ISIRI

8128

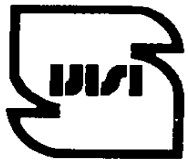
1 St- Edition

جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۸۱۲۸

چاپ اول

بتن –تعیین مقاومت در برابر بیرون کشیده شدن در بتن سخت شده – روش آزمون

Concrete – Determination of pullout strength of Hardened concrete-Test method

« بسمه تعالي»
آشنايي با مؤسسه استاندارد و تحقيقات صنعتي ايران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) میباشد.تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحبنظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی واقتصادی آگاه ومرتبط با موضوع صورت میگیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت ها و مصالح ملی وبا توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان ،مصرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد.پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع واعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال میشود و پس از دریافت نظرات وپیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح ودر صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود.پیش نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ ومنتشرمی گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره ((۵)) تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل میگردد به تصویب رسیده باشد.مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد میباشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی ونیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید.مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی وعمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آنرا اجباری نماید.همچنین بمنظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندکان سیستم های مدیریت کیفیت ومدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها ، کالیبراسیون وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می باشد.

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج ـ شهر صنعتی، صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵
دفتر مرکزی : تهران ـ ضلع جنوبی میدان ونک، صندوق پستی ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵
تلفن مؤسسه در کرج: ۸-۲۸۰۶۰۳۱-۰۲۶۱
تلفن مؤسسه در تهران: ۵-۸۸۷۹۴۶۱-۰۲۱
دورنگار: کرج ۲۸۰۸۱۱۴-۰۲۶۱ ـ تهران ۸۸۸۷۱۰۳ - ۸۸۸۷۰۸۰ – ۰۲۱
بخش فروش ـ تلفن: ۲۸۰۷۰۴۵-۰۲۶۱ دورنگار: ۲۸۰۷۰۴۵-۰۲۶۱
پیام نگار: Standard @ isiri.or.ir
بهاء: ۱۷۵۰ ریال

Headquarters : Institute Of Standards And Industrial Research Of Iran
P.O.Box: Karaj – IRAN 31585-163
Tel: 0098 261 2806031-8
Fax: 0098 261 2808114
Central Office : Southern corner of Vanak square, Tehran
P.O.Box: 14155-6139 Tehran-IRAN
Tel: 0098 21 8879461-5
Fax: 0098 21 8887080, 8887103
Email: Standard @ isiri.or.ir
Price: 1750 RLS

کمیسیون استاندارد ((بتن- تعیین مقاومت در برابر بیرون کشیده شدن در بتن سخت شده- روش آزمون))

رئیس	**سمت یا نمایندگی**
معظمی ، دارا	دانشیار دانشکده فنی و مدیر تدوین
(دکترای ترکیبات)	استانداردددانشگاه تهران
اعضاء	
ایزدی ، مجید	سرپرست تکنولوژی بتن کارگاه برج میلاد
(کارشناسی ارشد عمران)	شرکت بلند پایه
پور مقدم ، امیر	دانشکده فنی دانشگاه تهران
(کارشناسی ارشد عمران)	
حدیدیان ، نوشین	دانشگاه مازندران
(کارشناسی عمران)	
شکرچی زاده ، محمد	دانشکده فنی دانشگاه تهران
(دکترای عمران)	
فروتن مهر ، حسین	دبیر انجمن تولید کنندگان بتن
(کارشناسی ارشد عمران)	آماده و مسئول شرکت راه و ساختمان مهاب
مالک ، شاهرخ	دانشکده فنی دانشگاه تهران
(دکترای عمران)	
تقدس ، حسین	دانشکده فنی دانشگاه تهران
(کارشناسی ارشد عمران)	
نعمتی حیاتی ، علی	دانشکده فنی دانشگاه تهران
(کارشناسی ارشد عمران)	
دبیر	
محمودزاده ، فتح الله	دانشکده فنی دانشگاه تهران
(کارشناسی ارشد عمران)	

پیشگفتار

استاندارد « بتن- تعیین مقاومت در برابر بیرون کشیده شدن در بتن سخت شده- روش آزمون » که پیش نویس آن توسط دانشکده فنی دانشگاه تهران در کمیسیون های مربوط تهیه و تدوین شده و در نود و چهارمین جلسه کمیته ملی استاندارد ساختمان و مصالح ساختمانی مورخ ۸۲/۱۱/۱۴ مورد تایید قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ بعنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت های ملی و جهانی در زمینه صنایع ، علوم و خدمات، استاندارد های ملی ایران در مواقع لزوم تجدید نظر خواهد شد و هرگونه پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدید نظر در کمیسیون فنی مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین برای مراجعه به استانداردهای ملی ایران باید همواره از آخرین تجدید نظر آنها استفاده کرد.در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه در حد امکان بین این استاندارد و استانداردهای بین المللی و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود.منابع و ماخذی که برای تهیه این استاندارد به کار رفته به شرح زیر است: ASTM C900-99 Standard Test Method for Pullout strength of Hardened Concrete

« بتن- تعیین مقاومت در برابر بیرون کشیده شدن در بتن سخت شده- روش آزمون »

۱- هدف و دامنه کاربرد

۱-۱- این روش آزمون جهت تعیین مقاومت در برابر بیرون کشیدن در بتن سخت شده به کار می رود. مقاومت مذکور با اندازه گیری نیروی مورد نیاز برای بیرون کشیدن قطعه فلزی جایگذاری شده از نمونه بتن آزمایشی و یا سازه بتنی به دست می آید. قرار دادن قطعه فلزی می تواند هم به صورت جایگذاری در بتن تازه و هم به صورت نصب در بتن سخت شده باشد.

۲- مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آنها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزیی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و یا تجدید نظر، اصلاحیه ها و تجدید نظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهذا می بایست کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدید نظرهای مدارک الزامی را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و یا تجدید نظر، آخرین چاپ و یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است.

استانداردهای ASTM :

2-1 ASTM C 39 Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

2-2 ASTM C 670 Practice for Preparing Precision and Bias Statements for Test Methods for Construction Materials

2-3 ASTM E 4 Practices for Force Verification of Testing Machines

۳- اصول روش

۳-۱- در این روش قطعه فلزی می تواند در بتن تازه جایگذاری شود و یا در بتن سخت شده نصب شود. زمانی که نیاز به برآورد مقاومت درجا باشد، قطعه فلزی جایگذاری شده با استفاده از جک بیرون کشیده می شود. مقاومت در برابر بیرون کشیده شدن قطعه فلزی با اندازه گیری بیشینه نیروی مورد نیاز برای بیرون کشیدن قطعه فلزی از بتن، تعیین می‌شود.

۴- اهمیت و استفاده

٤-۱- برای بتن مشخص و وسایل آزمایشی معین، مقاومت بیرون کشیدن می تواند به نتایج آزمون مقاومت فشاری مربوط شود. این ارتباط مقاومتها بستگی به چگونگی کار گذاشتن قطعه فلزی، ابعاد حلقه های اندازه گیری، عمق جایگذاری و میزان افزایش مقاومت در آن بتن دارد. پیش از استفاده، این روابط باید برای هر سیستم و هر ترکیب جدیدی از مواد بتنی در نظر گرفته شود. در جایی که هر دو

نمونه آزمون مقاومت در برابر بیرون کشیدن و مقاومت فشاری دارای اندازه یکسان بوده، و با چگالی یکسان ترکیب شده و تحت شرایط یکسان نگهداری شده باشند، این روابط بین مقاومتها تغییر کمتری می کنند.

یادآوری۱ گزارشات منتشر شدهٔ (۱۶-۱)[1] آزمایشات و تجربیات محققین را در استفاده از تجهیزات آزمون بیرون کشیدن، ارائه می دهند. به بخش AXI228.IP(14) برای راهنمایی در مورد برقراری روابط بین مقاومت و تفسیر نتایج آزمون مراجعه کنید. بخش ضمیمه، روشی را برای مقایسهٔ مقاومتهای بیرون کشیدن ارائه می دهد.

٤-۲- آزمونهای بیرون کشیدن برای تعیین این که آیا مقاومت درجای بتن به سطح مشخصی رسیده است، مورد استفاده قرار می گیرند. به طوری که مثلا :

۱. پیش تنیدگی می تواند ادامه یابد؛
۲. امکان قالب برداری وجود دارد.
۳. محافظت در برابر سرما و عمل آوری می تواند خاتمه یابد.

بعلاوه، آزمونهای بیرون کشیدن ، می توانند برای برآورد مقاومت بتن در سازهٔ موجود استفاده شوند.

۴-۳- در زمان طرح آزمونهای بیرون کشیدن و تجزیه و تحلیل نتایج آزمون باید به طور نرمال انتظار کاهش در مقاومت بتن همراه با افزایش ارتفاع بتن تهیه شده در سازه را داشت. مقاومت اندازه گیری شده در برابر بیرون کشیدن بیانگر مقاومت بتن در ناحیهٔ مشخص شده با مخروط ناقصی است که با کلاهک ورودی و حلقه های باربر تعریف می شود.برای آزمونهای معمولی که بر روی سطح انجام می شود، مقاومت های بیرون کشیدن نشان دهندهٔ کیفیت ناحیهٔ خارجی اعضای بتنی می باشد و می تواند برای ارزیابی پوشش اعضای بتن مسلح، سودمند باشد.

۴-۴- در روش جایگذاری قطعات فلزی پیش از بتن ریزی ، محل تعبیه قطعات باید قبل از بتن ریزی مشخص شوند. در روش جایگذاری قطعات فلزی بعد از بتن ریزی، قطعات می توانند در هر مکان دلخواهی که نیازمندیهای بند ۶-۱ را برآورده سازد، تعبیه شوند.

۴-۵- این آزمون برای آزمونهایی که با روش جایگذاری قطعات پس از بتن ریزی انجام می شوند، در صورتی که مکانیزم گسیختگی و مخروط ناقص آنها مشابه روش جایگذاری قطعات پیش از بتن ریزی نباشد، کاربرد ندارد.

۵- وسایل لازم :

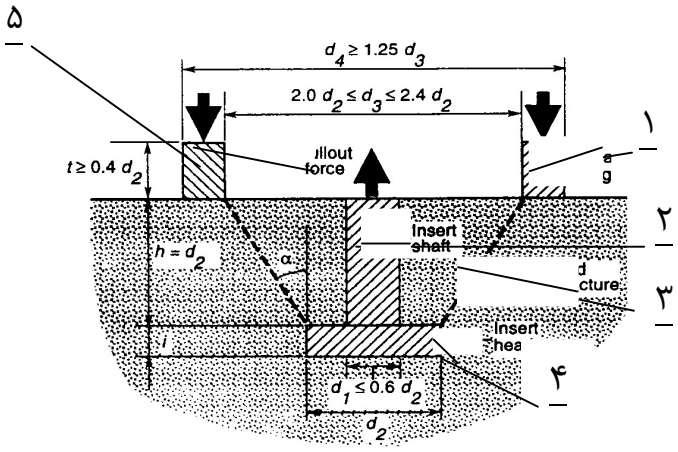
۵-۱- وسایل لازم شامل سه سیستم اساسی می باشد :

سیستم بیرون کشنده، سیستم بارگذاری، سیستم اندازه گیری(یادآوری۲). برای روش جایگذاری قطعات فلزی بعد از بتن ریزی، تجهیزات اضافی شامل یک دریل مغزه گیر، جهت تهیه یک سطح هموار باربر، یک ابزار ساینده برای ایجاد شیار به منظور تأمین فضای لازم برای درگیر شدن قطعه فلزی وارده، و یک ابزار باز کننده جهت باز کردن قطعه فلزی و محکم کردن آن در داخل شیار.

یادآوری ۲ : جک هیدرولیکی بیرون کشندهٔ مرکزی دارای یک فشارسنج مناسب و رینگ باربر، به طور رضایت بخشی مورد استفاده قرار گرفته است.

۵-۱-۱- در روش قرار دادن قطعه فلزی در جا، باید از فلزی استفاده شود که واکنشی با سیمان نداشته باشد. قطعه فلزی داخل شونده باید شامل یک سر استوانه ای شکل و یک شفت برای ثابت نگهداشتن عمق قسمت وارد شده باشد که این شفت به طور محکمی به وسط کلاهک ورودی متصل شده است. (شکل ۱ را ببینید)

[1] - اعداد پررنگ به لیست منابع در انتهای این روش آزمون اشاره می کنند.



شکل ۱ نقشه برش عرضی آزمون بیرون کشیدن درجا

توضیحات شکل ۱ :

۱- حلقه باربر

۲- قطعه فلزی وارد شده

۳- شکسته شدن مخروطی مفروض

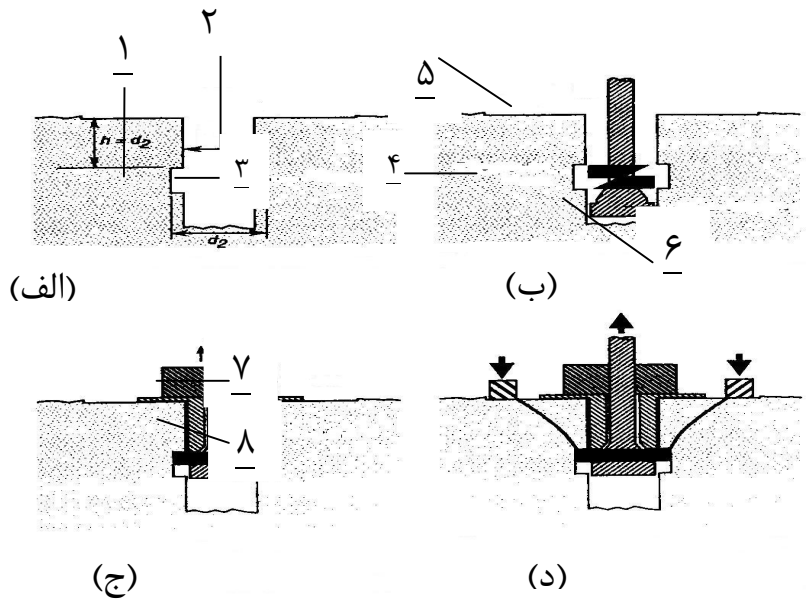
۴- کلاهک ورودی

۵- نیروی بیرون کشیدن

شفت داخل شونده باید رزوه شده و به کلاهک ورودی پیچ شود به طوری که بتواند دوباره جدا شده و با شفت قویتری جایگزین شود، یا اینکه شفت باید با کلاهک ورودی یکپارچه باشد و از همان شفت برای بیرون کشیدن استفاده شود. اجزای فلزی در روش جایگذاری قطعات فلزی پیش از بتن ریزی و ضمایم آن باید برای جلوگیری از خوردگی گالوانیکی از مواد مشابهی ساخته شوند. در روش جایگذاری قطعات فلزی بعد از بتن ریزی، قطعات فلزی باید طوری طراحی شوند که در سوراخهای ایجاد شده قرار گیرند ، و متعاقبا بتوانند در داخل شیارهایی که در عمق از پیش تعیین شده تعبیه شده اند، باز شوند (شکل ۲) .

یادآوری۳ در روش جایگذاری قطعات فلزی بعد از بتن ریزی بهتر است از یک حلقه که به طور مارپیچ در سوراخ مرکزی قرار گرفته در داخل شیار باز می شود، استفاده شود.

۵-۱-۲- سیستم بارگذاری باید شامل یک حلقه باربر باشد که در سطح تماس بتن سخت شده قرار می گیرد (شکل ۱ و ۲) و همچنین شامل یک ابزار بارگذاری با وسایل لازم برای اندازه گیری بار باشد که به آسانی به شفت بیرون کشنده متصل می شود.



شکل ۲ روش شماتیک آزمون بیرون کشیدن بعد از بتن ریزی

۱- سوراخ ۲- سطح هموار ۳- شیار ۴- قطعه فلزی منبسط شونده

۵- میله رزوه شده ۶- وسیله باز شدن ۷- مهره ۸- نگه دارنده قطعه فلزی

الف- کندن سوراخ ، سطح سایش و زیر شیار

ب- وسیله باز شدن و قطعه فلزی منبسط شونده

ج- قطعه فلز منبسط شده

د- نصب کردن حلقه باربر و سیستم بارگذاری ؛ سر هم کردن قطعه فلزی بیرون کشنده

۵-۱-۳- وسایل آزمون باید دارای تمهیدات لازم برای تشخیص هم مرکز بودن حلقه باربر و قطعه فلزی داخل شونده باشند، تا بار وارده به طور محوری بر شفت بیرون کشنده وارد شود، و عمود بر حلقه باربر بوده و به طور یکنواخت روی آن قرار گیرد.

۵-۲- ابعاد تجهیزات باید مطابق آنچه که در ذیل می آید تعیین شوند:(شکل ۱و۲)

۵-۲-۱- قطر کلاهک ورودی (d_2) مبنای تعریف هندسه آزمون است. ضخامت کلاهک ورودی و مقاومت تسلیم فلز باید به اندازه کافی باشد تا از تسلیم شدن قطعه فلزی وارده در طول آزمون جلوگیری شود. سطوح جانبی کلاهک ورودی صاف و هموار باشند

(یادآوری ۵). قطر کلاهک ورودی باید بزرگتر یا مساوی بعد حد اکثر اسمی سنگدانه ها باشد .

یادآوری ۴- قطرهای متداول قطعه فلزی وارده بین ۲۵ تا ۳۰ میلی متر می باشد، هر چند که قطرهای بزرگتری هم مورد استفاده قرار گرفته اند (مراجع ۱ و ۳) .آزمایشات (مرجع ۱۵) نشان داده اند در صورتی که بعد حداکثر اسمی سنگدانه ها بیش از ۱/۵ برابر قطر کلاهک ورودی باشد تأثیر قابل توجه ای روی روابط مقاومتی ندارد. سنگدانه های با ابعاد بزرگتر ممکن است منجر به افزایش پراکندگی نتایج آزمون شوند ، زیرا این ذرات می توانند از بیرون کشیده شدن معمول مخروط ناقص جلوگیری کنند .

یادآوری ۵ در روش جایگذاری قطعات پیش از بتن ریزی ، قطعات فلزی می توانند برای ایجاد چسبندگی کمتر با بتن با یک ماده واسطه پوشانده شوند و یا این که برای کاهش اصطکاک جانبی در طول آزمون به صورت مخروطی باریک شوند. بر روی کلاهک ورودی باید تمهیداتی مانند ایجاد شکاف اعمال شود تا اگر مجبور به خارج کردن شفت پیش از آزمایش شدیم این شکاف مانع چرخش قطعه فلزی در بتن شود. برای احتیاط بیشتر در مقابل چرخش کلاهک فلزی کلیه بخشهای فلزی رزوه شده باید پیش از نصب و جایگذاری کنترل شوند تا از چرخش آزادانه و آسان آنها اطمینان حاصل شود. توصیه می شود برای جلوگیری از جدا شدن کلاهک ورودی از شفت، در طول نصب و جایگذاری و ویبره کردن بتن اطراف آن، از یک قفل شیاری استفاده شود.

۵-۲-۲- در روش جایگذاری قطعات ، پیش از بتن ریزی، طول شفت بیرون کشیده شده باید به گونه ای باشد که فاصله کلاهک ورودی از سطح بتن (h) برابر قطر کلاهک ورودی (d2) باشد. قطر سر شفت ورودی نباید بیش از ۰/۶ قطر کلاهک باشد .

۵-۲-۳- در روش جایگذاری شفت ها پس از بتن ریزی ، شیاری که برای جای دادن قطعه فلز منبسط شونده ایجاد می شود باید طوری باشد که فاصله بین شیار و سطح بتن برابر قطر قطعه ورودی بعد از باز شدن (d2) باشد. تفاوت قطر شیار ایجاد شده و سوراخ (d1) باید کافی باشد تا از گسیختگی موضعی جلوگیری کند و اطمینان حاصل شود که یک مخروط ناقص در طول آزمون شکل می گیرد (یاد آوری ۶). حلقه باز شده باید به طور یکنواخت بر کل سطح باربر شیار متکی شود .

یادآوری ۶ – قطر سوراخ ۱۸ میلی متری و قطر شیار ۲۵ میلی متری به طور موفقیت آمیزی مورد استفاده قرار گرفته است.

۵-۲-۴- قطر داخلی حلقه باربر (d3) باید بین ۲ تا ۲/۴ برابر قطر کلاهک ورودی باشد و قطر خارجی (d4) آن باید حد اقل ۱/۲۵ برابر قطر داخلی باشد. ضخامت حلقه t. حداقل باید ۰/۴ برابر قطر کلاهک ورودی باشد .

۵-۲-۵- دقت در ابعاد شفت ها ، حلقه باربر و عمق جایگذاری در آزمون کششی باید دو درصد باشد.

یادآوری ۷ – محدودیت هایی که در ابعاد و مشخصات شفت ها و ابزار در آزمایش کششی وجود دارد باید به گونه ای باشد که برای سیستمهای مختلف مناسب باشد .

۵-۲-۶- ابزار بارگذاری باید دارای ظرفیت کافی برای تأمین سرعت بارگذاری توصیه شده در ۷-۴ باشد و از بار حداکثر مورد انتظار بیشتر باشد .

یادآوری ۸ – پمپ های هیدرولیکی که دارای سرعت بارگذاری ثابت می باشند نتایج بهتری نسبت به پمپ هایی که دارای سرعت بارگذاری متناوب می باشند ، به دست می دهند.

۵-۲-۷- مقیاس نیرو سنجی که برای اندازه گیری نیروی مورد نیاز برای بیرون کشیدن به کار می رود باید دارای تقسیم بندی باشد که بزرگتر از ۵ درصد مینیمم مقدار در نظر گرفته شده در دامنه تقسیمات آن، نباشد.

یادآوری۹ – برای داشتن نتایج دقیق تر، نیرو سنج باید دارای یک شاخص میزان بار نهایی باشد به طوری که وقتی میزان بار تغییر می کند و تنش ها مرتبا آزاد می شوند ، میزان بار وارد شده تغییر نکند.

۵-۲-۸- ابزار و وسایل بیرون کشیدن حداقل سالی یکبار و بعد از کلیهٔ تعمیرات وتنظیمات کالیبره می شوند. این کالیبره کردن با یکی از روشهای آیین نامه های اجرایی (استاندارد بند۲-۳) انجام شده ، یا به وسیلهٔ دستگاه تست فشار صورت می گیرد که با نیازمندیهای روش آزمون (استاندارد بند ۲-۱)، که با مراحل و فرآیند توضیح داده شده است، در ضمیمهٔ این روش آزمون تطابق دارد.

۶- نمونه برداری

٦-۱- مکانهای آزمون بیرون کشیدن باید جدا از هم باشند به طوری که فاصله بین قطعات فلزی حداقل هشت برابر قطر کلاهک ورودی باشد. فاصله بین قطعات فلزی و لبه های بتن باید حداقل چهار برابر کلاهک ورودی باشد. قطعات فلزی باید به گونه ای جایگزاری شوند که آرماتورها به فاصله یک قطر آرماتور یا بعد بزرگترین دانه، هر کدام که بزرگتر است، از سطح جانبی مخروط گسیختگی فاصله داشته باشند.

یادآوری ۱۰ – هنگام آزمون جایگزاری قطعات فلزی پس از بتن ریزی توصیه می شود که برای مشخص کردن محل آرماتورها و گرفتن فاصله مطلوب از آنها، از آرماتور یاب استفاده شود. دستور العمل کارخانه تولید کننده را برای بهره برداری بهتر از این ابزار ، مطالعه کنید .

۶-۲- وقتی که نتایج آزمون بیرون کشیدن جهت ارزیابی مقاومت درجا به منظور اجازهٔ شروع عملکردهای سازه ای بحرانی، مانند قالب برداری و یا کاربرد پس تنیدگی، مورد استفاده قرار می گیرند، حداقل باید پنج آزمایش جداگانه برای بیرون کشیدن مطابق آنچه که در ذیل آمده است انجام شوند:

۶-۲-۱- برای یک مکان داده شده ، هر ۱۱۵ متر مکعب یا کمتر از آن ۶-۲-۲- برای دالها یا دیوارها ، هر ۴۷۰ متر مربع یا کمتر از آن در سطح یک وجه.

قطعات فلزی داخل شونده باید در بخشهایی از سازه که از نظر شرایط قرارگیری و یا نیازمندیهای سازه ای بحرانی می باشند ، قرار گیرد .

۶-۳- وقتی که آزمونهای بیرون کشیدن برای اهداف دیگری مورد استفاده قرار گیرند، تعداد آزمونها باید توسط شاخصی تعیین شوند.

۷- روش آزمون

۷-۱- روش قرار دادن قطعات فلزی پیش از بتن ریزی :

۷-۱-۱- قطعات فلزی را قبل از بتن ریزی با استفاده از پیچ و یا سایر روشهایی که قطعه فلزی را در مکان مناسبش محکم می کنند، به قالب متصل کنید. کلیه قطعات جهت انجام آزمونهای یکسان باید با عمق یکسان قرار گیرند و هر یک از شفت ها باید عمود بر سطح باشند.

یادآوری ۱۱- قطعات ورودی می توانند به طور دستی در سطوح افقی بی شکل بتن جایگذاری شوند. قطعات می باید بگونه ای در داخل بتن تازه قرار گیرند که یک عمق فرو رفته یکنواخت و یک سطح صاف عمود بر محور قطعه ورودی بوجود آورند. جایگذاری قطعات می باید توسط افراد با تجربه انجام گیرد یا نظارت شود. تجربه نشان می دهد که مقاومت در برابر بیرون کشیدن در قطعاتی که بطور دستی جایگذاری می شوند نسبت به قطعاتی که به قالب متصل می شوند دارای مقادیر کمتر و متغیرتری هستند.

۷-۱-۲- هنگامی که بتن مورد آزمایش قرار می گیرد، تمام تجهیزات به کار رفته برای محکم کردن در جای قطعات بیرون کشیده را از آن جدا کنید. قبل از سوار کردن سیستم بارگذاری ، هر نوع نخاله یا نا همواری سطحی را از آن جدا کنید تا یک سطح باربری صاف حاصل شود که به محور قطعه ورودی عمود است.

۷-۲- جایگذاری قطعات پس از بتن ریزی:

۷-۲-۱- سطح انتخابی باید صاف باشد تا سطح کار برای ایجاد شیار مناسب باشد. سوراخ ایجاد شده باید بر سطح عمود باشد تا یک مبدأی برای عملیات بعدی و محلی برای قرار گیری قطعه باز شونده و تجهیزات مربوط به آن بوجود آورد. استفاده از مته زنی ضربه ای مجاز نیست .

۷-۲-۲- در صورت لزوم از یک غلطک صاف کننده برای ایجاد یک سطح صاف استفاده کنید که پایه ابزار ساینده در طی آماده سازی آزمون به طور محکمی روی آن قرار گیرد و همچنین حلقه باربر به طور یکنواختی در طی آزمون گیردار شود .

۷-۲-۳- از ابزار ساینده برای ایجاد شیار به قطر صحیح در عمق مناسب سوراخ استفاده کنید. شیار می باید با سوراخ هم مرکز باشد

یادآوری ۱۲ – برای کنترل کردن دقت این عملیات می باید از یک سیستم نگهدارنده برای نگهداشتن ابزار در طی این مراحل استفاده کرد.

۷-۲-۴- اگر به عنوان خنک کننده از آب استفاده شود ، آب آزاد باقیمانده را پس از پایان مته زنی و ایجاد شیار ، از سوراخ خارج کنید. از ورود آب اضافی به سوراخ تا پایان انجام آزمون جلوگیری کنید.

یادآوری ۱۳- نفوذ آب به منطقه گسیختگی می تواند مقاومت کششی اندازه گیری شده را تحت تأثیر قرار دهد؛ بنابراین، بلافاصله پس از انجام عملیات مته زنی ، خرد کردن و شیار زنی می باید که آب از سوراخ خارج شود. در صورتی که آزمون بلافاصله پس از آماده سازی سوراخ انجام نشود، نباید اجازه داد که تا قبل از پایان آزمون آب داخل سوراخ شود.

۷-۲-۵- از ابزار بازکننده برای قرار دادن قطعه باز شونده در داخل شیار استفاده کنید و آن را به مقدار مناسب باز کنید.

۷-۳- حلقه باربر: حلقه باربر را در اطراف شفت قطعه کششی قرار داده و شفت کششی را به اهرم هیدرولیکی متصل و مجموعه کششی را به سطح باربر محکم کنید. کنترل کنید که حلقه باربر به طور یکسان در اطراف شفت قرار گرفته و هم تراز بتن باشد.

۷-۴- سرعت بارگذاری: اگر قطعه به منظور گسیختگی بتن استفاده شود، از سرعت بارگذاری ثابت استفاده کنید که موجب می شود گسیختگی کششی در مدت ۳۰ ±۱۲۰ ثانیه اتفاق بیفتد، بیشترین قرائت اندازه گیر را با گرد کردن به نصف کوچکترین تقسیم بندی که روی عقربه وجود دارد ثبت کنید. اگر قطعه تنها تا حد مشخصی از بار برای پذیرفته شدن مورد آزمایش قرار گیرد، سرعت بارگذاری باید یکنواخت بوده و طوری باشد که در مدت ۳۰ ±۱۲۰ ثانیه به حد مورد نظر برسد.

۷-۵- عدم پذیرش– در صورتی که با یک یا چند شرط زیر روبرو شدید نتیجه آزمون را مردود اعلام کنید:

۷-۵-۱- سطح بزرگ انتهایی مخروط ناقص یک دایره کامل با قطری برابر قطر داخلی حلقه باربر نباشد؛

۷-۵-۲- فاصله کلاهک قطعه ورودی تا سطح (h در شکلهای ۱ و ۲) برابر قطعه فلزی نباشد؛

۷-۵-۳- قطر شیار در روش جایگذاری قطعات پس از بتن ریزی برابر مقدار تعیین شده نباشد؛

۷-۵-۴- قطر قطعه باز شونده در روش جایگذاری قطعات پس از بتن ریزی برابر مقدار تعیین شده نباشد؛ یا

۷-۵-۵- بعد از جدا کردن مخروط ناقص ، آرماتوری در محدوده گسیختگی قابل مشاهده باشد.

۸- محاسبه :

۸-۱- قرائت های اندازه گیر را با توجه به داده های کالیبراسیون به نیروی کششی تبدیل کنید.

۸-۲- میانگین و انحراف معیار نیروهای کششی که از آزمایش روی بتن در جای مشخصی بدست می آیند را محاسبه کنید.

۹- گزارش :

۹-۱- اطلاعات زیر می باید گزارش شوند:

۹-۱-۱- ابعاد قطعه ورودی بیرون کشنده و حلقه باربر (توسط شکل یا تعریف ابعاد)

۹-۱-۲- محل مخصوص انجام آزمون باید مشخص شود

۹-۱-۳- تاریخ و زمان انجام آزمون

۹-۱-۴- در آزمونهایی که با گسیختگی انجام می شوند، سبکترین نیروی کششی در هر آزمون، میانگین و انحراف معیار باید گزارش شوند. در آزمونهایی که تا رسیدن به بار مشخصی انجام می شوند، بار کششی اعمال شده در هر آزمون باید گزارش شود.

۹-۱-۵- توضیح درباره ناهنجاریهای موجود در زیر حلقه عکس العمل در محل آزمون.

۹-۱-۶- ناهنجاریهای موجود در نمونه گسیخته شده و چرخه بارگذاری.

۹-۱-۷- روشهای به کار رفته در عمل آوری بتن و شرایط رطوبتی بتن در هنگام آزمون.

۹-۱-۸- اطلاعات دیگر در رابطه با شرایط غیر معمول کاری که ممکن است مقاومتی برابر بیرون کشیدن را تحت تأثیر قرار دهد.

۱۰ - دقت و انحراف :

۱۰-۱- دقت بر اساس اطلاعاتی که در AXI228.1 P(14) برای آزمونهای مقاومت در برابر بیرون کشیدن با عمق فرو رفتگی حدود ۲۵ میلی متربه دست آمده است ، متوسط انحراف معیار آزمایشهایی که روی بتن با ماکزیمم بعد دانه ۱۹ میلی متر و توسط یک اپراتور و با همان دستگاه آزمایش انجام می شوند ۸٪ است. بنابراین محدوده نتایج هر آزمون که بر حسب درصدی از میانگین بیان می شود، نباید از مقادیر زیر تجاوز کند :

(درصد متوسط) محدودهٔ قابل قبول	شمارهٔ آزمونها
۳۱٪	۵
۳۴٪	۷
۳۶٪	۱۰

مقادیر تغییرات در طول آزمون در دو روش جایگذاری قطعات پس از بتن ریزی و جایگذاری قطعات پیش از بتن ریزی که دارای هندسه یکسانی می باشند، مشابه است.

یادآوری ۱۴- اگر دامنهٔ نتایج آزمونها از محدودهٔ قابل قبول فراتر رود، بررسی های بیشتری می باید انجام شود. نتایج غیر معمول به دست آمده می تواند ناشی از روشهای نا صحیح یا درست کار نکردن تجهیزات باشد. کاربر می باید علل به دست آمدن نتایج دور از ذهن را بررسی کند و نتایج آنها را مد نظر قرار ندهد تا دلایل به دست آمدن نتایج دور از ذهن آشکارا مشخص شود. اگر هیچ علت آشکاری برای نتایج دور از ذهن پیدا نشد احتمال دارد که تفاوت قابل توجهی در مقاومت بتن جاهای مختلف آزمون وجود داشته باشد. این تفاوتها می تواند به دلیل اختلاف در نسبت اختلاط ، درجه تحکیم یا شرایط عمل آوری باشد.

۱۰-۲- انحراف – انحراف این روش آزمون را نمی توان برآورد کرد زیرا مقاومت در برابر بیرون کشیدن تنها توسط این روش آزمون تعیین می شود.

۱۱- لغات کلیدی:

۱۱-۱- مقاومت بتن، مقاومت درجا؛ آزمون درجا؛ آزمون بیرون کشیدن.

پیوست

کالیبراسیون سیستم بارگذاری هیدرولیکی کششی‌الزامی

۱-این روش، مربوط به سیستم بارگذاری کششی شامل یک جک هیدرولیکی میان تهی، یک اندازه گیر فشار و یک پمپ دستی می باشد. سیستم بارگذاری کششی (پمپ ، اندازه گیر و جک هیدرولیکی) را توسط یک دستگاه آزمون مطابق با مشخصات مورد نیاز روش آزمون X39 کالیبره کنید. در سیستمهای دیگر، از توصیه های سازنده برای کالیبراسیون استفاده کنید که این کار باید به یکی از روشهای ذکر شده در دستورالعملهای استاندارد بند ۲-۳ انجام شود.

۲-جک هیدرولیک را بین دو قطعه باربر دستگاه آزمایش قرار دهید. موقعیت جک و قطعات باربر را طوری تنظیم کنید که بار به صورت مرکزی و محوری وارد شود. سپس پیستون را تا رسیدن به سطح مورد نظر برای انجام آزمون کششی باز کنید. کلاهک دستگاه آزمایش را با دقت روی جک کششی قرار دهید.

یادآوری ۱-۱- مراقبت از قطعات باربر به منظور جلوگیری از وارد شدن خسارت به دستگاه آزمایش الزامی است. صفحه فولادی سر نورد شده به قطر حداقل ۱۳ میلی متر توصیه می شود.

۳-با استفاده از پمپ هیدرولیکی، بارها را به طور تدریجی در محدوده کاربرد تعیین شده اعمال کنید و قرائت فشار هیدرولیکی و بار دستگاه آزمایش را در هر سطح کالیبراسیون بار ثبت کنید. با جکهای کشش مرکزی موجود، اصطکاک موجود در سیستم، منحنی های کالیبراسیون متفاوتی را به ازای بارهای افزاینده نسبت به بارهای کاهنده بوجود می آورد و در نتیجه تنها می باید از بارهای افزاینده استفاده کرد. به طور کلی، قرائت ها باید تقریبا در۲۰سطح تنش در محدوده بار تعیین شده انجام شود.

۴- با استفاده از قرائت های بارگذاری به دست آمده در طی کالیبراسیون، معادله رگرسیون مناسب را با استفاده از روش حد اقل مربعات متناسب با منحنی محاسبه کنید. آزمون کششی ممکن است در محدوده کوچکی از ظرفیت جک کششی انجام شود. اگر نتایج آزمون در یک محدوده کوچکی افت داشته باشند، معادله رگرسیون را با توجه به قرائت های کالیبراسیون در آن محدوده ، غیر از قرائت هایی که خارج از محدوده قرار دارند محاسبه کنید.

پیوست اطلاعاتی

۱- هنگامی که محاسبه تنش مورد نظر باشد ، تنش عمودی اسمی روی سطح گسیختگی مفروضی با تقسیم نیروی کششی بر مساحت مخروط ناقص و ضرب آن در سینوس نصف زاویه رأس (شکلهای ۱ و ۲)، به دست می آید. از معادلات زیر استفاده کنید:

$$f_n = (P / A)\sin\alpha \qquad (x1.1)$$

$$\sin\alpha = (d_3 - d_2)/2S \qquad (x1.2)$$

$$A = \pi S(d_3 + d_2)/2 \qquad (x1.3)$$

$$S = \sqrt{h^2 + ((d_3 - d_2)/2)^2} \qquad (x1.4)$$

که :

f_n = تنش عمودی اسمی ، Mpa (psi)

P= نیروی کششی ، N (1bf)

α = نصف زاویه رأس مخروط ناقص یا $\tan^{-1}(d_3 - d_2)/2h$

A= مساحت سطح گسیختگی ، میلی متر مربع

d_2= قطر کلاهک قطعه ورودی ، میلی متر

d_3= قطر داخلی حلقه باربر یا قطر قاعده بزرگ مخروط ناقص مفروض ، میلی متر

h = ارتفاع مخروط ناقص، از کلاهک ورودی تا سطح قاعده بزرگ ، میلی متر

S= طول یال مخروط ناقص، میلی متر

۲- محاسبه بالا مقدار متوسط تنش عمودی روی سطح گسیختگی مفروض را به دست می دهد که در شکل ۱ نشان داده شده است. از آنجائیکه توزیع تنش روی مخروط ناقص یکنواخت نیست، تنش عمودی محاسبه شده واقعی نیست. تنش عمودی محاسبه شده در هنگام مقایسه مقاومت در برابر بیرون کشیدن های مختلف که از آزمایشات با هندسه های مختلف که در محدوده این روش آزمون قرار می گیرند، مفید است .

منابع :

(1)- Richards. O. " Pullout Strength of Concrete."*Reproducibility* and Accuracy of Mechanical Tests. ASTM STP 626. ASTM 1977. pp. 32-40

(2)-Kiekegaard-Hansen.P,*Lok-Strength.* Saertryk af Nordisk Betong 3: 1975

(3)- Malhotra, V.M. and Carrette. G.. " Comparison of Pullout Strength of Concrete with Compressive Strength of Cylinders and Cores. Pulse Velocity and Rebound Number. " *Journal,* American Concrete Institute. Vol.77. No. 3. May-June 1980.pp.161-170.

(4)- Bickely.J.A ,"The Variability of Pullout Tests and In- Place Concrete Strength ", Concrete International. American Concrete Institute. Vol 4, No, 4, April 1982, pp. 44-51.

(5)- Dilly. R. L. and Ledbetter, W. B., "Concrete Strength Based on Maturity and Pullout. " ASCE journal of Structural Engineering, American Society of Civil Engineers, Vol. 110. No.2, Feb. 1984. pp. 354- 369.

(6)- Stone. W.C .and Giza. B. J., " The Effect of Geometry and Aggregate on the Reliability of the Pullout Test. " Concrete International, American Concrete Institute. Vol.7, No. 2, Feb. 1985, pp.27-36.

(7)- Hindo. K. R. and Bergstrom. W.R., " Statistical Evaluation of the In- Place Compressive Strength of Concrete, " Concrete International, American Concrete Institute Vol. 7. No. 2, Feb. 1985. pp. 44-48.

(8)- Yener, M.and chen, W. F., " On In- Place Strength of Concrete and Pullout Tests, " Cement, Concrete, and Aggregates, CCAGDP, Vol. 6, No.2, Winter 1984. pp. 90-99

(9)- Bickley, J.A., " the Evaluation and Acceptance of Concrete Quality by In- Place Testing. " In Stiu/Nondestructive Testing of Concrete, American Concrete Institute, 1984, pp. 95-109.

(10)- Carrette. G.G. and Malhotra, V. M., " In Situ Tests: Variability and Strength Prediction of Concrete at Early Ages, " In situ/ Nondestructive Testing of Concrete, American Concrete Institute. 1984, pp. 111-141 .

(11)-Khoo. L. M., Pullout Technique- An Additional Tool for In Situ Concrete Strength Determination," In Situ/Nondestructive Testing of Concrete, American Concrete Institute. 1984, pp.143-159

(12)- Vogt. W.L., Beizai. V. and Dilly. R.L., " In Situ Strength of Concrete With Inserts Embedded by " Finger Placing. " In SitwNondestrucrive Testing of Concrete, American Concrete Institute. 1984, pp.161-175

(13)- Parsons, T. J.and Naik, T.R., " Early Age Concrete Strength Determination Pullout Testing and Maturity. " In Situ/Nondestructive Testing of Concrete, American Concrete Institute. 1984, pp.177-199

(14)- ACI 228. IR- 95. " In- Place Methods to Estimate Concrete Strength, " ACI Manual of Concrete Practice- Part 2, 1998. American Concrete Institute. Farmington Hills, MI.

(15)- Petersen. C.G., " LOK-TEST and CAPO-TEST Pullout Testing, Twenty Years Experience, " Proceedings of Conference on Nondestructive Testings in Civil Engineering. 8-11 April 1997, Liverpool U.K. British Institute of Nondestructive Testing.

16- Carino, N.J., " Pullout Test. " Chapter 3 in Handbook on Nondestructive Testing of Concrete, V.M. Malhotra and N.J. Carino, Eds., CRC Press, Boca Raton. FL, 1991, PP.39-82