دانشگاه آزاد اسلامی واحد

گزارش کارآموزی

بخش عمران

استاد کارآموزی : جناب آقای مهندس ....

تهیه کننده :

.....

بهار ۹۲

بازدید زمین :

لازم به تذکر است که این بخش از هر پروژه در ابتدای پروژه صورت می‌گیرد و از آنجایی که اینجانب از اواسط پروژه ها دوره کارآموزی خود را آغاز کرده ام فقط به توضیح اجمالی مطلب می‌پردازم.

بعد از ارائه نتایج آزمایشگاه مکانیک خاک در مورد خاک منطقه و همچنین تهیه شدن نقشه‌های اجرایی توسط مشاور پروژه نوبت به بازدید زمین می‌رسد.

قبل از شروع هر نوع عملیات ساختمانی، باید زمین محل ساختمان بازدید و وضعیت و فاصله آن نسبت به خیابانها و جاده‌های اطراف مورد بازرسی قرار گرفته و پستی و بلندی‌های زمین با توجه به نقشه ساختمان مورد بازدید قرار گیرد در هر پروژه پستی و بلندی‌ها و سایر عوارض زمین به وسیله نقشه‌بردار تعیین گردیده است همچنین لازم است محل چاه‌های فاضلاب و چاهکهای آب قدیمی و مسیر قنات‌های قدیمی که ممکن است در هر زمینی وجود داشته باشد تعیین شده و محل آن نسبت به پی‌سازی مشخص گردد در صورت لزوم می‌باید این چاهها با بتن و یا شفته پر شود. آنگاه نسبت به ریشه‌کنی گیاهان اقدام شود خاک های اضافه به بیرون حمل گردد و نهایتاً شکل هندسی زمین و زوایای آن کاملاً معلوم و مشخص شده و با نقشه ساختمان مطابقت داده می‌شود.

پیاده کردن نقشه بر روی زمین :

بعد از مشخص شدن ابعاد زمین و پیاده کردن نقاط مختلف آن بوسیله تئودولیت *(Total station)* نوبت به مشخص کردن حریم خاکبرداری می‌رسد که این کار نیز به کمک نقشه‌بردار انجام می‌شود. لازم به تذکر است که نقاطی به عنوان $B.M$ با ارتفاع و مختصات مشخص، برای انجام پروژه انتخاب شده که سایر نقاط از جمله محدوده پی‌کنی، نقاط $A\times e$ شمع‌ها و ستون‌ها و محل دقیق قالب جهت بتن‌ریزی پی ساختمان‌ها به کمک این نقاط انجام می‌شود. بعد از اتمام کار پیاده کردن نقشه و قبل از اقدام به

گودبرداری یا پی‌کنی باید حتماً مجدداً اندازه‌های نقشه پیاده شده را کنترل کنیم تا حتی‌المقدور از وقوع اشتباهات احتمالی جلوگیری کنیم باید توجه داشت که پیاده کردن نقشه یکی از ساده‌ترین و مهمترین قسمت های اجرایی یک طرح بوده و کوچکترین اشتباه در آن موجب بروز خسارت‌های فراوان می‌گردد.

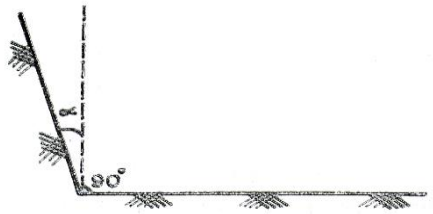
موضوع : گودبرداری

بعد از مشخص شدن محدوده گودبرداری توسط نقشه‌بردار، کار گودبرداری آغاز می‌شود بدلیل وجود زیرزمین در کلیه بلوک‌ها و با توجه در نظر گرفتن عمق فنداسیون کار گودبرداری به کمک لودر آغاز می‌شود.

تئوری :

برای جلوگیری از ریزش دیوارهای محل گودبرداری به داخل گود، معمولاً دیواره‌های اطراف باید دارای شیب ملایم مانند شکل زیر باشد که با خط عمود زاویه‌ای به اندازه α می‌سازد اندازه این زاویه بستگی به نوع خاک محل دارد هر قدر خاک محل سست‌تر و ریزشی‌تر باشد اندازه این زاویه بزرگتر خواهد بود.

جدول ضمیمه از صفحه ۱۱ کتاب ساختمان و اجزای ساختمان از سیاوش کباری



جدول زیر اندازه زاویه α را برای خاکهای مختلف تعیین می‌نماید.

نوع خاک	اندازه زاویه α برحسب درجه
زمینهای دج	۵°
زمینهای سفت	۱۰°
زمینهای متوسط	۳۰°
زمینهای ماسه	۴۵°
زمینهای سست و خاک‌دستی	بیشتر از ۴۵°

عملی :

در عمل بدون توجه به زاویه α (یاد شده در بالا) شیب دیواری را به گونه‌ای که خاک اطراف ریزش نکند تعیین می کنند.

قیاس :

ـ با توجه به نوع خاک که ترجیحاً بهتر است توسط آزمایشگاه مکانیک خاک تعیین شود می‌توان شیب دیواره‌های محل گودبرداری را تا حدودی تعیین کرد چنانچه شیب دیواره بیشتر از مقدار مورد نیاز باشد از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نمی‌باشد و چنانچه کمتر از مقدار مورد نیاز باشد احتمالاً دیواره محل گودبرداری به داخل گود فرو خواهد ریخت هر چه این زاویه کوچکتر باشد از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه‌تر خواهد بود.

موضوع: شفته‌ریزی

تئوری :

شفته مخلوطی است از خاک مناسب، آهک شکفته و آب که برای ایجاد بستری سخت جهت ساختن سازه روی آن فراهم می‌شود تا تنش‌های ناشی از وزن سازه و پی مستقیماً روی خاک سست قرار نگیرد از این‌رو تاب فشاری ۲۸ روزه شفته آهک بسیار مهم است.

طبق نشریه 55 سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی می‌بایست برای مصارف مختلف و شرایط متنوع، آهک‌هایی به شرح جدول ۲-۷-۳-۴ انتخاب نمود.

جدول ۲-۷-۳-۴

موارد مصرف	نوع آهک
ملاتهای ماسه آهک، گل‌آهک، گچ آهک، و بانارد یابدار کردن خاک در راهسازی، خشتهای یابدار شده با آهک، شفته آهکی، پی‌سازی در خاکهای معمولی، بتن آهکی سنگین و متخلخل	خمیر یا گرد آهک شکفته‌ای که به صورت دوغاب درآمده باشد (آهک سفید)
ملات و اندود ساختمانهای دریایی، پی‌سازی در خاکهای سولفات‌دار با سولفات زیاد	آهکهای آبی
پی‌سازی در خاکهای سولفات‌دار با سولفات کم	آهکهای نیمه آبی (خاکستری)
یابدار کردن خاک در راهسازی، آجر ماسه آهکی، بتن آهکی سنگین و متخلخل، سیمان آهک یوزولان و آهک سرباره	آهک زننده کلسیومی پرمایه
شفته پی‌سازی ساخمانهای کم ارتفاع	دوغاب آهک کم مایه

عموماً با تمامی خاکهای موجود محلی می‌توان شفته آهک را تهیه نمود هر چه میزان خاک رس بیشتر باشد میزان آهک برای ساختن شفته آهکی با کیفیت و مقاومت بالاتر، افزایش می‌یابد. برای خاکهای درشت دانه میزان آهک کاهش می‌یابد در هر صورت با توجه به نوع خاک مصرفی باید میزان آهک به نحوی انتخاب و مصرف شود که آب آهک به عنوان ماده چسبنده دور دانه‌های خاک مصرفی را اندود کرده به خاک رس ترکیب شده و بستری یکپارچه حاصل می شود. طبق نظریه نشریه 55 سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی شفته آهکی که با دوغاب ساخته و خوب عمل‌آوری شده باشد دارای مقاومت ۷

روزه معادل ۵ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع و تاب ۲۸ روزه حدود ۱۰ کیلوگرم بر سانتیمتر مربع خواهد بود که این مقاومت برای بستر پی ساختمان یا راه کاملاً مناسب است.

از این‌رو برای رسیدن به طرح اختلاط مناسب جهت تهیه ملات شفته آهک ضمیمه‌ای از کتاب مصالح ساختمانی احمد حامی ص ۱۱۰ آورده شده است.

تاب فشاری ۲۸ روزهٔ ملات گلاهک با افزودن خاک

نسبت وزنی آهک شکفته به خاک	تاب فشاری به N/mm^2
۱ به ۲	۱/۵
۱ به ۳	۱/۸
۱ به ۴	۱/-
۱ به ۵	۱/۱

از آزمایش زیر برمی‌آید که ساختن ملات گلاهک با دو غاب آهک بیشترین تاب فشاری را داشته است، پس باید شفتهٔ آهکی و ملات گلاهک با دو غاب آهک ساخته شوند.

تاب فشاری نمونهٔ گلاهک ساخته شده به سه روش :

روش ساختن نمونه‌ها	تاب فشاری ۲۸ روزه N/mm^2
خاک الک نشده بادوغاب آهک	۲/۸
خاک الک شده با دو غاب آهک	۴/۸
درهم‌کردن آهک شکفته و خاک و افزودن آب به‌آن	۳/۴

آهک مصرفی از *200-250* کیلوگرم در مترمکعب خاک محل نباید کمتر باشد زیرا شفته بدست آمده نامرغوب بوده و غیرمطمئن خواهد بود شفته حتماً باید خارج از پی ساختمان ساخته شده و کاملاً مخلوط گردد و سپس به محل پی ریخته شود زیرا چنانچه شفته در داخل پی ساخته شود در اثر تنگی جا مخلوط یکنواختی بدست نمی‌آید و باعث ناهماهنگی پی می‌شود.

عملی :

در عمل برای شفته‌ریزی خاک مورد نظر از معادن قرضه در تهیه شده و شفته را خارج از محدوده پی ساخته و به داخل آن ریخته‌اند نسبت معمول استفاده شده در پروژه نسبت آهک شکفته به خاک ۱ به ۵ می‌باشد.

قیاس :

ـ با توجه به مطالب ارائه شده در تئوری انتخاب نسبت ۱ به ۵ برای آهک و خاک منطقی و اقتصادی به نظر می‌رسد.

ـ استفاده از خاک مناسب با دانه‌بندی مناسب در اجرای شفته آهک مثبت ارزیابی می‌شود.

تعیین $A\times e$ شمع‌ها و حفر چاهها :

بعد از گذشت حداقل حدود 28 روز از زمان شفته‌ریزی نوبت می‌رسد به حفر چاهها نقشه‌بردار شرکت از دو نقطه مرجع شروع به مشخص کردن نقاط $A\times e$ چاهها می‌نماید بطوریکه فاصله و زاویه دقیق $A\times e$ هر چاه را از نقشه‌های معماری استخراج کرده و آنها را به کمک تئودولیت پیاده می‌کند نقطه مورد نظر را به کمک یک میلگرد کوتاه که در زمین فرو می‌نماید مشخص می‌کند آنگاه بسته به قطر چاه‌ها دایره‌ای با خطوط قرمز رنگ کشیده تا محل دقیق چاه مشخص گردد و از آن به بعد کار حفر چاهها توسط مقنی آغاز می‌شود.

عملی :

دستگاه نظارت برای تحویل گرفتن چاه از یک حلقه و ریسمان استفاده می‌کند بدین ترتیب کـه حلقـه‌ای به قطر چاه را به صورت عمودی وارد چاه کرده و آن را به کمک طنابی که به آن بسته است پایین می‌برد چرخش حلقه داخل چاه به خوبی نشان می‌دهد که آیا قطر چاه در ترازهای مختلف ارتفاعی تغییـر کـرده است یا خیر به همین ترتیب می‌توانند ارتفاع چاه و شاقولی بودن آن را بررسی نمایند.

عکس شماره۱ و ۲: حفر چاهها درمحل سایت

تئوری :

از آنجا که شمع‌ها یک عضو سازه‌ای هستند لذا در قالب‌بندی آنها و اجرای صحیح آنها بتن نیاز به تأمل داریم و این کار باید حساب شده و بدون کوچکترین اشتباهی انجام شود تا عواملی از نظر تغییر ابعاد که موجب ایجاد تنش‌های پسماند در عضو می‌گردد سازه را بیش از پیش بارگذاری نکنند لذا بایستی چاه بصورت افقی (نه مورب) و شاقولی حفر شود و در تمام ترازهای ارتفاعی سطح مقطع آن یکسان باشد.

قیاس :

ـ بدلیل استفاده از سیستم طناب ـ حلقه و همچنین متر کردن عمق آن تحویل چاهها مناسب ارزیابی می‌شود.

قرار دادن شمع :

شمع‌ها در محیط کارگاه ساخته شده و این کار توسط آرماتوربند انجام می‌شود بطوریکه تعدادی میلگرد پیرامون محیط یک دایره قرار گرفته و تنگ‌ها با فواصل یکسان در طول آرماتورها ادامه پیدا می‌کند البته تراکم تنگ‌ها در نقاطی که برش وارده بر شمع بحرانی‌تر است بیشتر است که قطر میلگرد و تنگ‌ها در شمعهای تیپ متفاوت است. جزئیات مربوط به رعایت نکات سازه‌ای از قبیل طول مهاری، طول خم‌ها، همپوشانی‌ها و... در مبحث طول مهاری میلگردها آورده شده است.

مسلماً قطر دهانه چاه از قطر آرماتورهای شمع کوچکتر است تا مجموعه آرماتورها داخل شمع شود. لازم است در انتهای چاه مقداری بتن ریخته شود تا آرماتورها مستقیماً روی خاک قرار نگیرد در عین حال آرماتور را مستقیماً روی کف چاه نمی‌رسد تا مقداری فاصله برای پر شدن توسط بتن وجود داشته باشد. آرماتورهای شمع نباید به دیواره‌ها بچسبند که برای این کار می‌توان لقمه‌هایی را از بتن ساخت و آنها را به آرماتورها متصل نود تا فاصله لازم بین آرماتورها و جداره شمع به اندازه کافی بوجود آید.

سطح دهانه شمع‌ها در یک تیپ شمع به عنوان مثال حدوداً $0.785m^2$ است که قطر آن حدود ۱ متر می‌باشد که این مقدار بزرگتر است سطح دهانه آرماتورهای شمع‌ها می‌باشد.

مقاومت بتن :

بتن یک ماده ساختنی توسط بشر است که پس از انجام فعل و انفعالات میان آب و سیمان‌های هیدرولیکی سخت شده و مقاومتی در حد سنگ پیدا می‌کند. اجزای تشکیل دهنده آن سیمان، آب و مصالح سنگی و گاهاً افزودنی‌های بتن می‌باشد. برای داشتن بتن مطلوب با کیفیت مناسب لازم است تا کیفیت سیمان، آب، مصالح سنگی مورد تأیید قرار گیرد. به عنوان مثال در مورد مصالح سنگی می‌توان

توجه به دانه‌بندی مصالح ارزش شنی ماسه بکار رفته در بتن را از اعـم موضـوعات مطـرح شـده در مـورد مصالح سنگی دانست.

گفتنی است که تنها مقاومت فشاری بتن مدنظر مهندسان و استفاده کنندگان بتن نیست و ۲ پـارامتر دیگـر یعنی کارائی و دوام بتن نیز مدنظر است و مجموعه پارامترها را باید با هم در نظر گرفت.

تئوری :

مهندسین محاسب جهت تعیین مقادیر مورد نیاز سیمان، آب و مصالح سنگی که نتیجتاً منجر به ساختن بتن مناسب با کارایی مناسب و نیز اقتصادی می گردد لازم است تا قبل از ساخت آن ابتدا بتن را طرح نمایند به عبارتی نسبتهای اختلاط آنها را تعیین کرد.

برای رسیدن به مقاومت $250kg$ لازم است تا مقدار آب و سیمان و مصالح سنگی به شرح زیر باشد:

$\frac{W}{C} = 0.74 \quad , \quad W = 205 \rightarrow C = 277$

وزن مخصوص تازه $= 2414$

مقادیر سنگ دانه $= 2414\text{-}205\text{-}277 = 1932$

درصد ریزدانه $= 50\% \rightarrow$ ماسه شسته $= 966$

درصد نخودی و $242 =$ درصد بادامی $= 724$

آب	$205kg$
سیمان تیپ II	$277kg$
نخودی	۲۴۲
بادامی	724
ماسه شسته	966

عملی :

در عمل بچینگ *Backing* مقادیر زیر را برای ساخت بتن فنداسیون با مقاومت *250* بکار می‌برد.

آب	*200*
سیمان تیپ *II*	*350*
نخودی	*150*
بادامی	*650*
ماسه شسته	*1000*

قیاس :

ـ استفاده بیشتر حدود *70* کیلوگرم در هر مترمکعب سیمان غیراقتصادی است ولی از آنجا که عوامل بسیاری همچون وجود ذرات رس، کیورینگ نامناسب بتن و... باعث کاهش مقاومت می‌شود استفاده از این مقدار سیمان منطقی به نظر می‌رسد.

اجرای بتن‌ریزی :

کلمه کارایی به سهولت در ریختن، قابلیت تراکم و سهولت در پرداخت بتن اطلاق می‌شود که به اجرای راحت کار بتن‌ریزی منجر می‌شود از این‌رو پیمانکاران و کارگران آموزش ندیده بسیار مصر به ا جرای بتنی با اسلامپ بالا (روان) هستند حال آنکه مهندسان محاسب سعی در ریختن بتن با اسلامپ پایین دارند.

تئوری :

هر چه نسبت $\frac{W}{C}$ در طرح اختلاط بتن و بطور کلی در ساختن بتن بالاتر در نظر گرفته شود به عبارتی مقدار آب بیشتر و سیمان کمتر در طراحی موجود باشد مقاومت نهایی بدست آمده طبق شکل ۴ ص ۲۰ کتاب طرح اختلاط بتن دکتر رمضانیان‌پور کمتر خواهد بود و برعکس که در اینجا این ضمیمه آورده شده است.

لذا برای رسیدن به مقاومت مورد نظر نبایستی به هیچ عنوان مقدار آب و سیمان در ساخت و اجرای بتن کوچکترین تغییری داشته باشد. اما این فقط یک خواب برای صنعت ساختمان ماست.

طبق مقررات موجود اسلامپ بتن در بتن ریزی با دمای 38 درجه باید ماکزیمم ۹ در نظر گرفته شود این در حالی است که مقررات داخل کارگاه اسلامپ بتن را در حدود $10\text{-}11cm$ مجاز می‌داند.

عملی :

در محل کارگران آموزش ندیده و بدون تخصص اعم از کسانی که بتن را پخش و تسطیح می‌کند، بتن را ویبره می‌کند، بتن را توسط پمپ شوت می‌کنند همه و همه سعی در اضافه کردن آب به مخلوط بتن دارند که این امر در افزایش کارایی و کاهش مقاومت بتن مؤثر است مستقیماً با چنین کاری بتن به مقاومت مورد نظر نرسیده و نتیجتاً سطح آن ترک می‌خورد. البته ترک‌ها ناشی از عوامل دیگری نیز بوجود می‌آیند که به آنها خواهیم پرداخت.

عکس شماره۳: وجود ترک در بتن بعد از بتن ریزی درمحل

قیاس :

ـ اسلامپ بتن در بعضی مواقع *14-15* سانتی متر بود که بلافاصله تراک برگشت داده می‌شد و این کار مثبت ارزیابی می‌شود این در حالی است که بتن‌ریزی در بعضی مواقع بدون حضور ناظر انجام می‌شده است.

ـ گاهاً مشاهده می‌شد که اپراتور پمپ جهت راحت‌تر پمپ شدن و گیر نکردن بتن در لوله‌ها به آن آب اضافه می‌کرد.

ـ مقدار آب اضافه شده به بتن در ایستگاه *Baching* شرکت گاهاً غیرقابل کنترل می‌شد این موضوع از این ناحیه بسیار حائز اهمیت است که درصد رطوبت مصالح سنگی مخصوصاً ماسه شسته تعیین نمی‌شود و مقدار آب موجود در مصالح از آب آزاد طرح اختلاط کم نمی‌گردید در نتیجه بتن ساخته شده یا اسلامپ بالایی داشت یا اسلامپ پایینی و به ندرت بتنی با اسلامپ مناسب ساخته می‌شد.

ـ ارتفاع چاهها حدوداً *6* متر بوده است که (ارتفاع برای چاهای مختلف در سایت‌های مختلف کارگاه متفاوت است) جهت بتن‌ریزی این چاهها بتن را از ارتفاع *6* متری رها ساخته که کاری بسیار نادرست

تلقی می‌شود. طبق آیین‌نامه‌ها ارتفاع سقوط بتن به منظور جلوگیری از جدا نشـدن دانـه‌هـا *1.2-0.9* متـر می‌باشد. بتن ریخته شده یقیناً به مقاومت لازم نمی‌رسد و دلیل آن چنین بیان مـی‌شـود. بـه هـم خـوردگی دانه‌بندی، جدا شدن ذرات ریز و درشت بتن از هم، از بین رفت چفت و بست مصالح سنگی بتن.

عکس شماره۴: استفاده از تراک میکسر و پمپ به منظور حمل وانتقال

موضوع : انتقال بتن

تئوری :

انتقال بتن طبق آیین‌نامه‌ها (مقررات ملی مبحث ۹) می‌بایست چنان صورت گیرد که از جدا شدن و یا از بین رفتن مصالح جلوگیری می‌شود. وسایل انتقال بتن باید امکان رساندن بتن به پای کار را طوری تأمین کنند که مواد تشکیل دهنده جدا نشوند و حالت خمیری بتن بین بتن‌ریزی‌های متوالی از دست نرود.

انتقال بتن به کمک وسایل زیر صورت می‌پذیرد:

چرخ دستی و دامپر ـ ناوه شیب‌دار ـ تلمبه (پمپ) بتن

در کارگاه فاز ۷ شرکت تعاونی مسکن فرهنگیان انتقال بتن توسط پمپ بتن صورت می‌گیرد که ضرورت استفاده از لوله‌هایی به قطر مناسب اجتناب‌ناپذیر است. در انتقال بتن بوسیله پمپ، حداکثر نسبت اندازه سنگدانه‌ها به کوچکترین قطر داخلی لوله انتقال بتن نباید از مقادیر زیر تجاوز کند.

الف ـ 0.33 برای سنگدانه تیز گوشه

ب ـ 0.4 برای سنگدانه کاملاً گرد گوشه

عملی :

حداکثر قطر اندازه سنگی $40mm$

کوچکترین قطر داخلی : $\frac{40mm}{150mm} = 0.26 \leq 0.33$

قیاس :

ـ قطر لوله مورد استفاده مناسب بوده و این مسئله مثبت ارزیابی می‌شود.

ـ جهت انتقال بتن با پمپ لازم بود تا ابتدا لوله‌ها لزجت کافی برای انتقال بتن را پیدا کنند از این‌رو برای این کار از سیمان و نفت (یا گازوئیل) و آب استفاده می‌شد که متأسفانه این مواد از داخل قالب خارج نمی‌شد و بتن را بر روی این مواد در قالب می‌ریختند که این امر منفی ارزیابی می‌شود.

موضوع : ویبره کردن بتن

تئوری :

ویبره کردن و ارتعاش بتن توسط دستگاه ویبراتور اساساً به منظور حذف هوای محبوس و نزدیک کردن ذرات جامد به یکدیگر استفاده می‌شود. انتخاب دستگاههای ویبراتور ارتباط مستقیم با روانی مخلوط دارد. ویبره کردن بتن به سه صورت امکان‌پذیر است. ویبراتورهای درونی، ویبراتورهای خارجی، میزهای لرزاننده.

در کارگاه ساختمان‌سازی از ویبراتورهای درونی استفاده می‌شد این روش از متداول‌ترین روشهای ویبراسیون بتن است. این دستگاه از یک سر مرتعش کننده که توسط یک میله انعطاف‌پذیر یک موتور اتصال‌دارد تشکیل شده است. سر خرطومی شکل یا شافت دستگاه وارد بتن شده و با ایجاد لرزش یکنواخت سبب تراکم آن می‌گردد.

فرکانس دستگاه ویبراتور می‌بایست بین $200\text{-}70\ HZ$ با شتابی بیش از $4g$ باشد و مطابق روانی بتن هر نیم تا یک متر ظرف پنج ثانیه تا ۲ دقیقه متراکم گردد سرعت بیرون کشیدن ویبراتور باید حدود $8\ \frac{cm}{scc^{8}}$ صورت گیرد و این کار به آرامی باید انجام شود بتن‌ریزی باید در لایه‌های حدود $30\text{-}50cm$ ریخته شود چنانچه ضخامت بیشتر از مقدار یاد شده باشد ممکن است هوای محبوس نتواند خارج شود.

عملی :

علی‌رغم تویه دستگاه نظارت مبنی بر ویبراسیون بتن طبق مقررات ملی ساختمان که مقدار آن را برای بتن با اسلامپ بین *130-80* به مدت *3-0* ثانیه در فواصل $25cm^2$ از هم در نظر گرفته است عمل ویبراسیون توسط کارگرانی غیرآموزش دیده انجام می‌شده است که ویبره کردن اصولاً در اطراف قالب انجام می‌شده است.

قیاس :

ـ بی‌توجهی نسبت به وارد کردن شافت ویبراتور بصورت قائم

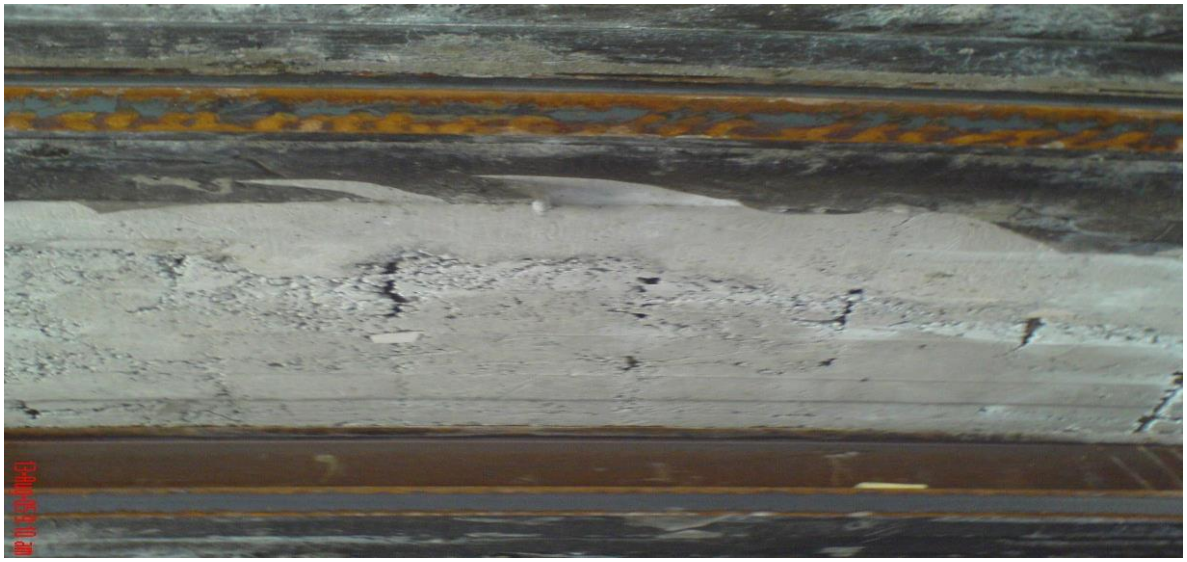
ـ افزایش زمان ویبره کردن بتن با توجه به اسلامپ بالا که موجب از بین رفتن دانه‌بندی مناسب بتن می‌شود.

ـ عدم دوخته شدن لایه‌های بتن‌ریزی شده به یکدیگر توسط ویبراتور

ـ کلاً بتن‌ریزی نامناسب ارزیابی می‌شود.

ـ عدم توجه به ارتفاع بتن‌ریزی گاهاً تا یک متر بتن ریخته می‌شد و سپس ویبره می‌گردید.

عکس شماره۵: عدم استفاده از ویبراتوردر بتن ریزی



عکس شماره۶: ویبراسیون نامناسب دال سقف

اجرای بتن مگر :

عملی :

بعد از بتن‌ریزی شمع‌ها نوبت می‌رسد به ریختن بتن مگر ضخامت بتن مگر بدلیل تراز نبودن سطح شفته‌ریزی متفاوت است اما در نقشه‌های اجرایی این ضخامت حدود $10cm$ در نظر گرفته می‌شود برای ریختن آن ابتدا بین دو منطقه ارتفاع مورد نظر را جدا کرده و سپس با بستن ریسمان کار ارتفاع مشخصی از بتن را بین دو ارتفاع پیاده می کنند.

تئوری :

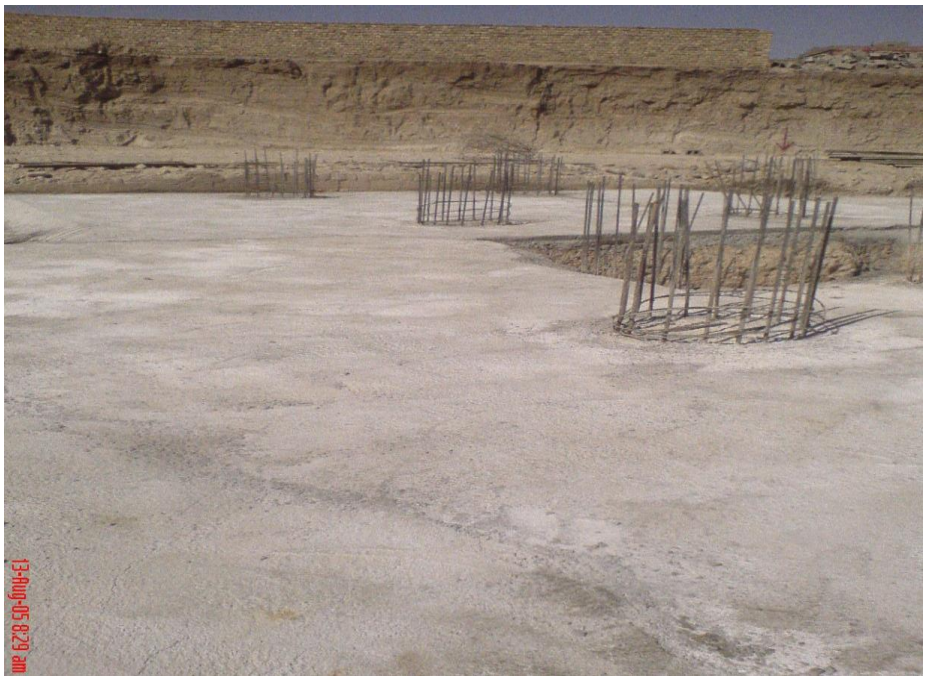
فلسفه استفاده از بتن مگر تراز کردن سطح شفته و جدا کردن سطح خاک با بتن اصلی می‌باشد و ارتفاع بتن مگر آخرین راه‌حل تراز کردن سطح زیر پی است از این‌رو لازم است تا ارتفاع آن توسط نقاط مختلف توسط دوربین ترازیاب $Nivo$ کنترل گردد.

قیاس :

ـ اجرای بتن مگر که بتنی کم سیمان و به عبارتی وصل کننده دو لایه خاکی و سازه پی به همدیگر است. در اجرا بتن مورد نظرتوسط بچینگ ساخته می شده است .

بتن مگر مقاومتی در حدود $100-150\frac{kg}{cm^2}$ داشته ولی در تئوری ابتدا باید میزان آب، نوع سیمان، میزان سیمان، نوع مصالح سنگی و... را مشخص کرد که این کار بدون توجه گاهاً انجام می‌شده است.

ـ گاهاً اختلاف ارتفاع‌هایی به اندازه $15cm$ در نقاط مختلف پی بعد از اجرای بتن مگر دیده می‌شده است که بایستی حتماً ترمیم گردد.



عکس شماره۷: اجرای بتن مگر

موضوع : پی

پی به قسمتی از سازه ساختمان گفته می‌شود که روی سطح فوقانی آن ستون یا دیوار قرار گرفته و سطح تحتانی آن مستقیماً روی زمین یا روی شمع تکیه دارد و بارها را از اسکلت به زمین منتقل می‌کند در پروژه کارآموزی اینجانب از پی‌هایی استفاده شد، که سطح تحتانی آن مستقیماً روی شمع قرار گرفته است که بنابه گفته مهندسان پروژه از شمع جهت جلوگیری از نشت سازه بطور کلی استفاده شده است تا جابجایی‌ها به کم‌ترین مقدار ممکن رسیده و در تمام نقاط با هم مساوی باشند چرا که طبق معادلات شیب افت تغیر مکان‌های نسبی و دوران ابتدا و انتهای عضو از مهمترین عوامل بوجود آورنده نیرو در سازه هستند.

$$M_{AB} = \frac{2EI}{L}\left(2\theta_A + \theta_B - \frac{3\Delta_{AB}}{L}\right) + \overline{M}_{AB}$$

پی‌ها معمولاً به دو دسته پی‌های سطحی و پی‌های عمقی تقسیم می‌شوند که تقسیم‌بندی و اجرای آنها براساس بارگذاری روی آن و همچنین تست مجاز خاک زیر آنان بدست می‌آید. پی‌های سطح طبق مقررات ملی ساختمان مبحث نهم به پی‌های منفرد، نواری، گسترده، و پی باسکولی تقسیم‌بندی می‌شوند. لازم به توضیح است که پی استفاده شده در پروژه فاز ۷ شرکت تعاونی سحاب فرهنگیان از پی گسترده به شکل مجموعه تیر ـ دال بوده است که البته به شکل مختلف دیگری همچون دال یا صندوقه‌ای نیز ممکن است مورد استفاده قرار بگیرد. شایان ذکر است که از پی‌های منفرد برای سازه‌های الحاقی استفاده شده است.

شمع‌ها از اجزای پی عمیق می‌باشند که بارهای سازه را به زمین منتقل می‌کنند شمع‌ها ممکن است بصورت منفرد یا گروه شمع باشند. شمع منفرد به شمعی اطلاق می‌شود که مستقیماً بار یک ستون را دریافت نموده و به زمین منتقل می‌کنند و گروه شمع‌ها به تعدادی شمع اطلاق می‌شود که بار خود را از یک یا چند ستون از طریق صفحه سرشمعی دریافت می‌کنند.

مساحت کف پی یا تعداد و ترتیب قرار گرفتن شمع‌ها باید براساس نیروهای نظیر بحرانی‌ترین ترکیب‌های بدون ضریب که از پی به خاک یا شمع‌ها منتقل می‌شوند و با توجه به تنش مجاز خاک یا شمع‌ها که براساس مطالعات مکانیک خاک بدست می‌آید تعیین شوند.

لازم به توضیح است که قبل از هر کار ساخت و ساز به علت عدم شناخت مهندسین محاسب و پیمانکار از خاک منطقه می‌بایست مطالعات مکانیک خاک انجام شود. این کار قبلاً در آغاز عملیات اجرایی پروژه انجام شده و نمونه‌گیری از اعماق مختلف زمین که معمولاً به کمک مقنی و حفر چاه در محل پروژه انجام می‌شود صورت گرفته است. بطوری که نمونه برداشته شده با ذکر عمق و محل خاک

تحویل مشاور مکانیک خاک می گردد البته به دلیل بالا یا پایین بودن سطح آب زیرزمینی ممکن است از چندین محل گمانه‌زنی نیز استفاده شود.

موضوع : حداقل ضخامت پی

تئوری :

طبق مقررات پی ساختمان مبحث ۹ حداقل ضخامت پی $250mm$ و ضخامت صفحه سرشمعی نباید کمتر از $400mm$ انتخاب شود.

عملی :

طبق نقشه و آنچه که اجرا شده است ارتفاع فنداسیون سازه‌ها $1m$ از روی بتن مگر تا زیر $Baseplat$ها و ارتفاع فنداسیون الحاقی $60cm$ می‌باشد.

قیاس :

ـ ارتفاع فنداسیون با توجه به نیروهای وارده از حداقل‌ها مسلماً بیشتر محاسبه شده است.

ـ سرشمعی نیز $1m$ می‌باشد که همان فنداسیون روی آن است.

موضوع آرماتورگذاری کلاف‌ها در پی‌های منفرد :

تئوری :

طبق مقررات ملی ساختمان مبحث ۹ ابعاد مقطع کلاف رابط باید متناسب با ابعاد پی و حداقل 300 میلی‌متر اختیار شود به گونه‌ای که سطح فوقانی آن با سطح فنداسیون یکسان باشد تعداد میلگردهای طولی کلاف باید حداقل 4 عدد آرماتور با قطر $14mm$ در نظر گرفته شود و قطر میلگردهای عرضی نیز $8mm$ و حداکثر فاصله آنها از هم $250mm$ باید باشد.

عملی :

در عمل برای کلاف‌های رابط بین پی‌های منفرد در سازه‌های الحاقی حداقل ابعاد 40×40 در نظر گرفته شده و تعداد $4\phi18$ در هر کلاف موجود است خاموت‌های برش $\phi8$ در فواصل $20cm$ از هم بسته می‌شوند.

ـ کلیه نکات مربوط به آیین‌نامه توسط دستگاه نظارت کنترل شده و موردی ندارد.

ـ آرماتوربندی کلاف‌ها مثبت ارزیابی می‌شود.

موضوع : حداقل و حداکثر درصد آرماتورهای طولی شمع‌های درجا با قطر بیش از 800 میلی‌متر

تئوری :

طبق مقررات ملی ساختمان مبحث ۹ درصد آرماتورهای طولی شمع باید بین نیم تا سه درصد لحاظ شود.

$$\frac{21\times1.8}{120}=0.3>0.5 \quad , \quad \frac{16\times16}{100}=0.26>0.5$$

عملی :

در عمل آرماتورهای مورد استفاده قرار گرفته در شمع با قطر 1.2 متر به صورت $21\phi18$ و در شمع‌های با قطر ۱ متر و $16\phi16$ محاسبه شده است.

قیاس :

ـ حداقل مقدار آرماتورهای طولی در شمع‌هایی به قطر $1m$ و $1.2m$ رعایت نشده است.

موضوع : نصب آرماتورهای فونداسیون

تئوری :

بعد از اجرای بتن مگر و بدست آمدن سطحی تراز نوبت می‌رسد به آرماتوربندی فنداسیون‌ها. همانطور که قبلاً نیز گفته شد فنداسیون‌ها به دو صورت زیر اجرا شده است:

۱- فنداسیون سازه‌های الحاقی که بصورت پی منفرد بوده است و یک سری کلاف‌ها این پی‌ها را به هم متصل می‌کرده است. ارتفاع فنداسیون‌ها در سازه‌های الحاقی $60cm$ طبق نقشه در نظر گرفته می‌شده است میلگردهای طولی در کلاف‌ها $4\phi 18$ و خاموت‌های $\phi 8$ در فواصل $20cm$ نیز اجرا می‌شده است.

۲- فنداسیون مربوط به خود سازه که به صورت تیر دال اجرا شده است. به طبع به دلیل وجود تیرهای متفاوت در این فنداسیون تعداد و شماره آرماتورها در بالا و پایین مقطع تیر متفاوت از تیرهای دیگر بوده است. به عنوان مثال در یک تیر خاص تعداد 8 آرماتور $\phi 32$ در بالای مقطع و 4 آرماتور $\phi 32$ در پایین مقطع مورد استفاده بوده است. آرماتورهای موجود در دال نیز $\phi 28$ به فاصله حدوداً $20cm$ از هم قرار دارند.

عملی :

در عمل کلیه آرماتورها از نظر تعداد و شماره آرماتور توسط دستگاه نظارت کنترل می‌شود این کار با پیشرفت کار انجام میشد

عکس شماره۸: ارماتور گذاری فنداسیون

قیاس :

ـ آرماتورها دقیقاً مطابق نقشه اجرا شده بود و از نظر تعداد و شماره آرماتورها ایرادی مشاهده نشده بود.

ـ برای حفظ *cover* بتن از پایین، لقمه‌هایی در زیر آرماتورهای پایینی قرار داده شده بود.

ـ در عمل برای نگه داشتن آرماتورهای بالایی از خرک استفاده می‌شده است این در حالتی است که هنوز بتن فنداسیون ریخته نشده است.

ـ مجموعه آرماتوربندی فنداسیون مثبت ارزیابی می‌شود.

موضوع : وصله و مهار آرماتورها

تئوری :

طراحی آرماتورهای پی و دال و بطورکلی فنداسیون بسیار مهم اما از آن مهمتر رعایت همپوشانی وصله‌ها و مهار آرماتورهاست بطوریکه اگر ا ین امر در آرماتوربندی فنداسیون به خوبی انجام نشود کلیه زحمات طراح در طراحی پی و دال فنداسیون به هدر خواهد رفت این در حالی است که در چنین شرایطی سازه اصلاً قابل اطمینان نیست و باید یا تخریب شود یا بطور مشخص بارگذاری و استفاده گردد. آرماتورهای موجود در بازار ۱۲ متری هستند لذا در بسیاری از نقاط مجبور هستیم تا آرماتورها را وصله کنیم این وصله به چهار طریق طبق مقررات ملی مبحث ۹ امکان‌پذیر است.

۱- وصله جوشی ۲- وصله مکانیکی ۳- وصله اتکایی ۴- وصله پوششی

لازم به تذکر که وصله‌های پوششی برای میلگردهایی با قطر کمتر از 36 میلی‌متر مجاز است. میلگردهای پوششی باید روی همدیگر قرار گیرند. یا می‌توانند به اندازه ۱/۵ طول پوشش یا حداکثر $150mm$ از همدیگر قرار گیرند طول وصله بایستی $1.3Ld$ با فرض $K_3 = 1$ باشد.

Ld: طول گیرایی در کشش

Ldb: طول گیرایی مبنا در کشش

db: قطر آرماتورها

Fb: مقاومت پیوستگی بتن

Fy: تنش تسلیم میلگرد

$$L_{db} = \frac{db.Fy}{4Fb} \geq 300$$

$$Fb = \min\begin{cases} 0.65\sqrt{FC} = Fbm \\ \lambda_1 \lambda_2\ Fbd \end{cases}$$

$F_{bd} = \left(\frac{25}{db}\right)^{2/3} \times Fbm$ برای میلگردهای آجدار با قطر بیش از۲۵

$L_d = K_1K_2K_3L_{db}$ مقدار محافظ کارانه $K_1K_2K_3 = 1.56$

طول وصله در کشش $= 1.3\ Ld$

با توجه به فرمول‌های بالا مقدار محاسباتی طول وصله کششی برای آرماتورهای $\phi 28$ به اندازه ۱۴۰ سانتی متر است.

طول خم‌ها :

کلیه خم‌ها به صورت ۹۰ درجه انجام شده است و طبق آیین‌نامه‌ها $12db$ می‌باشد.

$L = 38.4 \ (\phi 32)$

$L = 33.6 \ (\phi 28)$

$L = 19.2 \ (\phi = 16)$

عملی :

در محل طول وصله کششی و طول خم در آرماتورهای 32 و 28 به شرح زیر است:

$\phi 28 \begin{cases} L = 135 \\ L = 46 \end{cases}$ طول مهار قلاب

$\phi 16$: مهار قلاب $L = 25$

$\phi 32$: مهار قلاب $L = 35cm$

عکس شماره۹:قلاب انتهای ارماتورها (طول خم)

قیاس :

_ طول مهار ارماتور ۲۸کمتر از مقدار محافظ کارانه است.

ـ طول مهار قلاب‌ها در آرماتورهای $\phi 32$ با اشکال همراه است زیرا که طول وصله به اندازه کافی رعایت نشده است ولی در آرماتورهای $\phi 28$ مناسب است.

ـ طول مهار قلاب‌ها در آرماتورهای $\phi 16$ مناسب است.

ـ $Cover$ زیر بتن $5cm$ بوده است که با قرار دادن سنگ در زیر آرماتورها تعیین می‌شده است گاهاً به علت رفت و آمد این کاور از بین می‌رود.

ـ برای خم کردن و بریدن آرماتورها از دستگاه خم‌کن برقی و قیچی برقی استفاده می‌شده است.

موضوع : نصب بولت‌ها و ***Base Plate***ها

عملی :

بعد از اتمام آرماتوربندی و کنترل نمره و شماره آرماتورها و نیز کنترل وصله و مهار میلگردها نوبت به نصب بولت‌ها و *Base Plate*ها می‌رسد. نصب *Base Plate* از دو نظر حائز اهمیت است اول تراز بودن سطح *Base Plate* دوم محل قرارگیری آن که باید مرکز آن دقیقاً بر *Axe* ستون گذرنده از آن منطبق باشد. برای این کار آرماتوربند از ریسمان کار استفاده می‌کند بطوری که با ریسمان کششی در دو جهت جای دقیق صفحه را پیدا می‌کند با قرار دادن یک میلگرد در زیر صفحه یا قرار دادن تکه‌ای از چوب که سطحی صاف دارد و ضخامت آن به نسبت زیاد است صفحه را قرار داده و شروع به بستن بولت‌ها می نماید به طوریکه بولت‌ها را از داخل آرماتورهای پی عبور داده و آنها را به آرماتورهای پی و کلاف‌ها به کمک مفتولی به قطر *1.5mm* می‌بندد لازم به تذکر است که کلیه بولت‌ها باید به اندازه *10cm* رزوه شده باشند مهره را بست و صفحه را کاملاً محکم می‌کنند. و روی رزوه‌ها را با پلاستیک پوشانیده تا در هنگام باز کردن مهره‌ها با مشکل مواجه نشویم. سپس به کمک *Nivo* ارتفاع تمامی *Base Plate*ها را چک می‌کنیم تا در یک تراز ارتفاعی قرار داشته باشد که این کار نقشه بردار شرکت بوده است.

در مورد فنداسیون خود سازه و بعد از بستن بولت‌ها و نصب *Base Plate*ها و به منظور جلوگیری از حرکت *Base Plate* (افقی و عمودی) از دو نبشی در دو طرف صفحه استفاده می‌شود لازم به توضیح است که نحوه تراز کردن و قرار دادن صفحه مطابق با آنچه که در بالا گفته شد انجام می‌شود.

تئوری :

چنانچه پی ریخته شده جهت ستون بتنی باشد میلگردهایی عمودی که قسمتی از آن خارج از پی قرار گرفته باشد در بتن پی قرار می‌دهد و آرماتورهای ستون را با آن می‌بندند ولی چنانچه پی ریخته شده جهت ستون فلزی باشد برای آنکه فشار وارده از ستون در سطح پی تقسیم شود زیر ستون روی پی صفحه‌ای فلزی که ابعاد آن (طول و عرض و ضخامت) با محاسبه تعیین می‌شود قرار می‌دهند چون ممکن است به ستون بارهای عمودی نیروهای جانبی نیز وارد شود صفحه زیر ستون را به وسیله میلگردهایی در بتن محکم می‌کنند که این کار به دو روش انجام می‌شود.

الف ـ ۴ میلگرد با نمره ۲۰ به بالا به صورت چنگک یا گونیا خم کرده و سر دیگر آن پیچ و مهره کرده‌اند در بتن قرار می‌دهند و در صفحه زیر ستون چهار عدد سوراخ درست مقابل این چهار میلگرد ایجاد می‌نمایند و میلگردها را از داخل سوراخ صفحه رد نموده با مهره محکم می‌نمایند این طریق مطمئن‌تر بوده ولی اجرای آن مشکل‌تر می‌باشد با این میلگردها بولت می‌گویند البته قطر میلگردها و طول آنان از طریق محاسبه بدست می‌آید.

ب ـ طریقه دوم آنست که قبلاً میلگردی را با نمره تعیین شده به زیر صفحه جوش داده و آنرا در موقع بتن‌ریزی داخل پی قرار می‌دهند در این طریقه چون بتن بعد از خشک شدن قدری تقلیل حجم پیدا می‌کند اغلب زیر صفحه خالی می‌شود برای جلوگیری از این موضوع بهتر است در موقع کار گذاشتن صفحه سوراخی در وسط آن (در محل برخورد اقطار) ایجاد نموده و آنقدر صفحه را می‌کوبند تا بتن از این سوراخ بیرون بزند البته باز هم زیر صفحه خالی می‌شود ولی به مراتب کمتر از حالت قبل زیر صفحه خالی می‌ماند در طریقه اوله پس از خشک شدن بتن می‌توانیم مهره‌ها را باز کرده و صفحه را خارج نمائیم و زیر آن را یک قشر نازک ریخته و دوباره صفحه را در محل خود نصب نمائیم. باید توجه داشت

که اگر قبل از سخت شدن کامل اقدام به باز نمودن مهره‌های روی بولت نمائیم با توجه به اینکه در موقع بتن‌ریزی آن قسمت از میلگرد بولت که در خارج بتن قرار دارد آغشته به بتن می‌گردد ممکن است در اثر فشار وارده برای باز کردن مهره و همچنین به علت تازه بودن بتن پی ساخته شده به کلی متلاشی گردد به همین علت باز کردن مهره نباید زودتر از یک هفته انجام پذیرد. اما توضیحاتی در مورد $B.P$ را به بخشهای بعد ارجاع می‌دهیم و فقط در اینجا راجع به میلگردهای ریشه و تراز بودن $B.P$ در موقع نصب صحبت به میان می‌آوریم. طراحی و اساس میلگردهای ریشه براساس نسبت باربری پی به نسبت باربری ستون است / چنانچه ظرفیت باربری پی کمتر از ستون باشد از میلگرد ریشه استفاده می‌نمائیم که مقدارش از تفاضل ظرفیت باربری ستون منهای ظرفیت باربری پی بدست می‌آید اما آئین‌نامه فولاد ایران مقدار حداقل ۴ آرماتور را برای بولت‌ها در نظر می‌گیرد و چنانچه سازه مدنظر بتنی باشد تعداد آرماتورهای ریشه را برابر تعداد آرماتورهای ستون‌های طبقه همکف طبق آئین‌نامه آبا در نظر می‌گیرد و همچنین حداقل ان را ۴ آرماتور نمره ۲۰... به بالا معرفی نماید همچنین طول آرماتور ریشه در پی و ستون براساس طول مهاری که اساس آن نمره آرماتور، مقاومت کششی فولاد و مقاومت فشاری بتن است تعیین می‌گردد.

قیاس :

ـ طول مهاری آرماتورهای ریشه در اجرا براساس تجربه به همراه خم ۹۰ درجه در جهت اطمینان بیشتر محاسبه و در نظر گرفته می‌شود.

ـ حالت اول نصب $B.P$ها در اجراها به خاطر حسن بالا و همچنین اطمینان بیشتر رایج است و به نـدرت و نادر افرادی از حالت دوم استقبال می‌کنند آن هم به دلیل اینکه بولت‌ها اکثر نمره بین 30-20 دارند و در برابر جوش ضعیف عمل می‌کنند.

عکس شماره۱۰:نصب کف ستون ها

قالب‌بندی بتن‌ریزی فنداسیون :

مطابق آنچه که قبل ارائه شده است انجام می‌پـذیرد. کـه در اینجـا از آوردن مطالـب تکـراری جلـوگیری شود. تنها تذکر این نکته مهم است که برای قالب‌بندی از قالب‌های فلـزی کـه آنهـا را بـا روغـن سـوخته چرب کرده‌اند استفاده می‌شود.

عکس شماره۱۱:قالب بندی فنداسیون

موضوع : گروت‌ریزی

عملی :

بعد از اینکه بتن خود را گرفت جهت پیاده کردن اسکلت سازه بایستی مقدماتی را فراهم کرد همانطور که می‌دانیم صفحات کف ستون خواه ناخواه در هنگام نصب و یا در هنگام بتن‌ریزی از تراز بودن مناسبی نسبت به هم برخوردار نیستند و این خود یک مشکل برای ساختمان و اسکلت آن محسوب می‌شود برای رفع این مشکل مهره بولت‌ها را باز کرده و صفحات کف ستون را بیرون می‌آوریم و یک لایه نازک بتن به جهت تراز کردن صفحات نسبت به همدیگر می‌ریزیم که به این کار گروت‌ریزی گفته می‌شود بعد از آنکه بتن خود را گرفت صفحات را در محل خود قرار داده و مهره را تا حد امکان با استفاده از اهرم سفت می‌نمایند تا صفحه لق نزند بعد با استفاده از جوش قوس الکتریک بولت‌ها را به مهره‌ها جوش

می دهیم تا صفحه تکان نخورد حال کارآیی تمام شده و آماده تحویل به جوشکار جهت انجام امور جوشکاری و پیاده کردن اسکلت است.

تئوری :

باز کردن صفحات $B.P$ و تراز کردن آنان زودتر از یک هفته موجب آسیب رساندن جدی به بتن می گردد چرا که به علت حجم بتن‌ریزی زیاد فقط لایه‌های بالا کمی حالت به خود گرفتگی را دارند. تراز کردن $B.P$ها از اهمیت بالایی برخوردار است چرا که عدم تراز آنان باعث بوجود آمدن نیروهایی در سازه می‌شود که موجب تولید ممان شده که منجر به تخریب می گردد.

قیاس :

ـ در مورد زمان باز کردن صفحات پس از گذشت زمان مناسب بتن خود را به خوبی تا حد امکان گرفته و باز کردن هیچ ضرری ندارد.

اطلاعات کلی در مورد اسکلت فلزی ساختمان‌ها

سیستم سازه‌ای این پروژه بصورت اسکلت فلزی با اتصالات لولایی و قاب‌های محاسبه شده به صورت مفصلی در هر دو جهت می‌باشند برای مقابله با زلزله از بادبندهای X شکل و نیز بادبندهای واگرا (EBF) استفاده شده است. همانطور که در قبل گفته شد پی‌های خود سازه به صورت فنداسیون مت و تیر ـ دال اجرا شده است و پی سازه‌های الحاقی بصورت منفرد همراه با کلاف می‌باشد. سقف اجرا شده نیز سقف کامپوزیت می‌باشد که سقفی کاملاً صلب است.

جهت کنترل جوش‌ها از آزمایشات غیرمخرب جوش استفاده شده است که تست‌های PT و MT و UT در این پروژه انجام می‌شود که بعداً به توضیح مفصل این قسمتها خواهیم پرداخت.حال به بررسی تک تک اعضای باربر می پردازیم.

موضوع : تیرهای مختلط

تئوری :

تیر مختلط به تیری گفته می‌شود که دال بتنی مسلح بـه آن، طـوری بـه تیـر یکپارچـه شـده اسـت کـه تیـر فولادی و دال در مقابل خمش با هم عمل می‌کنند. تیرهای مختلط با دهانه‌های ساده و یکسره با برشگیرها و یا تیرهای محاط در بتن که با و بدون اسـتفاده از پایـه‌هـای سـقف اجـرا مـی‌شـوند. طبـق مقـررات ملـی ساختمان مبحث ۱۰ دو نوع اعضای مختلط به رسمیت شناخته می‌شود.

۱- اعضای کاملاً محاط در بتن که عملکرد یکپارچه آنها بستگی به چسـبندگی طبیعـی بـین بـتن و فـولاد دارد.

۲- اعضایی که عملکرد یکپارچه آنها توسط برشگیرها تأمین می‌شود و عضو فولادی لزوماً در داخل بـتن محاط نیست.

طبق مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۰ تیرهای فولادی محاط در بـتن بایـد طـوری طراحـی شـوند کـه بـه تنهایی تمام بارهای مرده قبل از سخت شدن بتن و به صورت مختلط تمام بارهای مرده و زنده‌ای کـه بعـد از گرفتن بتن وارد می‌شود بدون اینکه تنشهای محاسبه شده از $0.66Fy$ تجاوز کند تحمل نمایند.

در اینجا به منظور بررسی حداقل تیر تحت اثر بارهای زنده و مرده آن را محاسبه می‌کنیم ولی بایـد توجـه داشت که محاسبه فوق به هیچ عنوان طراحی تیر مختلط نمی‌باشد و در صورت محاسبه تیـر مخـتلط یقینـاً نمره تیر کمتر می‌باشد.

$$\begin{matrix} q_D = 340 \\ q_L = 200 \end{matrix} \rightarrow M_{\max} = 168750$$

تیر نورد شده کارخانه‌ای بوده در نتیجه فشرده است و شرط مهار جانبی را نیز داراست.

$$F_b = 0.66Fy$$

$$F_b = \frac{M}{S} \le 0.66Fy \rightarrow \frac{168750}{1440} = 117 < S$$

$$\rightarrow IPE180$$

طبق محاسبه فوق نمره $IPE180$ جوابگو خواهد بود.

عملی :

تیر بکار برده شده در سقف‌ها برای دهانه‌های مختلف متفاوت بوده است و برای دهانه‌های 5 متری $IPE180$ مورد استفاده قرار گرفته است فاصله تیرها در سقف از یکدیگر $1m$ در نظر گرفته شده است.

قیاس :

ـ با محاسبه بار زنده و مرده تیر و محاسبه تیر معمولی با شرط مهار جانبی و فشردگی $IPE180$ جوابگو خواهد بود که در عمل نیز همین تیر مورد استفاده قرار گرفته است این در حالی است که دال بتنی نیز قسمتی از این بار را تحمل خواهد کرد و یقیناً نمره واقعی تیر ضعیف‌تر از $IPE180$ بدست خواهد آمد.

موضوع : ضخامت دال بتنی در تیرهای مختلط

تئوری :

طبق مقررات ملی ساختمان مبحث دهم حداقل ضخامت دال بتنی در تیرهای مختلط $8cm$ می‌باشد.

عملی :

در عمل ضخامت دال بتنی $7cm$ محاسبه و اجرا شده است.

قیاس :

ـ ضخامت $7cm$ کمتر از مقدار حداقل آیین‌نامه است شاید در ویرایش‌های قبلی آیین‌نامه حداقل مجاز $7cm$ بوده است.

موضوع : وصله تیرها (اعضای خمشی)

تئوری :

وصله اعضای خمشی تا حد امکان باید از محل نیروهای حداکثر (مثل وسط دهانه یا تکیه‌گاه) دور باشد و در منطقه‌ای با نیروهای داخلی کوچک قرار گیرد. این وصله باید برای بزرگترین نیروهای داخلی زیر محاسبه گردد.

۱- نیروی داخلی حاصل از تحلیل سازه تحت ترکیب بار بحرانی

۲- متوسط نیروهای داخلی و ظرفیت خمشی مجاز مقطع کوچکتر

۳- ۷۵ درصد ظرفیت مجاز خمش مقطع کوچکتر عضو و برش نظیر آن

وصله بال اعضای خمشی :

وصله بال تیرهای نورد شده و تیر ورق‌ها باید تا حد امکان از محل تنش خمشی حداکثر دور باشد اگر از ورق پوششی برای وصله استفاده شود سطح مقطع آن باید حداقل ۵ درصد از سطح مقطع بال وصله شونده بیشتر و مرکز ثقل آن تا حد امکان به مرکز ثقل بال نزدیک باشد.

وصله در جان اعضای خمشی :

وصله در جان تیرها و تیر ورقها باید برای نیروی برشی و سهم لنگر خمشی مربوط به جان و محل درز اتصال محاسبه شود. اگر از ورقهای وصله جان استفاده می‌شود حتی‌المقدور باید این ورقها به صورت

قرینه و با ضخامت مساوی در دو طرف جان قرار گرفته و ارتفاع این ورقها از سه چهارم ارتفاع جان عضو خمشی کمتر نباشد.

کلیه ضوابط بالا در ضمیمه‌ای از کتاب اتصالات در ساختمانهای فولادی آورده شده است.

جدول ۱۰۱۱ ـ مشخصات وصلهٔ تیرها برای نیمرخ IPE

نیمرخ	ورق نوقانی				ورق تحتانی				ورق جان			
	ضخامت t_1(mm)	پهنا b_1(mm)	طول l_1(mm)	اندازهٔ جوش D_1(mm)	ضخامت t_2(mm)	پهنا b_2(mm)	طول l_2(mm)	اندازهٔ جوش D_2(mm)	ضخامت a_1(mm)	پهنا h_1(mm)	طول l_1(mm)	اندازهٔ جوش D_1(mm)
IPE 100	10	35	100	6	16	10	70	5	8	55	100	6
IPE 120	10	45	120	6	14	15	85	5	8	75	100	6
IPE 140	12	55	140	7	14	20	100	5	8	95	140	5
IPE 160	12	65	160	7	14	25	115	6	8	110	180	5
IPE 180	12	70	180	7	14	30	130	6	8	125	220	5
IPE 200	12	80	200	8	14	35	140	6	8	140	260	5
IPE 220	14	90	220	8	14	40	155	7	8	160	260	6
IPE 240	14	100	240	9	14	45	170	7	8	170	300	6
IPE 270	14	115	270	9	14	50	190	7	10	200	360	6
IPE 300	14	130	300	9	14	55	210	8	10	230	420	6

عملی :

در عمل برای صرفه‌جویی و دور ریز کمتر مصالح در کارگاه لازم است تا قطعات تیر را به هم وصله نمود و آن را به جای یک تیر در سازه بکار برد اصولاً ابعاد و اندازه وصله‌ها و نیز بعد جوش‌های مورد نیاز برای هر پروفیل متفاوت است در عمل برای پروفیل نمره $IPE\ 180$ مقادیر زیر به عنوان وصله بکار رفته است.

ورق فوقانی

ضخامت = $1cm$

پهنا = $7cm$

طول = $20cm$

ورق تحتانی

ضخامت = $1cm$

پهنا = $7cm$

طول = $20cm$

ورق داخل جان

ضخامت = $1cm$

پهنا = $12cm$

طول = $20cm$

عکس شماره*12*:نمونه وصله ی بکار رفته در تیر

قیاس :

ـ طول و پهنا برای ورق فوقانی مناسب ولی ضخامت نامناسب است.

ـ طول و پهنا برای ورق تحتانی غیراقتصادی و ضخامت نامناسب است.

ـ طول و پهنا در مورد ورق داخل جان نامناسب ولی ضخامت مناسب است.

موضوع : اجرای تیر و تیرریزی

بطور کلی تیرها بصورت تیرچه، تیر اصلی و تیر فرعی در ساختمان‌ها بکار می‌روند وظیفه تیرها در سازه انتقال باز ناشی از سقف سازه به ستون می‌باشد که مجموعه تیرچه‌ها، تیرهای اصلی و فرعی این کار را به عهده دارند.

عملی :

در عمل برای تیرریزی سازه از جرثقیل استفاده می‌شود بطوریکه تیر را به کمک زنجیر بسته سپس دو کارگر در دو طرف ستون‌های مورد نظر ایستاده و دو سر تیر را گرفته آن را بر روی نشیمن تیر قرار می‌دهد و در همان لحظه از یک طرف تیر را به کمک جوش محکم می‌کنند. سپس یک کارگر روی تیر رفته و زنجیر جرثقیل را آزاد می‌نماید لازم به تذکر است که این کار بسیار خطرناک بوده و باید با نهایت دقت و رعایت نکات ایمنی انجام شود و تا اطمینان کامل از اتصال تیر کابل جرثقیل آزاد نشود. در عمل برای سهولت کار $2\text{-}3cm$ تحت عنوان بادخور طول تیر را از دو طرف کوتاهتر می‌گیرند.

تئوری :

از آنجا که همواره اسکلت ساختمان به هنگام تیرریزی در معرض تابش نور خورشید قرار دارد و دمای هوا نسبتاً در مناطق گرم و خشک مثل کرمان بالا است، در قطعات فولادی با انبساط و انقباض حرارتی همراه است در صورتی که طول تیر دقیقاً مطابق دهانه یا به عبارتی فاصله میان به دو ستون ساخته شود اولاً به سختی قابل اجراست دوماً در اثر انبساط حرارتی تیر گرم شده افزایش طول داده ممکن است کمانش کند و حتی گاهاً مشاهده شده که تیر به فاصله چند متری پرتاب شده است لذا به صورت کارگاهی پیشنهاد می‌شود که فاصله‌ای حدود $2\text{-}3$ از هر طرف تیر، تیر کوچکتر ساخته شود.

قیاس :

ـ تیرها همگی فاصله بادخور به اندازه کافی برای آنها در نظر گرفته شده است.

ـ در بعضی موارد خاص این فاصله بیش از حد یاد شده در بحث تئوری است. با توجه بـه اینکـه نیروهـای داخلی در محل اتصال به نشیمن حداکثر هستند لذا نبود سطح مقطع کافی باعث افزایش تنش‌هـای برشـی در نبشی اتصال به جان شده و ممکن است باعث خرابی گردد.

عکس شماره ۱۳ و۱۴ :عدم رعایت بادخور مناسب

عکس شماره۱۵:تیر معیوب در سقف

موضوع : ستون

به عناصری از سازه که تحت اثر نیروهای فشاری هستند ستون گفته می‌شود ستونها از مهم‌ترین اجزا سازه محسوب می‌گردد که بار سقف‌ها را به زمین منتقل می‌کنند بسته به تعداد طبقات و باری که به سازه وارد می‌شود ستون‌ها ابعاد متفاوتی خواهند داشت. که عموماً از مقاطع BOX و IPE دوبل ساخته می‌شوند. در قسمت زیر سعی می‌شود تا یکی از ستونهای سازه تحت اثر بارهای ثقلی طرح و محاسبه گردد.

ستون‌ها عموماً از دو جهت ممکن است آسیب ببینند:

۱- تسلیم ۲- کمانش که خطر کمانش بیش از پیش نظر طراحان را به خود مشغول می‌کند چرا که پدیده کمانش همزمان باعث تسلیم زودرس ستون‌ها می‌گردد.

طرح زیر به منظور بررسی حداقل‌ها در طراحی ستون مذکور می‌باشد و به معنی طرح دقیق ستون نیست.

طبق مقررات ملی ساختمان مبحث دهم مقدار K برای ستون‌هایی بدون حرکت جانبی $0.5 < K < 1$ می‌باشد که در طراحی $K = 1$ لحاظ می‌گردد.

مقطع ستون بصورت BOX و با ورق به ضخامت $0.8cm$ در نظر گرفته می‌شود.

$$\left.\begin{array}{l} q_D = 340 \ \ DN/m^2 \\ q_L = 150 \ \ DN/m^2 \end{array}\right\} \rightarrow q = 490 \ DN/m^2$$

$P =$ سطح بارگیر × شدت بار گسترده سطحی

$$P = 490 \times 7.15 = 3503.5kg \ \text{یا} \ DN$$

$$\lambda = \frac{KL}{r} = \frac{1 \times 324}{11.76} = 27 \rightarrow Fa = 1348$$

$$r = \sqrt{\frac{I}{A}} = \sqrt{\frac{(30)^4 - (28.4)^4}{12}} = 11.76$$

عملی :

تعداد بسیار زیادی ستون در پروژه ساخته شده و مورد استفاده قرار گرفته است ستونها عموماً از مقاطع BOX ساخته شده است. ستون انتخابی از مقطع BOX بوده و بدون حرکت جانبی است ابعاد آن به شرح زیر است.

$$۲PL\ \ 350\times8$$

$$2PL\ \ 300\times8$$

سطح بارگیر این ستون $7.15m^2$ می‌باشد.

این ستون در گوشه بام ساختمان واقع شده است.

قیاس :

ـ آنچه که از شواهد و قرائن پیداست ستون بسیار غیراقتصادی طرح شده است سخن مهندسان پروژه نیز گواه بر این ادعاست که طراحی سازه $over\text{-}design$ بوده و بسیار غیراقتصادی است.البته این بررسی چندان دقیق نیست.

موضوع : کنترل بست‌ها در ستون دوبل با بست موازی

تئوری :

وظیفه بستها چه افقی و چه مایل انتقال نیروهای برشی بین پروفیل‌هاست عموماً دو نوع نیروی برشی می‌تواند در کل ستون بوجود آید یکی برش ناشی از ممانهای انتهایی و نیروهای جانبی و دیگری برش ناشی از انحنای حاصل از کمانش

در طراحی بست‌ها باید موارد زیر به خوبی رعایت شوند.

۱- تنش نرمال فشاری در هر کدام از پروفیل‌ها از $0.6Fy$ بیشتر نشود.

۲- تنش نرمال حامل از خمش در بست‌های موازی از $0.6Fy$ بیشتر نشود.

۳- تنش برشی در بست‌های موازی از $0.6Fy$ بیشتر نشود.

و اما ضوابط و نکات آیین‌نامه‌ای در طرح بست ستون‌های دوبل :

ℓ_0 = فاصله بست‌ها مرکز تا مرکز

$\ell_0 > 2.5b$

a = فاصله جان تا جان دو پروفیل $\qquad a \le 20\ r_0$

a_1 = طول بست

b = عرض بست

$$b \ge \frac{a_1}{a_2}$$

r_0 = شعاع ژیراسیون حداقل تک پروفیل $\qquad t \ge \frac{a_1}{50}$

t = ضخامت بست

عملی :

در عمل بسیاری از ستون‌ها با استفاده از $2IPE$ اجرا شده است که دارای بست موازی نیز می‌باشند مشخصات نمونه انتخابی به شرح زیر است.

$2IPE270 \quad , \quad a = 24 \quad , \quad b = 15 \quad , \quad t = 1 \quad , \quad a_1 = 30$

$\ell_0 = 30 \quad , \quad r_0 = 3.02$

قیاس :

ـ $30 > 2.5 \times 15$ در نتیجه شرط $\ell_0 > 2.5b$ برقرار نیست به عبارتی عرض مورد نظر جوابگوی فاصله بست‌ها مرکز به مرکز نمی‌باشد.

ـ فاصله جان تا جان دو پروفیل نامناسب است. $24 \le 20 \times 3.02$

ـ طول و عرض بست نسبت به هم مناسب‌اند. $15 \ge \frac{30}{2}$

ـ ضخامت بست نسبت به طول بست مناسب است. $1 \ge \frac{30}{50}$

ـ در کل اجرای بست‌ها منفی ارزیابی می‌شود.

موضوع : ساخت ستون و علم کردن آن

در برپایی و نصب ستون ها باید اول مقطع پایین ستون را کاملا تمیز و صاف کرد و در صورت صاف نبودن با سنگ گرفتن این کار را انجام داده و صفحه کف ستون رانیز تمیز کرد.ستون را روی صفحه تراز کرده و درز فشاری (خط اتصال ستون به کف ستون) در صورتی که مناسب بود بادخور (رواداری ان)از حد مجاز بیشتر نبوده با تراز بودن ستون دور تا دورستون را به صفحه جوش داده و ستون را علم کرده.بعد از علم کردن ستون به علت ارتفاع زیاد ستون وزن ستون و تنش های پسماند ناشی از جوشکاری در ستون ممکن است باعث ایجاد کمانش در ستون شود لذا ستون هایی که دارای این مشکل بوده توسط کابل های تحت کشش مهار میشود که این کار به این صورت است که کابل را در یک سر به ارتفاع بالای ستون متصل کرده و طرف دیگر ان را با توجه به جهت کمانش ستون در خلاف این جهت تحت کشش قرار داده لازم به تذکر است که اتصالات کابل توسط جوش صورت گرفته است.بعد از علم کردن و تراز کردن و مهار ستونها پای ستون ها را با استفاده از ورقهای لچکی کاملا به صفحه ی کف ستون جوش داده واسکلت را اماده تیرریزی می کنیم .کلیه اتصالات ستون ونشیمنگاه تیرها در محل اتصال به بادبند در روی زمین روی ستون ها تعبیه می شود.

عکس شماره۱۶:شروع به کار شاسی کشی به منظور ساخت ستون

موضوع : بررسی جوش بادبندها

تئوری :

از آنجا که جوش در اتصال بادبند به صفحه بسیار مهم است لذا سعی می‌شود یک نمونه از جوش‌های این نوع اتصال به منظور بررسی حداقل‌ها مورد محاسبه قرار گیرد.

در این روش ابتدا با توجه به نمره بادبند حداکثر نیروی تحملی مجاز تعیین می‌شود و سپس براساس آن طول جوش گوشه طرح می‌گردد.

$$P_a = Fa \times A \qquad D = 0.6$$

$$F_w = \frac{F}{A_w} < F_w$$

$$A_w = 0.707D(2L + 4 \times D)$$

A: سطح مقطع $2UNP100$

Fa: تنش مجاز فشاری kg/cm^2

Pa: نیروی حداکثری وارده

fw: تنش ایجاد شده در جوش

Aw: سطح مؤثر جوش = طول جوش و لگوی جوش

Fw: تنش مجاز جوش

D: بعد جوش

L : طول جوش مؤثر

طبق محاسبات انجام شده طول جوش $19cm$ بدست می‌آید. (برای نیروی مجاز)

عملی :

در عمل برای بادبندی که در دهنه 5.5 متری و ارتفاع 3.24 قرار دارد از $2UNP100$ استفاده شده است که طول جوش گوشه آن $15cm$ و بعد جوش آن $D = 0.6cm$ محاسبه شده است و طول اجرا شده حدود $20cm$ است.

قیاس :

ـ طول جوش نسبت به نیروهای حداکثری کمتر محاسبه شده است اما ذکر این نکته لازم است که الزاماً نیروی محوری بادبند نیروی حداکثری نبوده و یقیناً کمتر است.

ـ در عمل جوش حدود 20 سانتیمتر تأمین شده است و البته بعد جوش نیز بیشتر از 0.6 بکار رفته است.

موضوع : حداکثر فاصله خالص بین جوشهای منقطع

تئوری :

طبق مقررات ملی مبحث ۱۰ لازم است تمام اجزایی که در تماس فشاری به یکدیگر قرار می‌گیرند اگر وسیله اتصال جوش باشد در طولی برای بعد حداکثر مقطع که با جوش پیوسته به هم متصل شوند این اتصال باید بتواند نیروی مساوی حاصل ضرب سطح ورق در $0.6Fy$ را تحمل کند. در اعضای مرکب فاصله آزاد بین نوارهای جوش منقطع باید برای انتقال تنشهای محاسباتی کافی باشد. و حداکثر این فاصله‌ها نباید از $450mm$ بیشتر باشد جزئیات را می‌توان در فرمول‌های زیر جستجو کرد.

$$e \geq 10t$$

$$\text{فاصله خالص} \leq \frac{1060t}{\sqrt{Fy}}$$

$$\leq 300mm$$

عملی :

در عمل فاصله آزاد $15cm$ و طول جوش شده و $10cm$ است و ضخامت صفحه $1cm$ است.

قیاس :

ـ طول جوش برای ضخامت $1cm$ مناسب ارزیابی می‌شود.

ـ فاصله آزاد مناسب است و مقدار آن نیز از $30cm$ کمتر است.

موضوع : طول جوش پیوستگی بالا و پایین نشیمن در مقاطع باکس

تئوری :

طول جوش پیوسته از بالای نشیمن $40cm$، از پایین نشیمن و بالا و پایین محل جوش‌های نفوذی $30cm$ است.

عملی :

نمای جوشها توسط مهندس ناظر بازرسی می‌شود و چنانچه مطابق با آنچه که در تئوری گفته شد نباشد اصلاح می گردد.

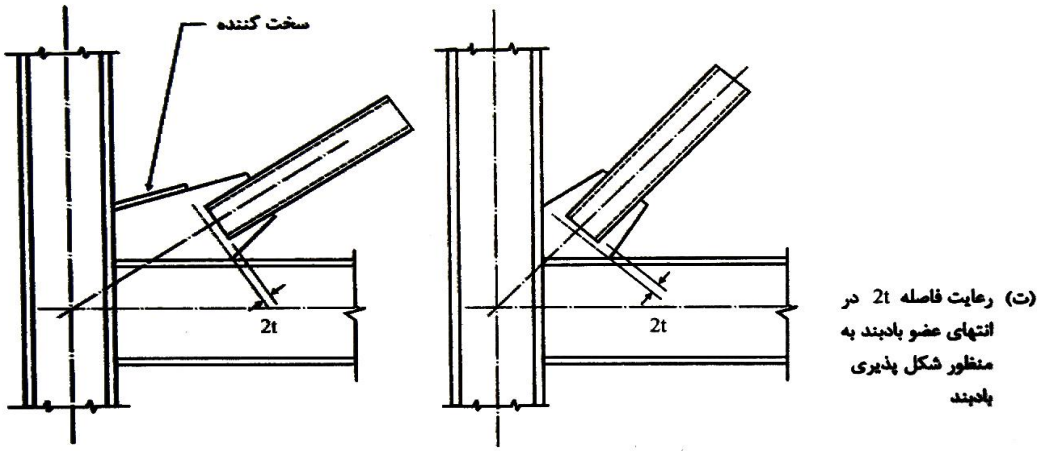
قیاس :

ـ طول جوشها کاملاً رعایت شده است.

موضوع : فواصل مونتاژ بادبندها تا محل تلاقی تیر و ستون

تئوری :

طبق آیین‌نامه جوش و اتصالات جوش داریم:



(ت) رعایت فاصله 2t در انتهای عضو بادبند به منظور شکل پذیری بادبند

عملی :

در عمل پیمانکار و جوشکار مربوطه بدلیل عدم آگاهی از این مسئله فاصله مورد نظر را رعایت نمی کند یا طول عضو بادبند بسیار زیاد است که سختی صفحه متصل به بادبند را زیاد کرده و باعث ایجاد تمرکز تنش بر جوشهای افقی و قائم صفحه می‌شود یا بسیار کم است که طول جوش‌های مربوطه تأمین نمی‌شود.

قیاس :

ـ چنانچه طول جوشها رعایت نشود از یک سری ورق‌های u شکل یا معمولی برای تأمین طول جوشها استفاده می‌شود. و چنانچه این طول بادبند زیاد باشد و از خط فرضی عبور کند باید به منظور جلوگیری از سختی بیش از اندازه صفحه مربوطه قسمت اضافه بادبند را برید و طول جوش را به کمک ورق‌های u شکل تأمین کرد.

ـ اتصال بادبندها به صفحه مثبت ارزیابی می‌شود.

عکس شماره ۱۷:کوتاه بودن طول بادبند وکمبود طول جوش نتیجتا استفاده از ورقهای یو شکل

جوشکاری :

کابلهای دستگاه جوش‌کاری الکتریکی باید دارای روپوش عایق و مطمئن و بدون زدگی باشند.

جوشکاری الکتریکی با استفاده از داربست‌های آویزان که با کابل نگهداری می‌شوند مجاز نیست.

برای جلوگیری از ناراحتی‌های ناشی از اشعه برای سایر افراد، باید جوشکاری در مکانی محفوظ انجام گیرد. هنگام جوشکاری با قوس الکتریکی نه تنها نور زیاد چشم را ناراحت می‌کند بلکه اشعه نامرئی ماوراءبنفش و مادون قرمز که از قوس الکتریکی ساطع می‌شوند برای چشم و پوست، خطرناک هستند. لذا نباید به طور مستقیم از فاصله کمتر از ۱۵ متر به شعله نگاه کرد. هنگام جوشکاری باید از ماسک جوشکاری که دارای محافظ مخصوص چشم است استفاده شود تیرگی شیشه‌های ماسک بسته به شدت جریانهای مختلف متفاوت است هنگام جوشکاری با قوس الکتریکی برای جلوگیری از سوختگی و آثار زیانبار اشعه باید از

دستکش های چرمی استفاده شود. برای جلوگیری از سوختن لباس باید از پیش‌بند چرمی و در صورتی که جوشکاری در حالت عمودی انجام شود از جلیقه چرمی استفاده شود هنگام تمیز کردن پوسته‌های جوش با برس و چکش گل‌زن برای جلوگیری از برخورد پوسته‌ها با چشم باید از عینک مخصوص استفاده شود.

شرایط جوشکاری :

قبل از جوشکاری باید سطوح موردنظر از مواد زائد (گردوخاک، زنگ‌زدگی، رنگ و غیره) کاملاً پاک شود به طور کلی جوشکاری در دماهای زیر صفر به ویژه جریان باد ممنوع است. شدت جریان الکترودها باید طوری انتخاب شود که جوش کامل و دارای نفوذ کافی بوده و قطعات مورد اتصال به قدر کافی ذوب شوند. سطح جوش باید عاری از شیار، قسمت‌های برآمده، سوختگی و گودافتادگی باشد.

توضیحات عمومی جوشکاری :

ـ از رنگ‌آمیزی قطعات در سطوحی که جوش انجام می‌شود خودداری شود.

ـ اسکلت پس از جوشکاری و زدودن گل‌جوش، بایستی با دو دست ضدزنگ مرغوب پوشیده شود.

ـ فولاد مصرفی در اسکلت ساختمان باید از نوع ST ۳۷ با حد جاری شدن $kg/cm2$ ۲۴۰۰ باشد.

ـ ستونهای فلزی پس از نصب روی صفحه ستون و قبل از اتصال صفحات لچکی تقویتی بایستی دور تا دور به صفحه کف ستون جوش شوند. بعد این جوش در جزئیات مربوط به آن مشخص می‌شود.

ـ کف کلیه ستونها قبل از نصب بایستی کاملاً سنگ زده و گونیا شود تا جوشکاری به خوبی صورت گیرد.

ـ مهره صفحات کف ستون پس از تنظیم صفحه با بعد جوش ۷ میلی‌متر به صفحه و بلت جوش شود.

ـ کلیه اعداد نشان داده شده روی علامتهای جوش نقشه‌ها اشاره به ساق جوش دارد.

ـ آن قسمت از سطوح که در زیر خاک قرار می‌گیرد باید پس از جوشکاری لازم در بتن مدفون گردد.

جوش نفوذی :

ـ برای حصول به بهترین نتیجه برای جوش جناغی در ستونها موارد زیر توصیه می‌گردد

ـ اولین پاس جوشکاری با الکترود نمره۳ از نوع AWS-۶۰۱۰ انجام گیرد.

ـ پاسهای بعدی با الکترود نمره ۴ یا ترجیحاً ۵ از نوع AWS-۷۰۲۴ انجام گیرد.

بازدید جوش :

ـ در جوش می‌توان عیوب زیر را ضمن بازدید پیدا کرد :

ـ حباب، حفره، تخلخل مرئی، تفاله‌های مرئی، گودافتادگی پرنشده

ـ ترکهای سطحی فلز جوش یا فلز مبنا

ـ صدمات فلز مبنا از قبیل گودافتادگی، سوختگی، گرم شدن بیش از اندازه و...

ـ معایب نیمرخ جوش از قبیل تقعر و تحدب زیاد، بیرون‌زدگی فلز مذاب در لبه‌ها

ـ مساوی نبودن ساقها

ـ پرنشدن کامل درز

ـ در کار جوش شده عیوب زیر را می‌توان ضمن بازدید پیدا کرد.

ـ تغییر شکلهای ناشی از جوشکاری که عبارت است از انقباض موضعی، خم‌شدگی، تابیدگی، چرخش، کمانش، موج‌دار شدن و غیره

– تغییر محور و عدم صحت امتداد زاویه‌ها

تستهای غیر مخرب جوش :

سازهٔ اسکلت فلزی در ۲ یا ۳ مرحله به روشهای متداول و مرسوم آزمایش تست جوش خواهد شد.

عکس شماره۱۸: سوختگی صفحه در اثر امپر بالا

انواع تست جوش غیرمخرب اسکلت :

ـ آزمایش جوش به روش استراسونیک (UT)

ـ آزمایش جوش به روش ذرات مغناطیسی (MT)

ـ آزمایش جوش به روش مایعات نافذ (PT)

ـ پس از اجرای جوش و باز دید توسط ناظر- اگر جوش ظاهر مشکوکی داشته باشد تست جوش روی آن انجام می‌گیرد و در صورت مردود بودن، جوش بایستی اصلاح گردد.

UT : تست جوش نفوذی که با دستگاه استراسونیک انجام می‌شود این دستگاه برای تست جوش ورقهای به ضخامت ۱۵ میلی‌متر به بالا به کار می‌رود.

استفاده از این دستگاه به این ترتیب است که با یک ماده چرب کننده (گریس) نواحی اطراف جوش را چرب می‌کنند. کار این ماده چرب کننده این است که مانع از نفوذ هوا می‌شود. از آنجا که این دستگاه، با امواج صوتی کار می‌کند لازم است در مسیر امواج هوایی وجود نداشته باشد. پس یک موج صوتی با فرکانس زیاد به داخل فلز مورد آزمایش فرستاده می‌شود هرگونه عدم پیوستگی در فلز باعث برگشت موج ارسالی شده و وجود عیوب را نشان می‌دهد. موج ارسالی و موج برگشت معمولاً روی یک لامپ اشعه کاتدی بصورت علائم قائم منعکس می‌شود این اموج هرگونه ناپیوستگی جوش را نشان می‌دهند.

جواب تست جوش بصورت نوموگرامهایی برروی صفحه دستگاه مشخص می‌شود اگر جوش معیوب باشد چراغ دستگاه روشن می‌شود و بدین معنی است که باید جوش اصلاح شود که به ۲ صورت امکان‌پذیر است.

جوش را سنگ می‌گیرند و مجدداً عمل جوشکاری را انجام می‌دهند.

اگر سنگ گرفتن جوش مشکل باشد از یک ورق وصله در محل جوش استفاده می‌کنند به طوری که مرکز هندسی ورق بر مرکز سطح جوش منطبق شود. سپس دور تا دور ورق را جوش می‌دهند.

MT: تست جوش نفوذی با استفاده از دستگاه یوک :

در این روش ابتدا بعد از کندن گل‌جوش روی آن را با برس تمیز می‌کنند، روش کار استفاده از یک اسپری مشکلی رنگ است که جنس آن از برادهٔ آهن می‌باشد. از آنجا که جوش سربی رنگ است اگر اسپری مشکی رنگ را مستقیماً روی آن بزنند اشکالات جوش در مراحل بعدی قابل رؤیت نخواهد بود. بعد از برس کشیدن روی جوش از یک اسپری ظاهر کننده که سفید رنگ است استفاده می‌کنند و اسپری را روی جوش می‌زنند سپس با اسپری مشکی جوش را می‌پوشانند نهایتاً با دستگاه یوک جوش تست می‌شود این دستگاه ۲ یا ۳ مرتبه بصورت رفت و برگشت روی جوش حرکت داده می‌شود و اگر جوش مشکلی داشته باشد بصورت شیارهایی که براده‌های آهن تشکیل می‌دهند مشخص می‌شود. دو سر این دستگاه از آهنرباست که میدان مغناطیسی ایجاد می‌کند و باعث تجمع برده‌های آهن در فرورفتگی‌ها می‌شود.

PT : تست‌جوش گوشه توسط مایع نافذ :

این تست جوش توسط مایع نافذ به شکل اسپری صورت می‌گیرد. به این ترتیب که ابتدا گل‌جوش را توسط چکش کنده و سطح جوش را با برس سیمی تمیز می‌کنند. سپس روی جوش اسپری قرمز رنگ می‌زنند این مایع نافذ روی قسمت مورد آزمایش برای مدت کافی نگه داشته می‌شود تا در صورت وجود عیوب منفذ تا سطح، از آنها عبور کند. پس از مدت لازم برای عبور، بقایای مایع نافذ از روی سطح برداشته می‌شود در ادامه اسپری ظاهر کننده سفید را روی جوش می‌زنند. این ظاهر کننده مانند یک آب

خشک‌کن آن قسمت از مایع نافذ را که وارد حفره‌های سطحی شده است بیرون می‌کشد وقتی مایع نافذ خارج شد در لایه ظاهر کننده پخش شده و ناپیوستگی سطح عیوب را نشان می‌دهد. اگر جایی از جوش ترک داشته باشد یا اینکه جوشکاری خوب صورت نگرفته باشد و جوش دارای خلل و فرج باشد رنگ قرمز بصورت شیارها و رگه‌هایی برروی رنگ سفید ظاهر می‌شود تقریباً زمان ۲۰ دقیقه برای نفوذ رنگ قرمز درون خلل و فرج‌های جوش لازم است.

ـ عموماً مایعات نافذ زیر مورد مصرف قرار می‌گیرد.

ـ نفت سفید با گرد گچ

ـ رنگهای نافذ که علائم قابل رؤیت در نورمعمولی ایجاد می‌کنند.

ـ نافذهای فلورسانت

عکس شماره۱۹: تست جوش ماده نافذ

تحویل سقف و بتن‌ریزی آن :

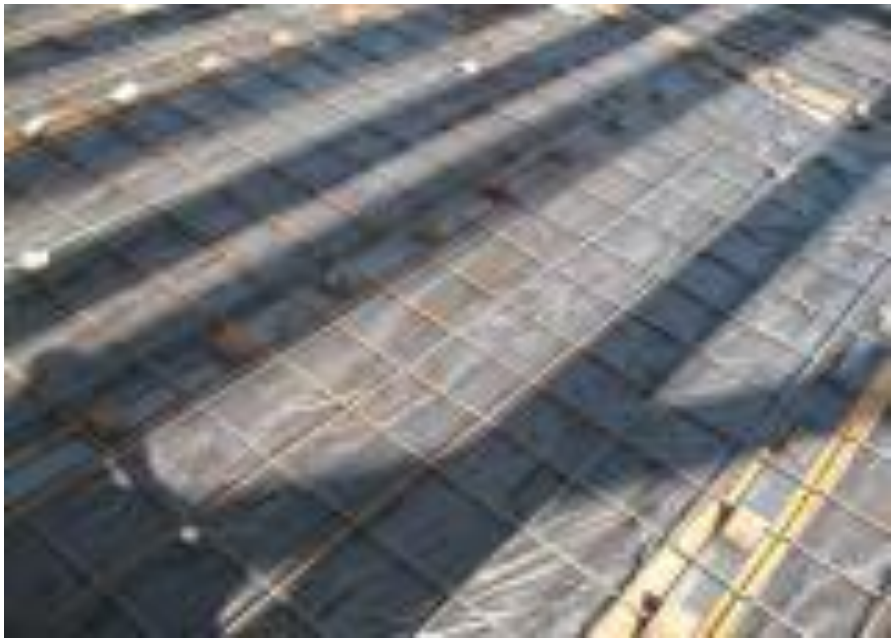
جهت تحویل سقف لازم است مهندس ناظر کلیه موارد زیر باید چک شوند:

۱- کنترل بادبندها، صفحات متصل به آنها از نظر نمره پروفیل ضخامت‌ها و طولهای افقی و قائم جوش و بعد جوشها

۲- کنترل نبش‌های روی سری و کنترل برگشت ها به اندازی $2D$ در هر طرف

۳- کنترل جوش نبشی‌های تیرهای فرعی در محل جان پروفیل‌ها

بعد از تأیید دستگاه نظارت مجوز بتن‌ریزی سقف صادر می‌شود بتن‌ریزی مطابق آنچه که در قبل توضیح داده شد انجام و از ذکر مطالب تکراری خودداری می شود.



عکس شماره۲۰: سقف کنترل شده واماده بتن ریزی

پانل کاری :

تئوری :

همانطور که می‌دانیم نیروی زلزله تابع جرم سازه است $F = Ma$ یعنی هر چه جرم سازه بیشتر باشد نیروی زلزله وارد به آن بیشتر بوده نهایتاً اسکلت سازه با ابعاد بزرگتری طرح خواهد شد همواره مهندسان به دنبال راهکارهایی می‌باشند تا جرم سازه را کاهش دهند استفاده از پانل‌های $3D$ که به عنوان دیوارهای حائل مورد استفاده قرار گرفته‌اند تا حد بسیار زیادی در کاهش جرم‌ساز، مؤثراند.

پانل‌ها در کارخانجات پانل‌سازی ساخته می‌شود ضخامت آنها متفاوت است از مزایای پانل‌های $3D$ علاوه بر وزن کم می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱- نصب و اجرای سریع

۲- عایق صوتی و حرارتی

۳- افزایش فضای مفید داخلی

۴- اتصال یکپارچه و قابل اطمینان

۵- کاهش هزینه و سهولت در نصب تأسیسات برقی و مکانیکی

۶- صرفه‌جویی در مصرف مصالح مخصوصاً سیمان

۷- سهولت در ساخت

کنترل نکات زیر در مورد پانل‌های $3D$ الزامی است :

ـ شاقولی بردن پانل‌ها

ـ کنترل زاویه اتصال (اتصال ۹۰ درجه است)

ـ تکمیل شبکه مش‌بندی در اطراف بازشوها (درب‌ها و پنجره‌ها)

ـ تکمیل ساپورتهای قائم بالا و پایین

ـ کنترل لبه آزاد پانل

ـ نصب u شکل‌های درب‌ها و پنجره‌ها

عملی :

در عمل پس از انتقال پانل‌ها به طبقه مورد نظر ابتدا پلان معماری پیاده می‌شود سپس محل ساپورها مشخص شده فاصله ساپورت که به صورت زیگزاگ را دو طرف پانل نصب می‌شوند $80\text{-}100cm$ است ساپورتقسمتهای بالا و نزدیک به سقف نیز از تیرهای اصلی و فرعی و تیرهای سقف تأمین می‌شود. اطراف بازشوها لازم است مش‌های اضافه‌های به اندازه 40×60 به صورت مورب نصب شود لازم به توضیح است که در محل‌هایی که دو بازشو کانر هم قرار می‌گیرند لازم است شبکه مش‌بندی بین دو بازشو بصورت صلیبی اجرا شود بطوری که مش به اندازه $\frac{1}{3}$ دهانه هر بازشو از بالا و پایین لازم است تا ادامه پیدا کنند در گوشه‌ها لازم است تا شبکه مش بصورت ۹۰ درجه درآمده و از هر طرف $20cm$ همپوشانی شبکه مش نصب شود. به منظور اتصال دو پانل مجاور لازم است به اندازه $20cm$ همپوشانی شوند.کلیه ی مش های اضافه به منظور جلوگیری از باز شدن و ترک خوردگی در داخل و نمای ساختمان انجام می شوند.

قیاس :

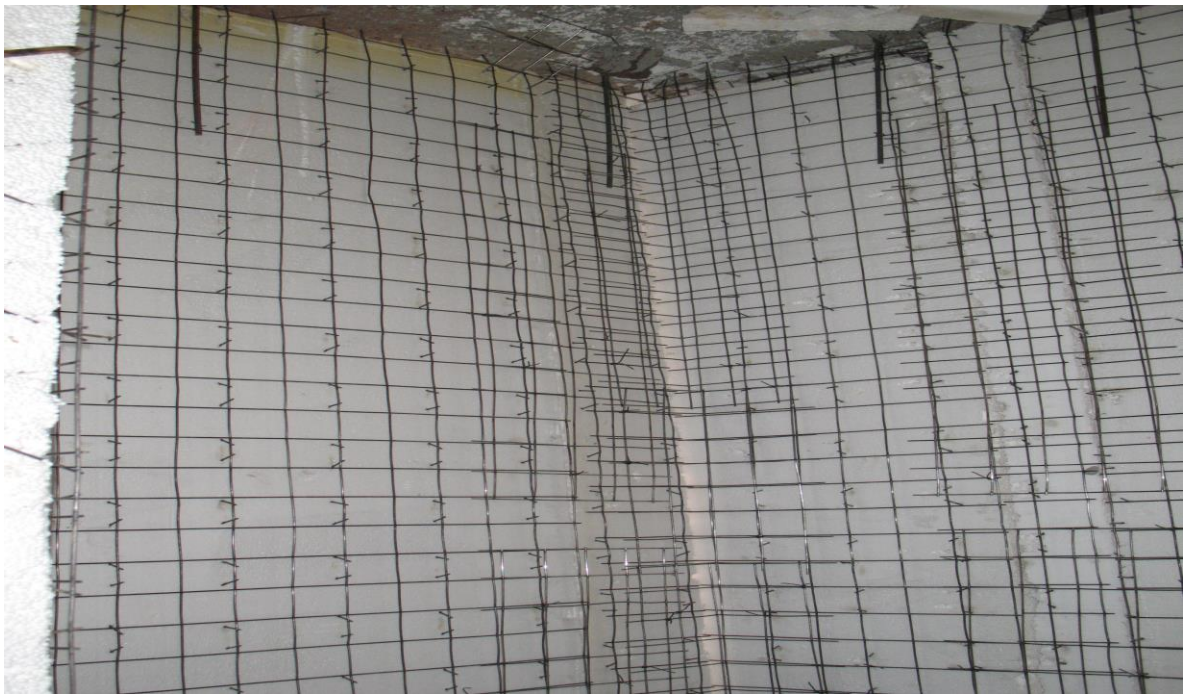
ـ کلیه همپوشانی‌ها مطابق با آنچه که گفته شده انجام می‌شده است.

ـ زاویه اتصال گاهاً بصورت ۹۰ درجه اجرا نمی‌شد که این امر به پیمانکار جهت رفع نقص تذکر داده می‌شده است.

ـ u شکل‌های مربوط به درب و پنجره گاهاً فراموش می‌شد که این امر تذکر داده می‌شده است.

ـ ساپورت‌های بالا و پایین پانل می‌بایست به اندازه $60cm$ می‌بوده که اجرا می‌شده است

عکس شماره۲۱: ساپورتهای درب



عکس شماره۲۲۱: نصب پانل و وجود ساپورتها مشهای گوشه

سیمان‌کاری و گچ‌کاری :

تئوری :

بعد از قرار دادن لوله‌ها و تأسیسات مربوط به تأسیسات برقی و مکانیکی و همچنین انجام عمل شاکریت نوبت می‌رسد به سیمان‌کاری دیوارها و بعد از گچ‌کاری لازم است برای ایجاد سطحی صاف و شمشه‌ای و مصرف هرچه کمتر سیمان که خود باعث افزایش وزن دیوارها می‌گردد، سطوحی مطابق با آنچه در زیر آورده شده است ایجاد شود.

۱- کنترل شاقولی بودن دیوارها بعد از سیمان‌کاری و گچ‌کاری

۲- کنترل شمشه بودن دیوارها بعد از سیمان‌کاری و گچ‌کاری

۳- تمامی لوله‌های تأسیسات و شبکه‌های مش داخل سیمان‌کاری قرار گرفته باشد.

۴- کنترل ملات ماسه سیمان ساخته شده برای سیمان‌کاری

۵- کنترل همباد بودن کرم‌ها قبل از شروع سیمان‌کاری

۶- کنترل موجدار نشدن گوشه‌ها در گچ‌کاری

عملی :

در عمل طبق دستورکار سیمان‌کاری و گچ‌کاری از پیمانکار خواسته می‌شود تا همه چیز مطابق دستور کار داده شده انجام شود که عملاً چنین اتفاقی نمی‌افتد و بنا با توجه به تجربیات گذشته کار خود را انجام می‌دهد.

قیاس :

ـ سیمان‌کاری بصورت ناشمشه و ناشاقول انجام شده است که باعث کج بودن دیوار و مصرف هرچه بیشتر مصالح جهت صاف شدن آن می‌گردد. این مسئله باعث افزایش بارها در سازه می‌گردد.

ـ گاهاً مشاهده می‌شود که شبکه مش و لوله‌های تأسیسات برقی از داخل سیمان‌کاری بیرون زده‌اند که باعث ترک‌خوردگی گچ در مرحله بعدی می‌شود. این امر موجب زرد شدن گچ نیز می‌گردد.

ـ گاهاً مشاهده می‌شود که بنا از گچ برای زودگیر کردن ملات ماسه سیمان استفاده می‌کند که خلاف دستور کار نیز می‌باشد و باید از این عمل جلوگیری کرد.

ـ دور قوطی‌های برق و کلید و پریزها باید به صورت بسیار ظریف درآورده شود تا پس از نصب کلید و پریزها گچ‌کاری اطراف آنها زشت و نازیبا نگردد.

عکس شماره۲۱: اجرای نامناسب سیمان کاری

موضوع : کاشی‌کاری، سرامیک کاری، موزائیک کاری

تئوری :

بعد از انجام عمل شاتکریت و انجام ایزولاسیون نوبت می‌رسد به کاشی‌کاری حمام، دستشویی و آشپزخانه علاوه بر آنچه که در قسمت سیمان‌کاری و گچ گفته شد کنترل بندکشی‌ها جلوگیری از ایجاد بندهای ضخیم در اطراف چهارچوب، همردیف بودن کاشی‌ها عدم استفاده از کاشی شکسته و معیوب، کنترل کاشی در محل پریزها و لوله‌های تأسیسات، کنترل پوکی کاشی‌ها را نیز باید اضافه کرد.

از انجام کاشی‌کاری، سرامیک‌کاری و موزائیک‌کاری در دمای بسیار پایین باید جلوگیری به عمل آورد.

عملی :

در عمل برای تسریع کار کاشی‌کاری از سیمان خشک برای زودتر گرفتن دوغاب پشت کاشی استفاده می‌کنند که این کار باعث می‌شود کاشی به خوبی نچسبد و نهایتاً صدای پوکی می‌دهد. شیب‌بندی در موزائیک‌کاری و سرامیک‌کاری توسط ریسمان کشی به کمک بنا انجام می‌شود.

قیاس :

ـ شیب‌بندی در سرامیک‌کاری و موزائیک‌کاری بسیار نامناسب بوده به طوریکه معمولاً شیب برعکس است.

ـ صدای پوکی کاشی‌ها عموماً ناشی از استفاده سیمان خشک بوده که نهایتاً زمانی که بخواهند سوراخی در کاشی ایجاد کنند کنده می‌شود.

ـ در دمای بسیار پایین روزهای سرد زمستان باید از کاشی‌کاری سرامیک‌کاری و... جلوگیری به عمل آید در غیر اینصورت پیمانکار جریمه خواهد شد. گفتنی است بعضی ترجیح می‌دهند جریمه شوند ولی در عوض حجم کار تحویلی‌شان بالا برود (در این حالت برایشان بصرفه‌تر است).

ـ وجود لقی‌های فراوان در موزائیک‌کاری یکی دیگر از مشکلات مشاهده شده است.

ـ نسبت اختلاط نامناسب ملات ساخته شده برای کاشی‌کاری و سرامیک‌کاری و موزائیک‌کاری که یا باعث مصرف بیش از اندازه سیمان شده یا ملات ضخامت کافی پیدا نمی‌کند و چسبندگی لازم را ندارد.

ایزولاسیون :

تئوری :

نشت آب از محل لوله‌های تأسیسات ـ کف محل‌های آبریز باعث تخریب سازه می‌شود برای جلوگیری از این امر لازم است ایزولاسیون در این محل‌ها انجام‌پذیر که امروزه به دو صورت متداول است.

۱- استفاده از قیرگونی که در دو لایه گونی و سه لایه قیر انجام می‌شود بهتر است در این حالت از قیرهای *60-70* استفاده شود.

۲- استفاده از ایزوگام

عملی :

در پروژه فاز ۷ از قیرگونی برای ایزولاسیون استفاده شده است که در دو لایه گونی و ۴ لایه قیر انجام می‌شود برای کنترل کار پیمانکار بعد از قیرگونی تمامی کف‌های مورد نظر قالب‌بندی شده و در آنها آب می‌ریزند تا حدود *10cm* سطح آب در تمام نقاط بالا آید و *24* ساعت کف در این حالت می‌ماند دستگاه نظارت پس از *24* ساعت سقف را از طبقه پایین‌تر نظارت می‌کند در صورت عدم مشاهده نشتی کار تأیید می‌شود لازم به تذکر است که ارتفاع ایزولاسیون می‌بایست حدود *30cm* بر روی دیوارهای محل آبریز بالاتر بیاید.

قیاس :

ـ استفاده از سیمان یا شن برای جلوگیری از خارج شدن قیر به هنگام گرم کردن آن باعث بوجود آمدن ناخالصی در قیر شده مشکل‌ساز می شود.

ـ باید از قرار دادن اجسام سنگین و نوک تیز روی ایزولاسیون جلوگیری شود. اجسامی مثل نردبان، بشکه‌های خالی و... که باعث ایجاد سوراخ و محلی برای نشتی ایزولاسیون نشود.

موضوع : ایمنی کار و بهداشت محیط

تئوری :

امروزه در مجامع پیشرفته به این نتیجه رسیده که ایمنی و بهداشت محیط در سلامت کارگران و پیشرفت و بهبود وضعیت کار بسیار مؤثر است. این موضوع نه فقط در بحث صنعت ساختمان بلکه در تمامی صنایع و محیط‌های کار مطرح است. علی‌رغم اجباری بودن رعایت نکات ایمنی و بهداشتی محیط در آیین‌نامه‌ها مخصوصاً مبحث دوازدهم مقررات ملی ساختمان ایران گاهاً این امر جدی گرفته نمی‌شود و سالانه موجبات بروز خسارت‌های فراوانی می‌گردد.

عملی :

به هنگام ورود به کارگاه تابلوی زیر بسیار نظر افراد را به خود جلب می‌کند که در اولین بند آن گذاردن کلاه ایمنی را برای تمامی افراد الزامی می‌داند و یا استفاده از کمربند ایمنی برای کارگران به هنگام کار در ارتفاعات.

قیاس :

ـ تنها 5 نفر در کارگاه از کلاه ایمنی استفاده می‌کردند بدین وسیله بخوبی می‌توان اجرای مقررات مربوط به رعایت نکات ایمنی را حدس زد.

ـ عدم رعایت نکات بهداشتی در محل زندگی بعضی از کارگران ساکن در کارگاه را می‌توان به وضوح دید.

عکس شماره۲۲: اصطلاحا مقررات ایمنی در بدو ورود به کارگاه

فهرست منابع و مآخذ :

۱- مقررات ملی ساختمان مبحث ۱۰

۲- مقررات ملی ساختمان مبحث ۹

۳- مقررات ملی ساختمان مبحث ۶

۴- تکنولوژی بتن ـ علی‌اکبر رمضانیان‌پور

۵- اجزاء ساختمان و ساختمان ـ سیاوش کباری

۶- راهنمای جوش و اتصالات جوشی ـ وزارت مسکن و شهرسازی

۷- اشتال سبز

۸- مصالح ساختمانی ـ احمد حامی

۹- طرح اتصالات فولادی ـ وزارت مسکن و شهرسازی

۱۰ - نشریه 55 سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی

موضوع صفحه

بازدید زمین و پیاده کردن نقشه ۲

گودبرداری ۳

شفته ریزی ۵

حفر چاه ۸

مقاومت بتن..... ۱۱

انتقال بتن..... ۱۷

بتن مگر ۲۱

پی..... ۲۲

ارماتور بندی..... ۲۶

وصله و مهار ارماتور.....۲۸

نصب بلت و بیس پلیت..... ۳۱

تیرهای مختلط..... ۳۷

وصله اعضای خمشی..... ۳۹

اجرای تیر و تیرریزی ۴۱

ستون ۴۶

ساخت ستون ۴۹

بررسی جوش بادبند.....۵۰

جوشکاری.....۵۴

شرایط جوشکاری..... ۵۵

بازدید جوش..... ۵۶

انواع تستهای غیر مخرب جوش..... ۵۸

تست جوش نفوذی..... ۵۹

تست جوش گوشه ۵۹

تحویل سقف و بتن ریزی ۶۱

پانل کاری..... ۶۲
سیمان کاری و گچ کاری ۶۵
کاشیکاری وسرامیک کاری..... ۶۷
ایزولاسیون ۶۸
ایمنی کار و بهداشت..... ۶۹
منابع و ماخذ..... ۷۱