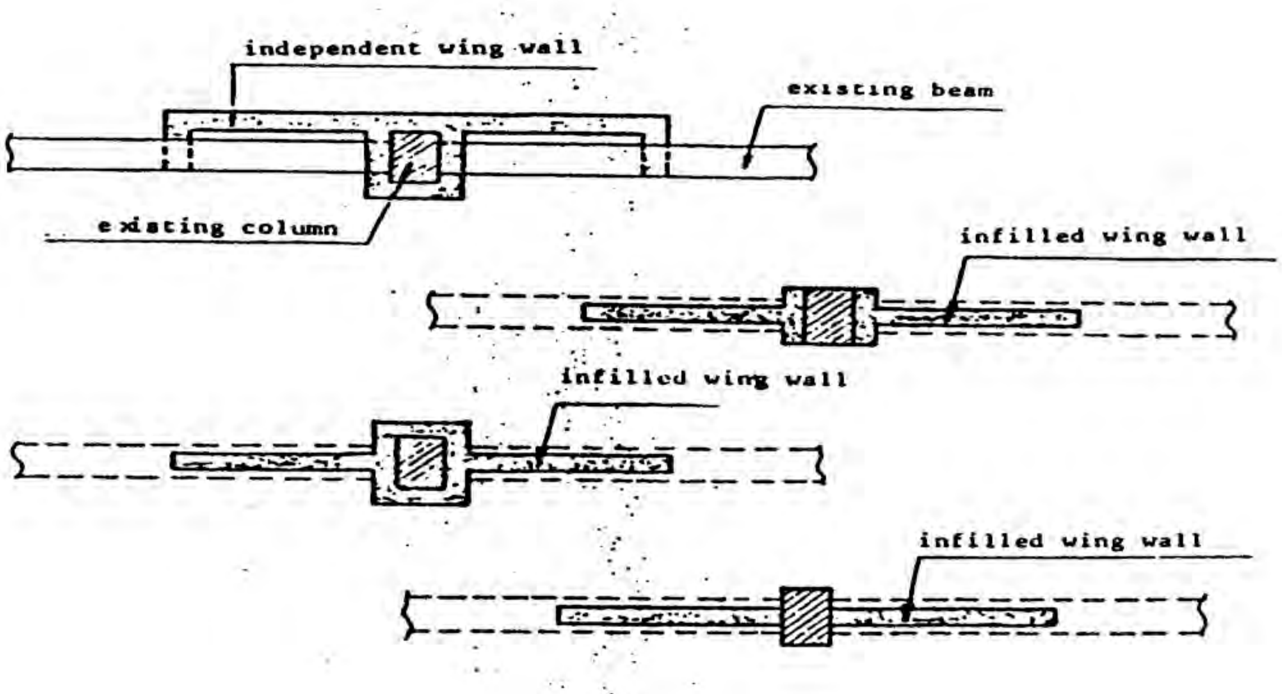
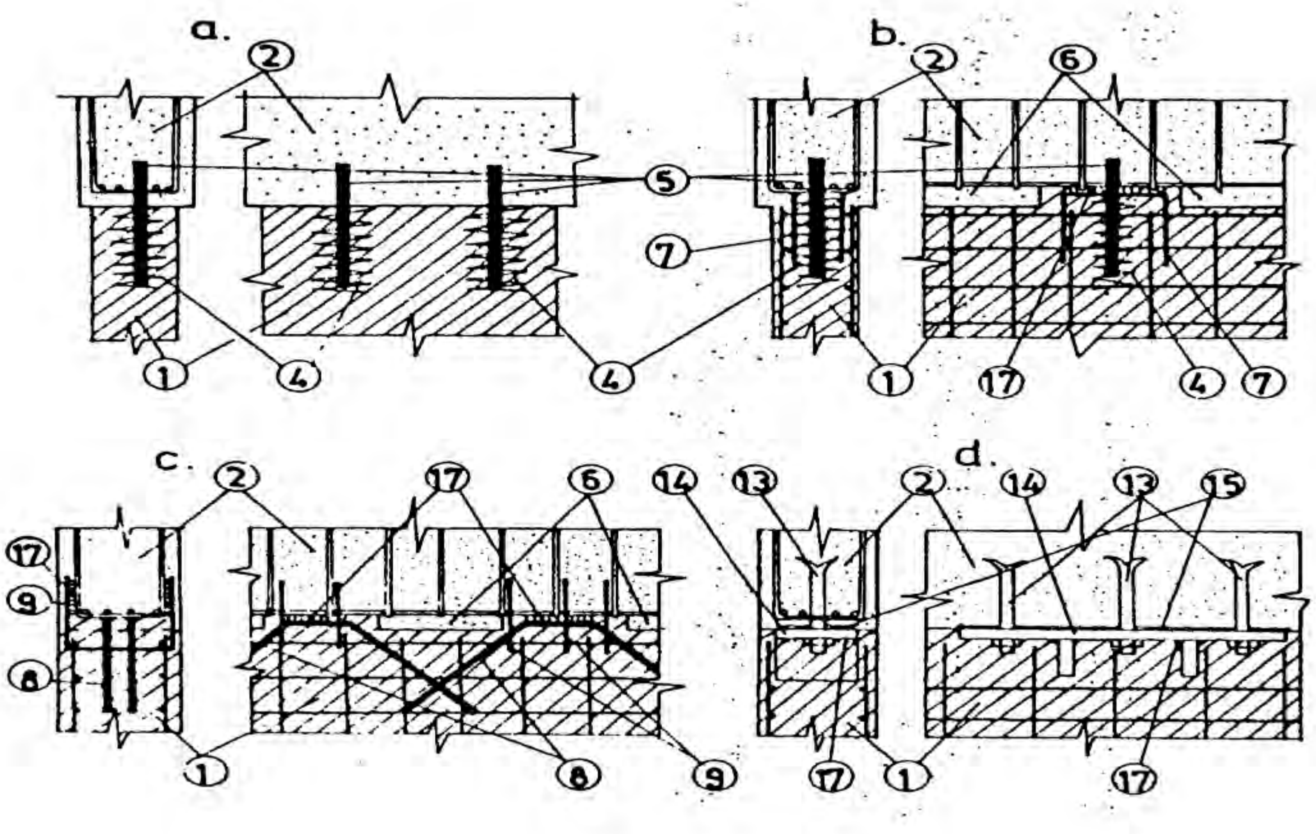

independent wing wall
existing beam
existing column
infilled wing wall
infilled wing wall
infilled wing wall

Fig. 6.36


a.
b.
c.
d.

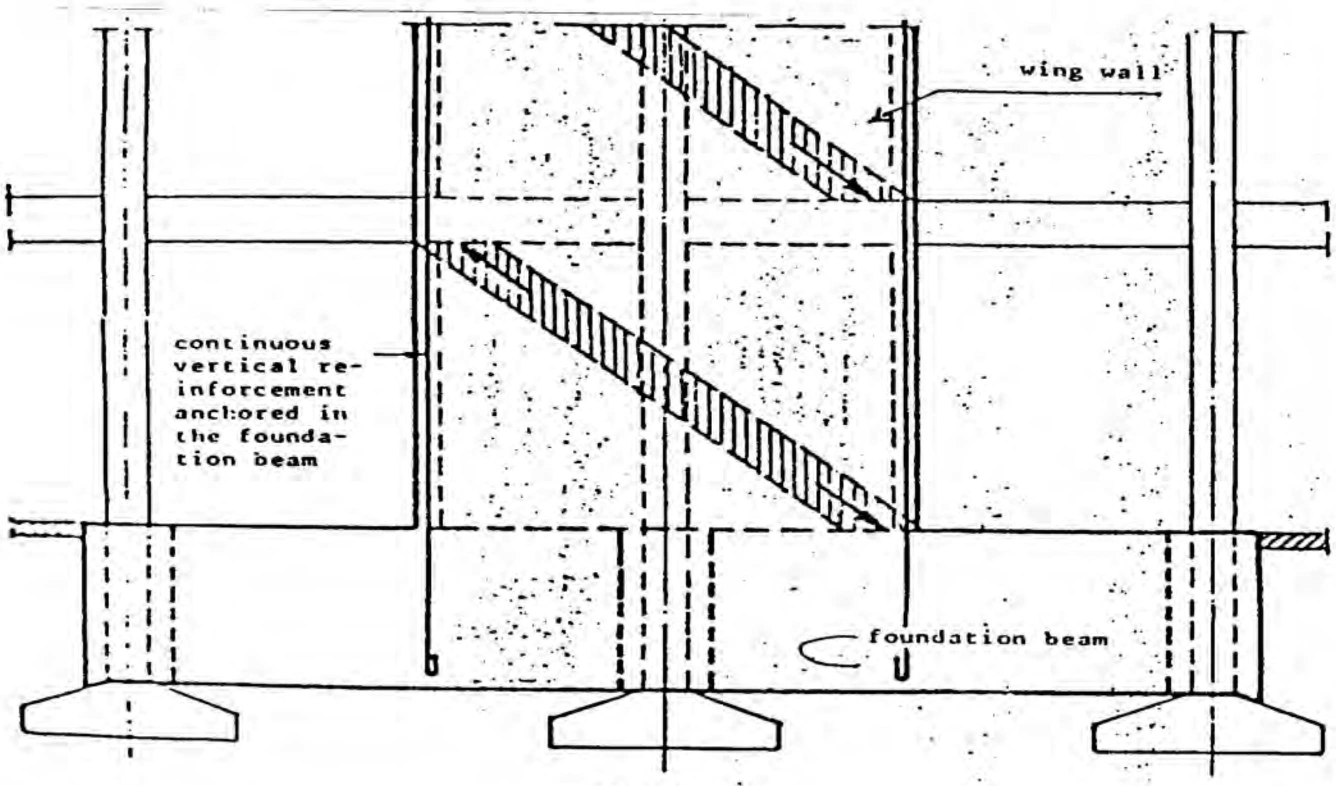

wing wall
continuous
vertical re-
inforcement
anchored in
the founda-
tion beam
foundation beam

Fig. 6.37

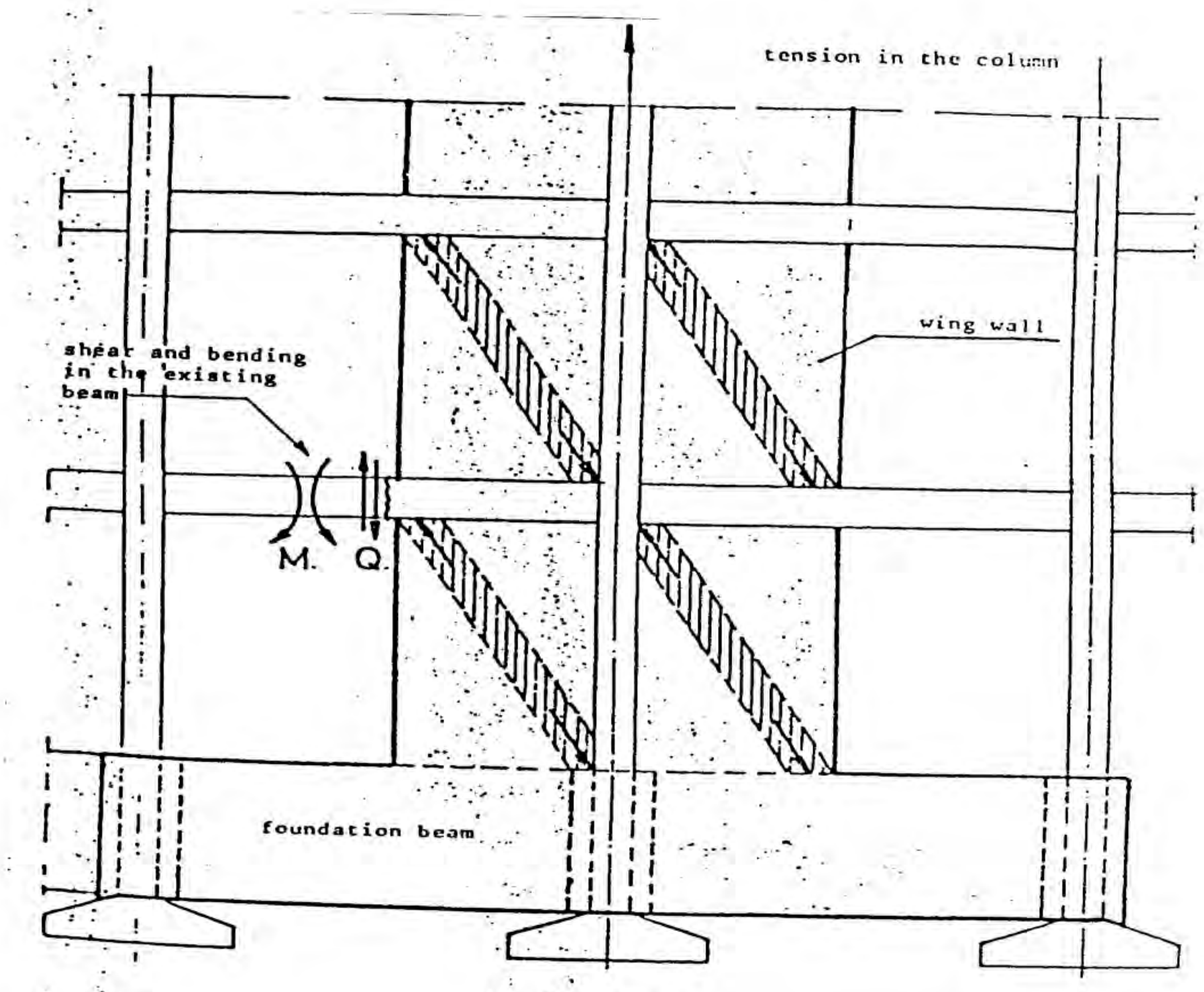
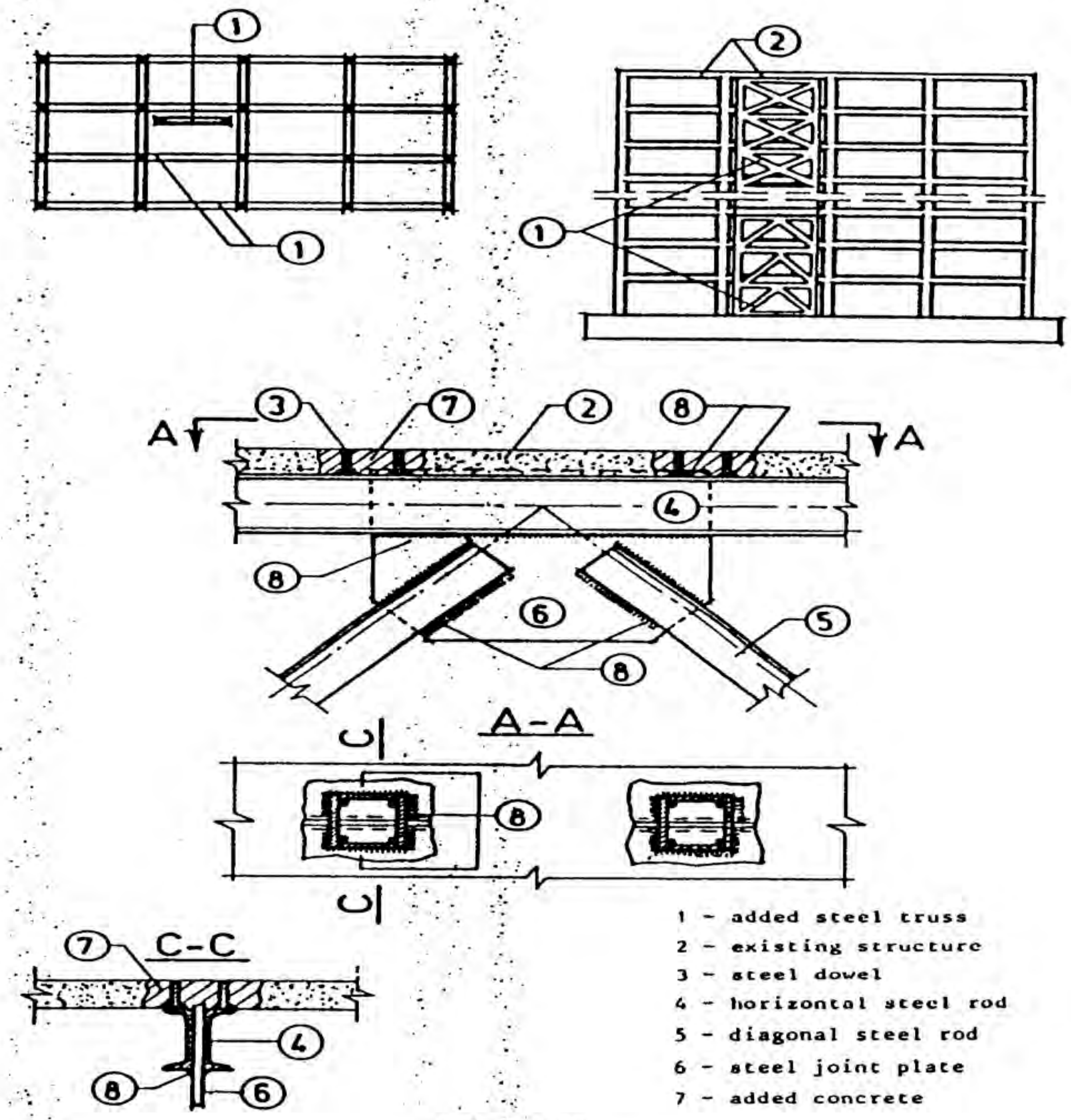

tension in the column
wing wall
shear and bending
in the existing
beam
M.
Q.
foundation beam

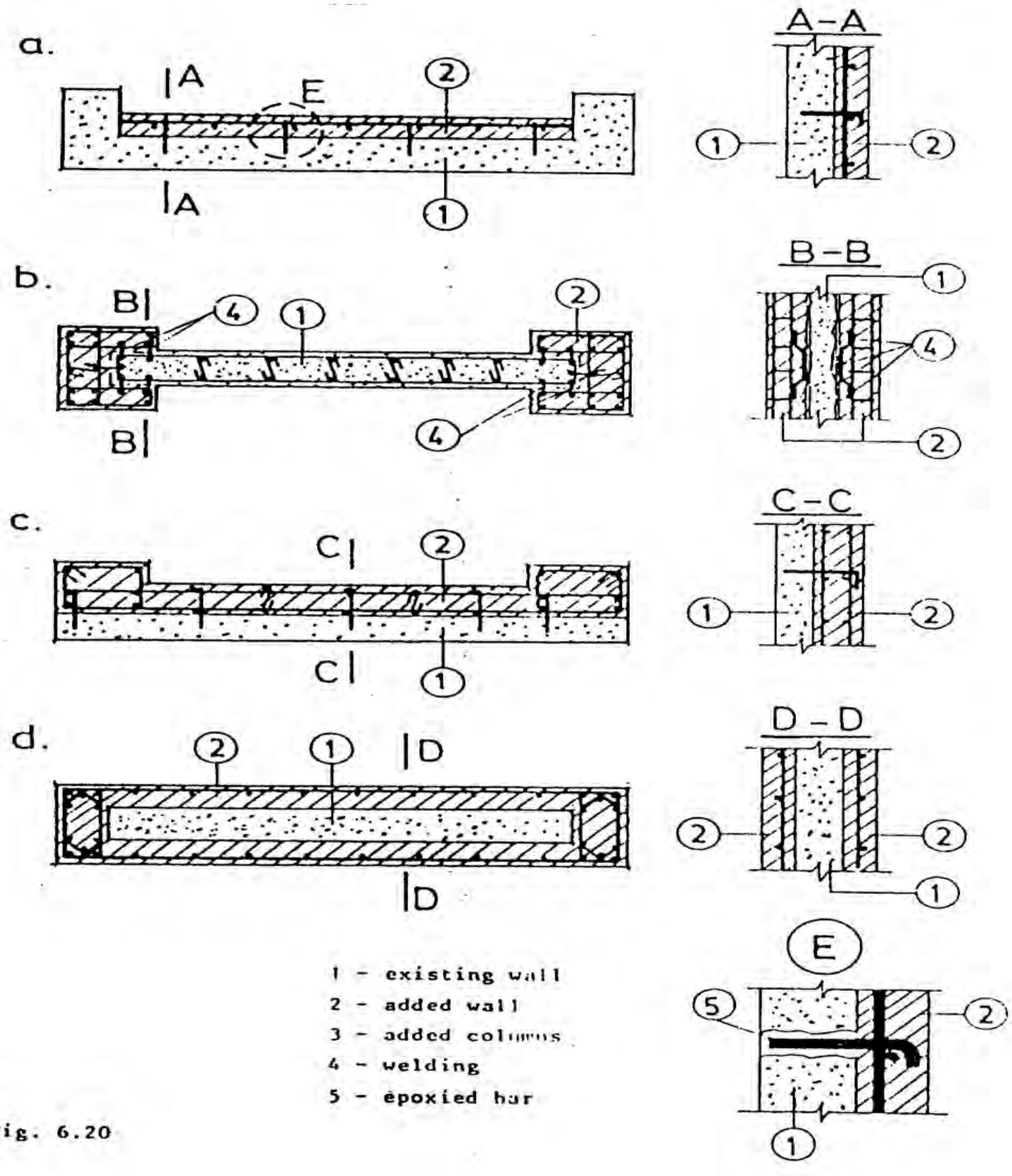
Fig. 6.38



1 - added steel truss
2 - existing structure
3 - steel dowel
4 - horizontal steel rod
5 - diagonal steel rod
6 - steel joint plate
7 - added concrete

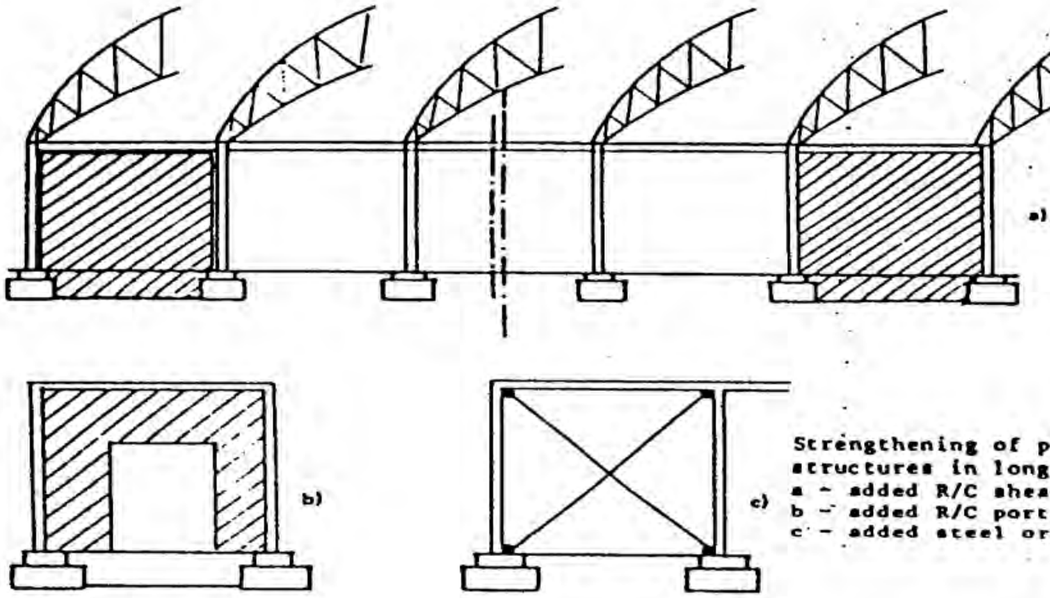
Fig. 6.39

Figure 7.10 Spraying concrete to repair and strengthen settlement tank



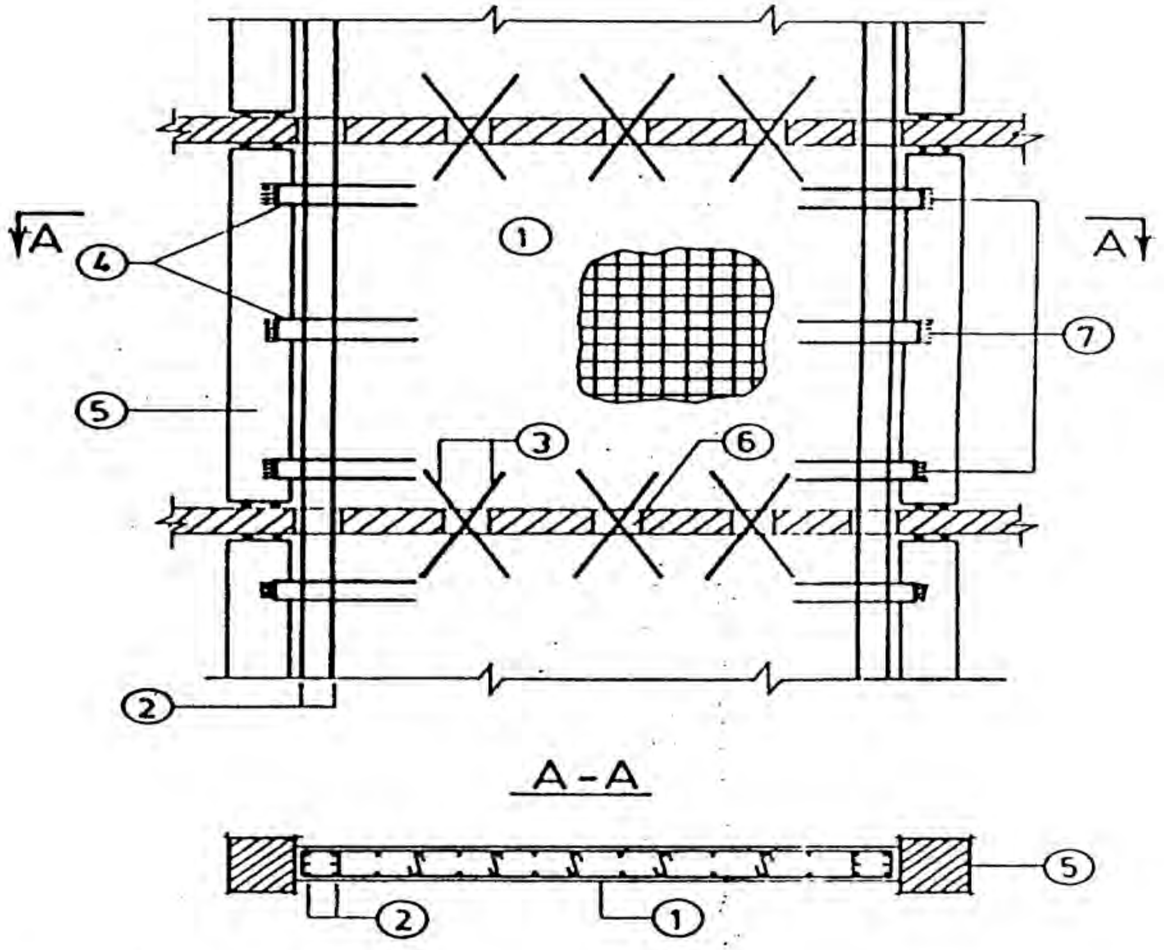
a.
A
A
E
2
1
A-A
1
2
b.
B
B
4
1
2
4
B-B
1
4
2
c.
C
C
2
1
C-C
1
2
d.
2
1
D
D
D-D
2
2
1
E
5
2
1
1 - existing wall
2 - added wall
3 - added columns
4 - welding
5 - epoxied bar

Fig. 6.20



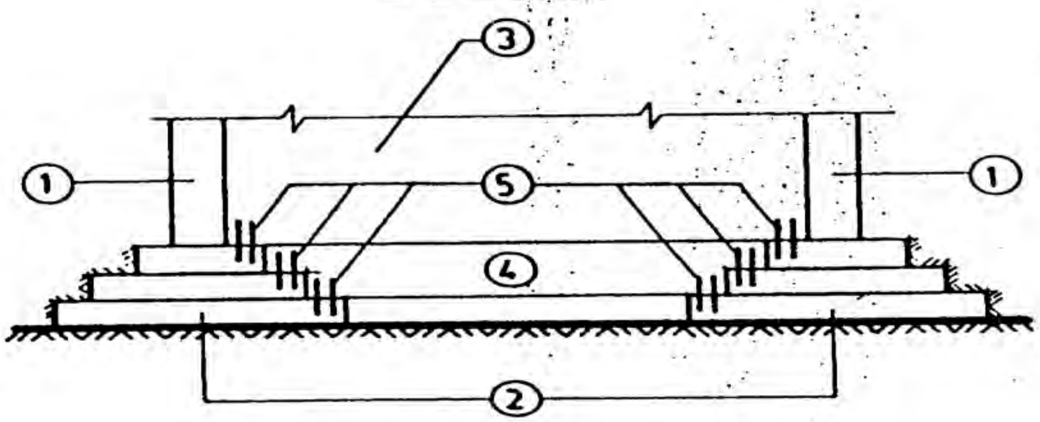
Strengthening of prefabricated structures in longitudinal direction
a – added R/C shear walls
b – added R/C portal frames
c – added steel or R/C bracing

Fig. 7.7



1 - shear wall; 2 - reinforcement; 3 - dowel bars;
4 - connection reinforcement; 5 - existing columns;
6 - dowel openings; 7 - weldings

Fig. 7.8



1 - existing columns; 2 - existing column bases; 3 - new shear wall; 4 - new shear wall base; 5 - anchorage bars

Fig. 7.9

National Iranian South Oil Field Co.
East Wing

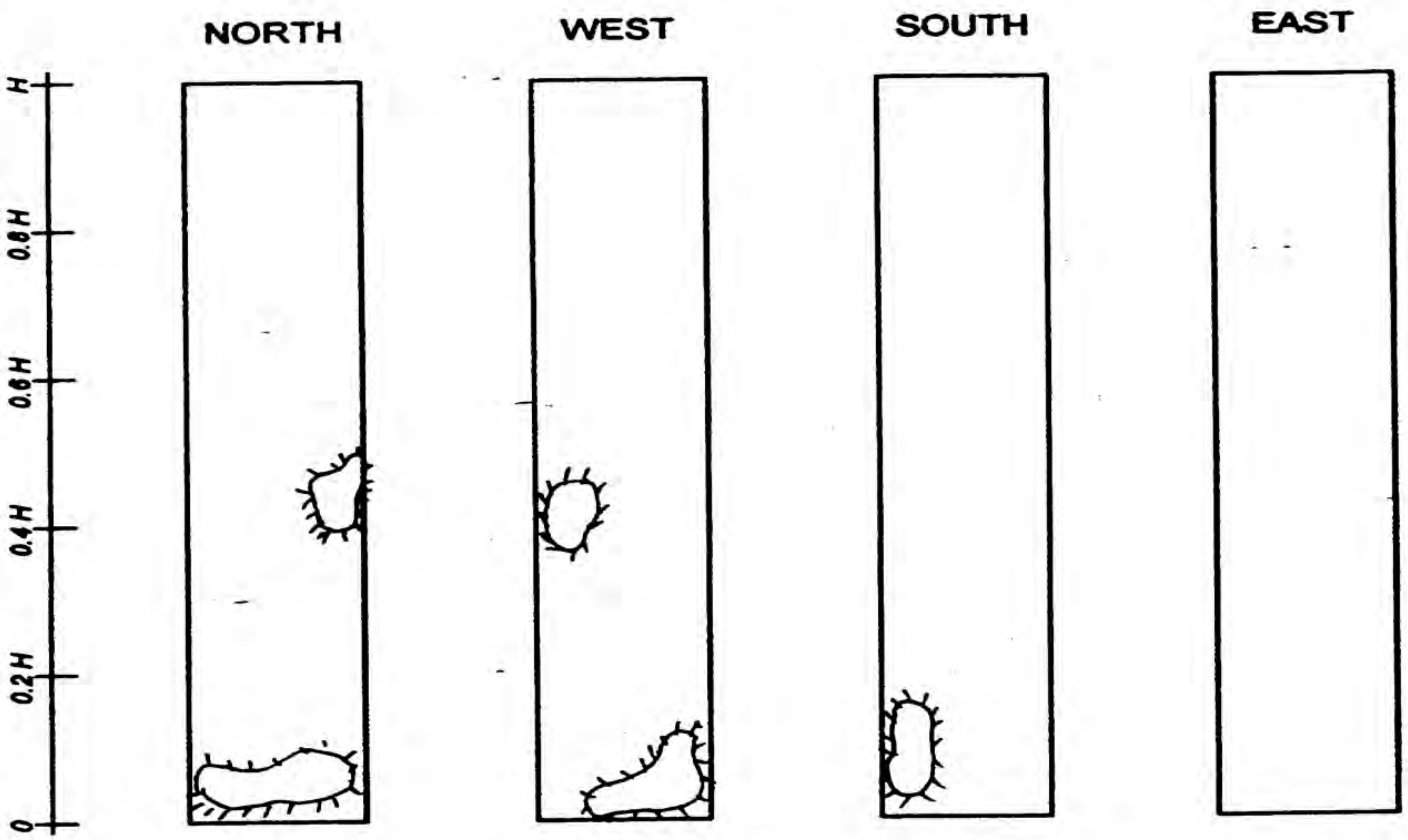
C-533

COLUMN'S CONDITION SURVEY

Dimensional Deviations :
Crookedness:
Congestion of Rebar:
Ductile Details:

Plumbness:
Density: U
Surface Hardness: U
Overall Concrete Soundness: U

ELEVATION MAPS



Abbreviations:
G: Good
N: Not Bad
P: Poor
U: Unknown
S: Severe
M: Mild

Inspection:
Visual ☑
Test Hammer ☐
Ultra Sonic Test ☐
Test Core ☐

Filled by: M. F.
Date: 18.11.79

LEGEND	Honey Combing	Broken Corners	Cold Joint	Spalling	Previous Repair	Crater	Crack	Uncovered	Other

National Iranian South Oil Field Co.
East Wing

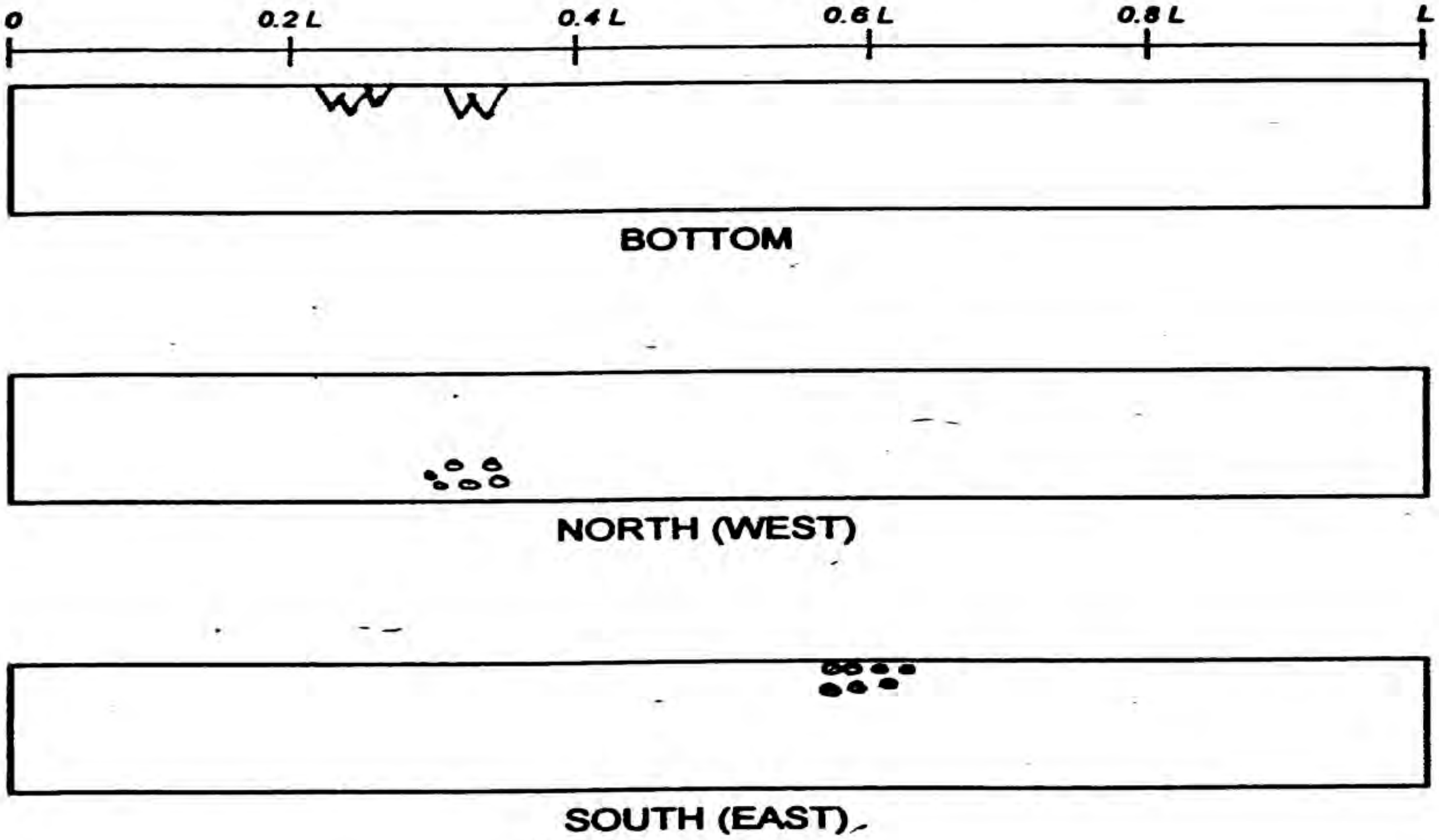
B_459

BEAM'S CONDITION SURVEY

Camber:
Deflection:

Density: U
Surface Hardness: U
Overall Concrete Soundness: G

ELEVATION MAPS



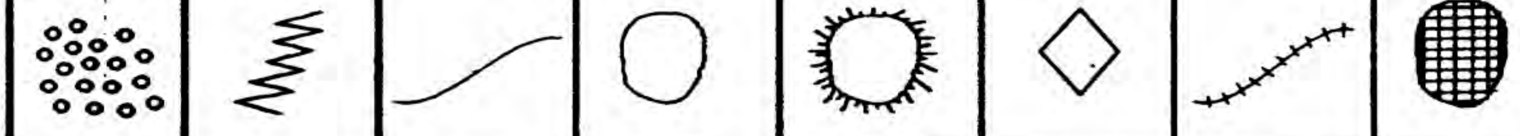
Abbreviations:
G: Good
N: Not Bad
P: Poor
U: Unknown
S: Severe
M: Mild

Inspection:

Visual	☑
Test Hammer	☐
Ultra Sonic Test	☐
Test Core	☐

Filled by: V. S.
Date: 19-11-79

LEGEND	Honey Combing	Broken Corners	Cold Joint	Spalling	Previous Repair	Crater	Crack	Uncovered	Other



گزارش طرح تقویت وبهسازی اتصالات
برج تجاری-اداری الوند

مهندسین مشاور طازند

آبان ماه ۱۳۸۰

مراحل اجرا:

ابتدا سطح جوشهای موجود کاملا پاکیزه شده بنحویکه هیچگونه گل جوش یا مواد خارجی نظیر بتن وچربی ورنگ وگرد غبار وغیره در محل جوش وجود نداشته باشد این مرحله از کار توسط فرچه برقی انجام میشود.

محل جوشکاری بازدید شده وپس از تهیه صورتجلسه مقادیر کار طبق فرم پیوست جوشکاری انجام میشود.

جوشکاران بکار گرفته شده ماهر بوده وبعضا دارای تست فرم نیز میباشند علاوه بر این مراحل مختلف جوشکاری توسط بازرس جوش دائما کنترل شده وگزارش تهیه شده توسط وی جهت رفع معایب به پیمانکار ابلاغ میگردد.

جهت بهبود کیفیت جوش دستور تهیه خشک کن وهمچنین استفاده از باد گیر در زمان وزش باد صادر شده ودر مواقع بارندگی جوشکاری در فضای باز متوقف میگردد./

در صفحات بعد وضعیت جوشکاریها قبل از اجرای طرح تقویت وبعد از ان نشان داده شده است

وضعیت جوش اتصالات قبل از اجرای طرح تقویت وبهسازی

وضعیت جوش اتصالات قبل از اجرای طرح تقویت وبهسازی

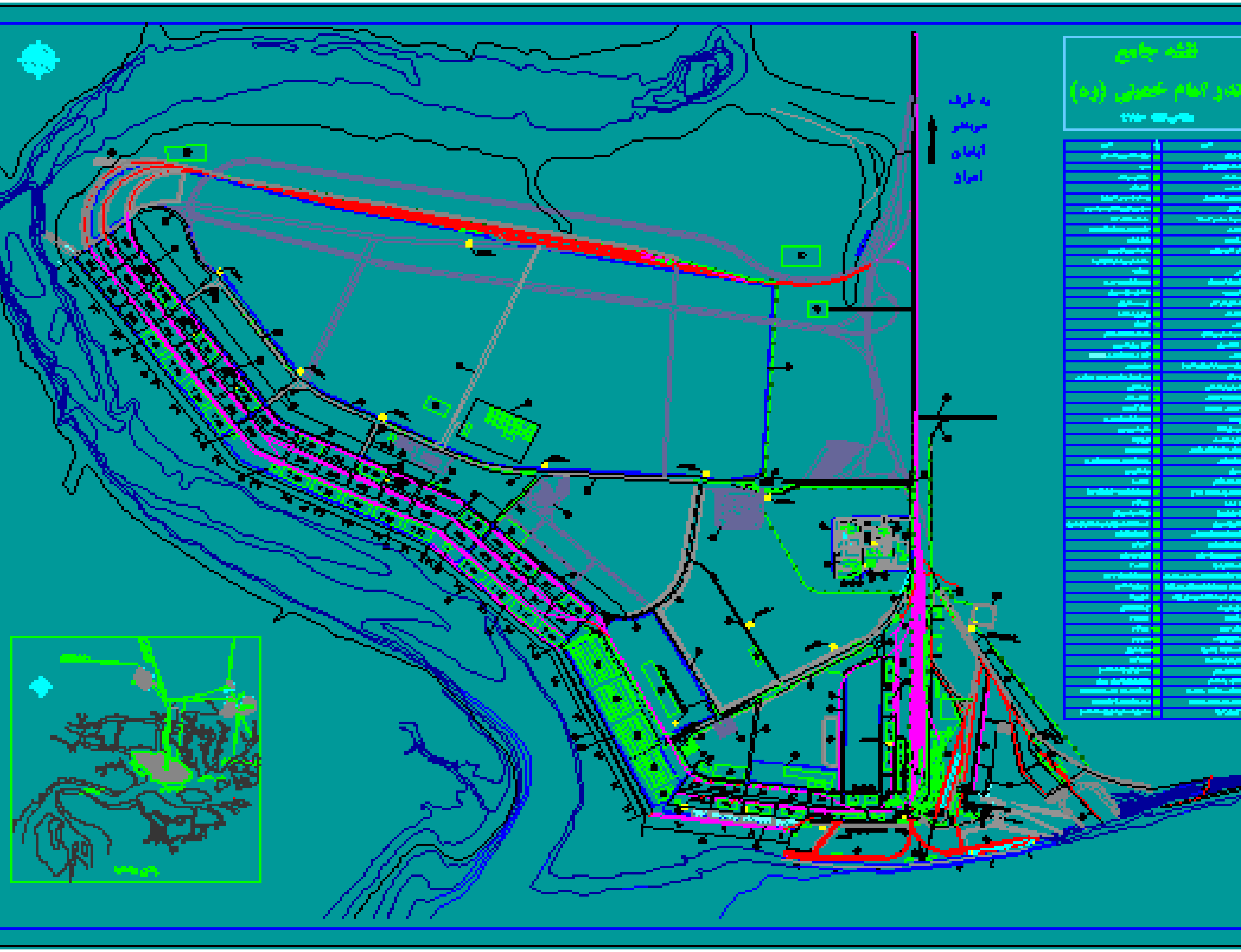
وضعیت جوش اتصالات بعد از اجرای طرح تقویت وبهسازی

وضعیت جوش اتصالات بعد از اجرای طرح تقویت وبهسازی

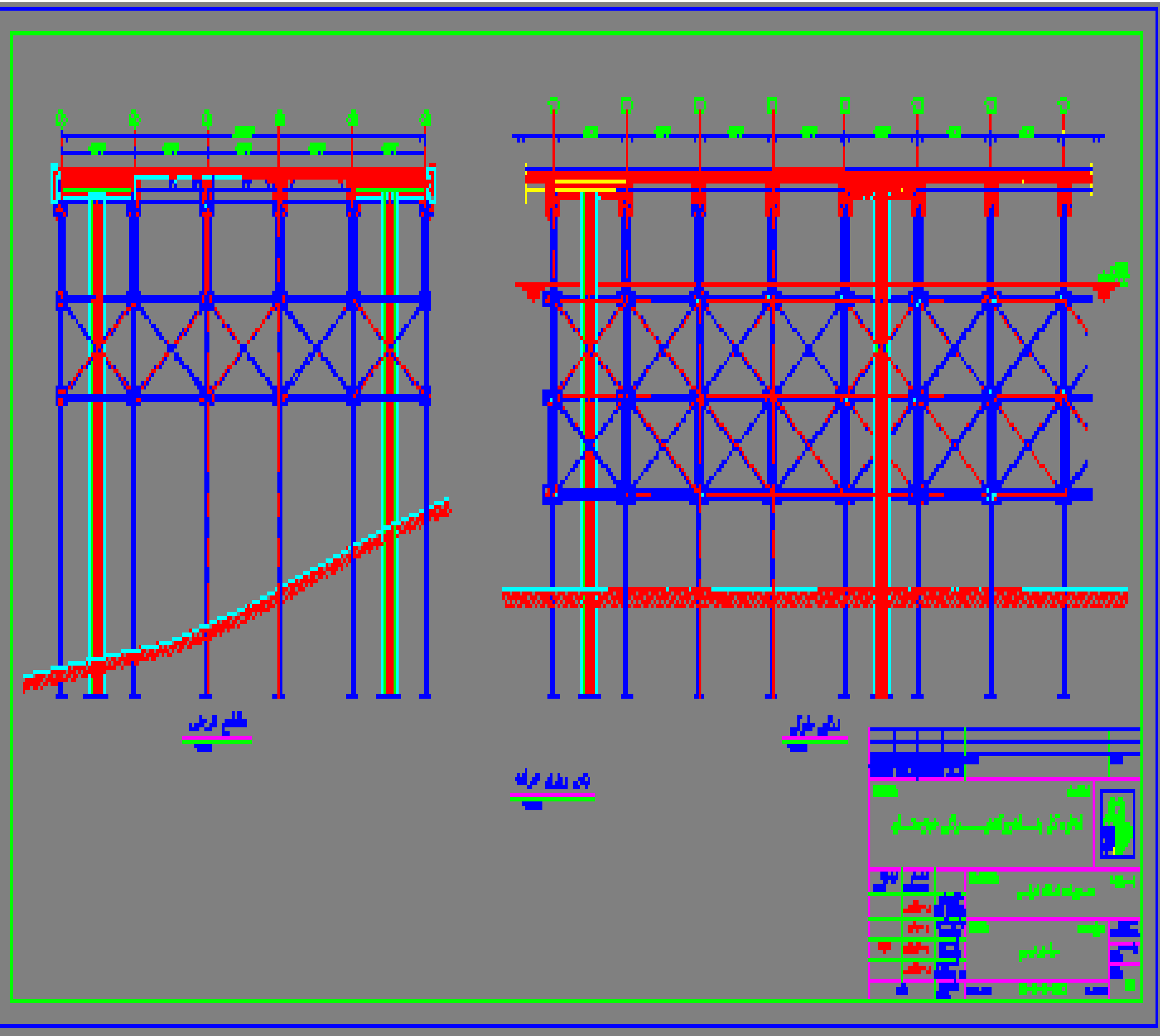
وضعیت جوش اتصالات بعد از اجرای طرح تقویت وبهسازی

بازرس جوش در حال اندازه گیری ابعاد جوش

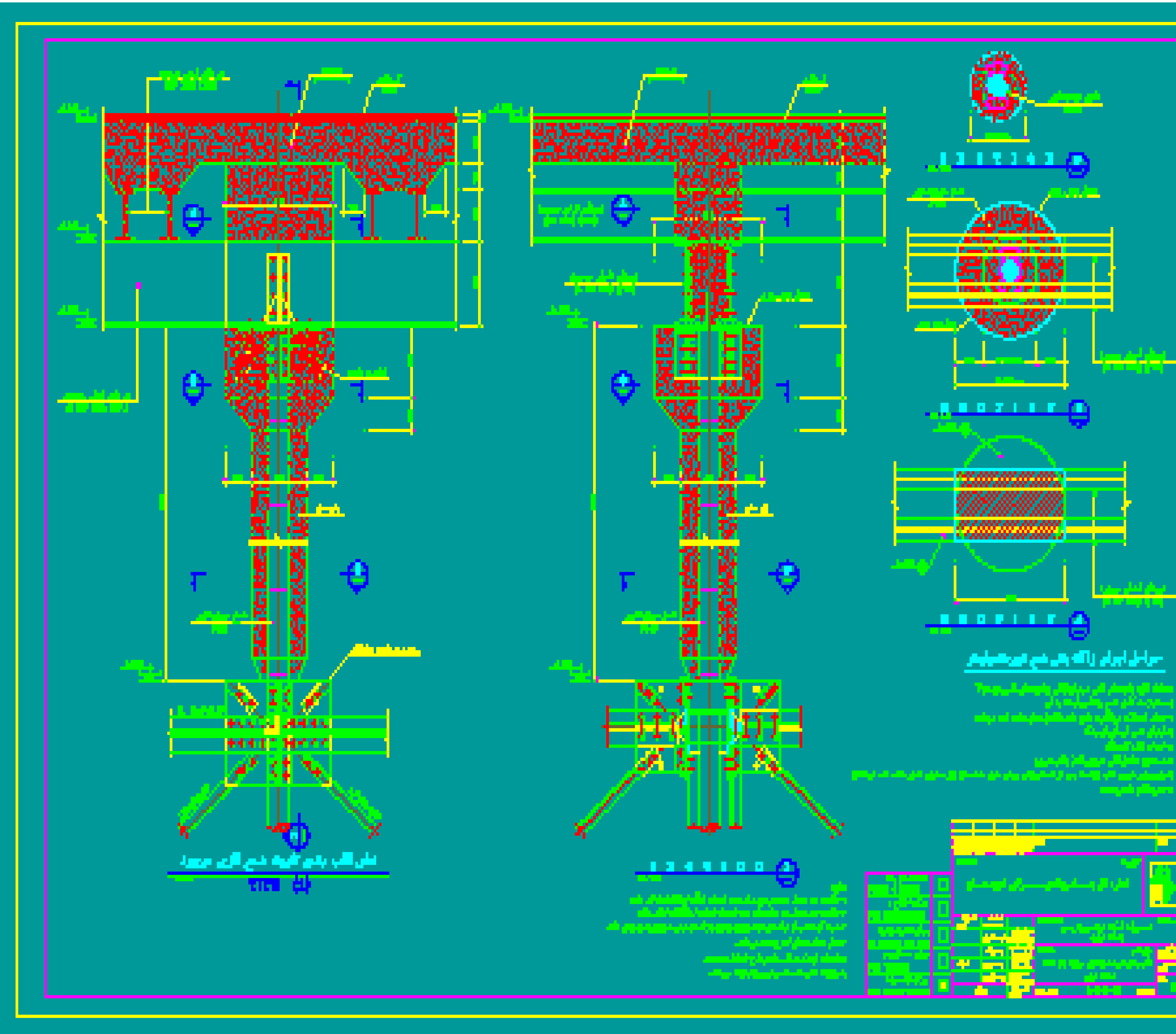
نقشه جامع بندر امام خمینی (ره)



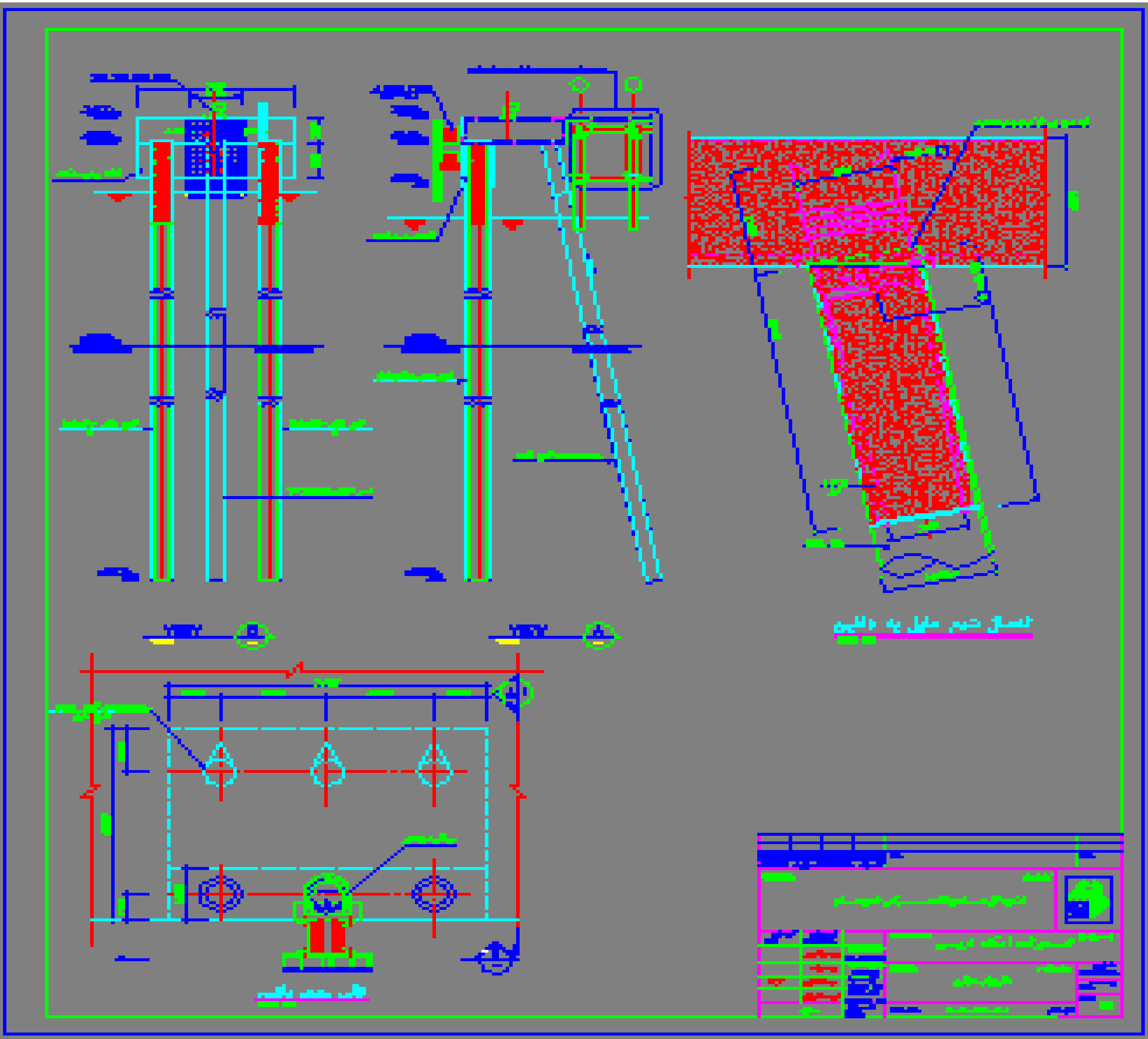
تعمیرات اساسی و بازسازی اسکله شرقی



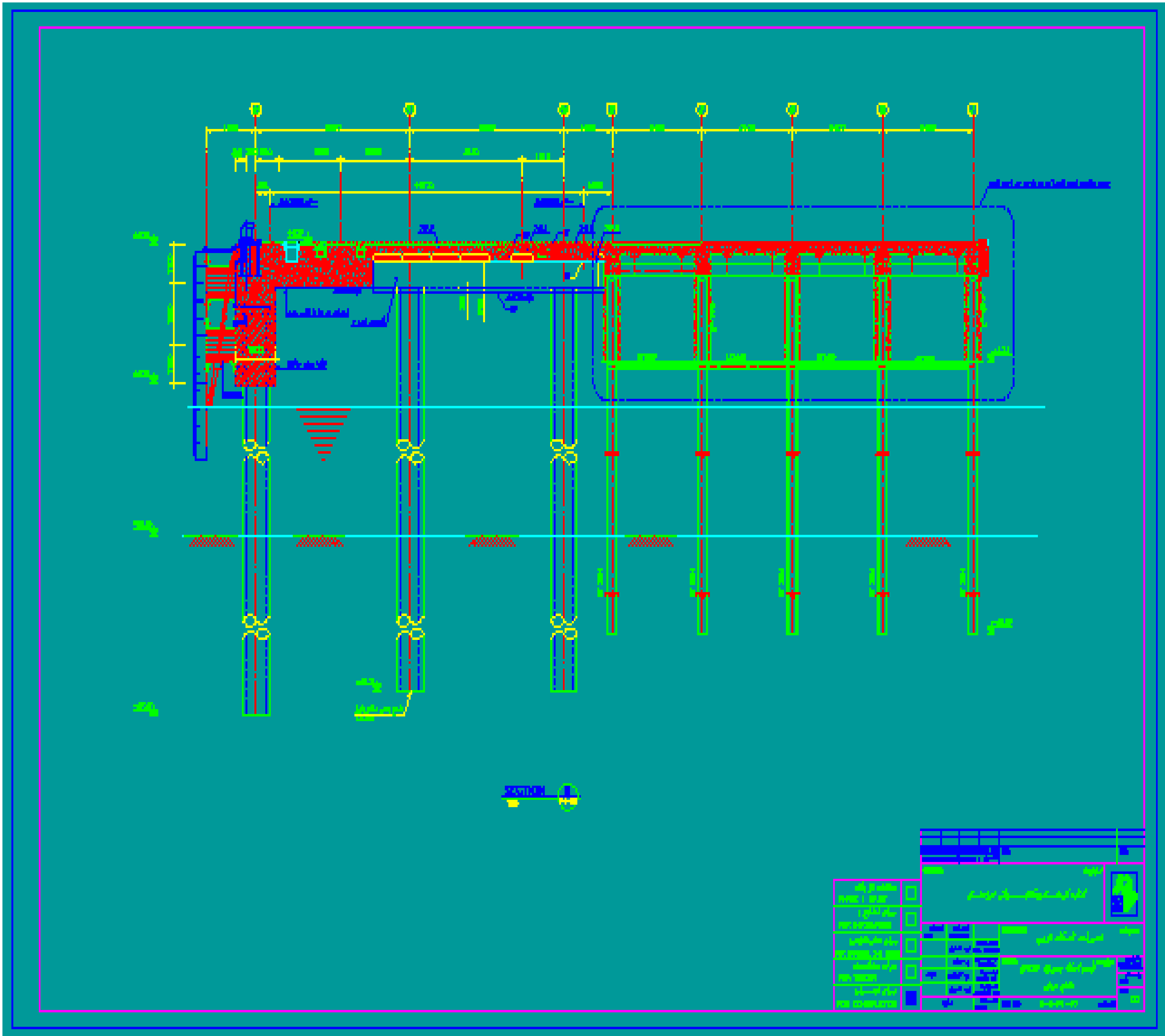
تعمیرات اساسی و بازسازی اسکله شرقی



تعمیرات اساسی و بازسازی اسکله غربی



تعمیرات اساسی و بازسازی اسکله غربی



وضعیت موجود اسکله شرقی –نمای جنوب شرقی

وضعیت موجود اسکله شرقی –نمای جنوبی

وضعیت موجود اسکله شرقی –نمای جنوبی

وضعیت موجود اسکله غربی –نمای جنوبی

وضعیت موجود اسکله غربی –نمای شمالی

وضعیت موجود اسکله غربی –نمای جنوبی

آرماتوربندی ژاکتهای بتنی اسکله شرقی

آرماتور بندی ژاکت های بتنی اسکله شرقی

ژاکتهای بتنی اسکله شرقی

ژاکتهای بتنی اسکله شرقی

ژاکتهای بتنی اسکله شرقی

آرماتور بندی شمع های ردیف F اسکله شرقی (سمت جنوبی)

ژاکتهای بتنی اسکله شرقی

قالب بندی و کیورینگ ژاکت های بتنی اسکله شرقی

ژاکتهای بتنی اسکله شرقی

ژاکتهای بتنی اسکله شرقی

ژاکتهای بتنی اسکله شرقی

بتن ریزی سر شمع های اسکله شرقی