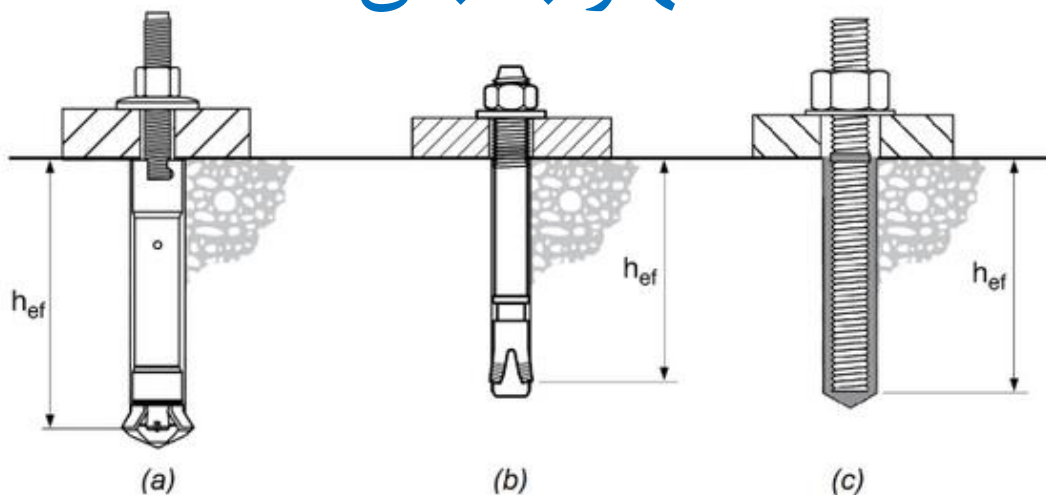


به نام خدا مهيار به بتن



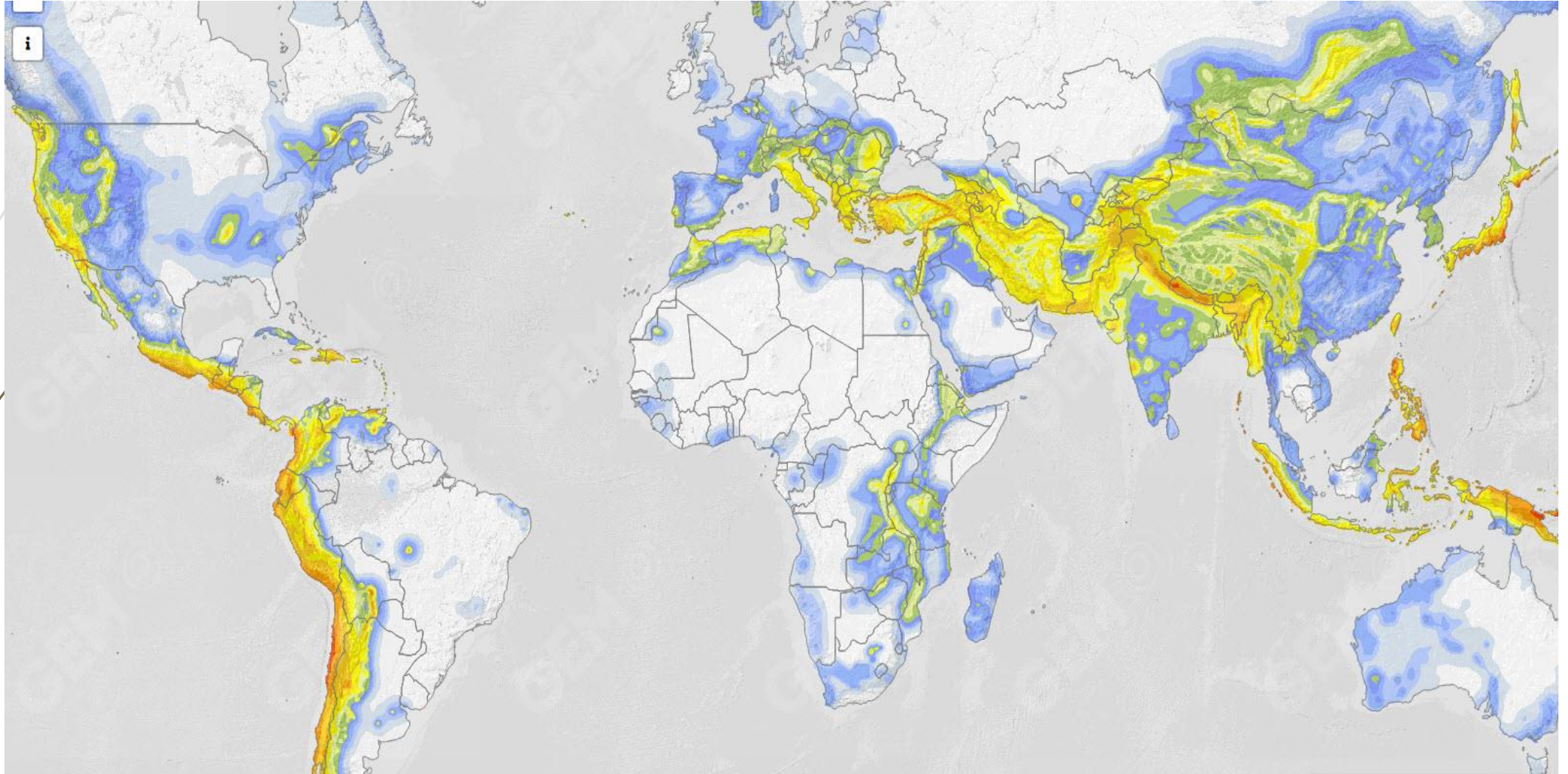
عليرضا فاروقی

دکترای تخصصی مهندسی سازه



استاد یار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق
عضو کارگروه تدوین ویرایش پنجم استاندارد ۲۸۰۰
عضو کارگروه فصل بیستم آبا (ضوابط لرزه ای) ویرایش ۱۴۰۰
عضو کمیته ایرانی نرم افزار های مهندسی و کارگروه بتن
عضو کمیته فنی استاندارد ملی بارهای طراحی سازه های غیرساختمانی

مناطق با خطر لرزه ای بالا؟



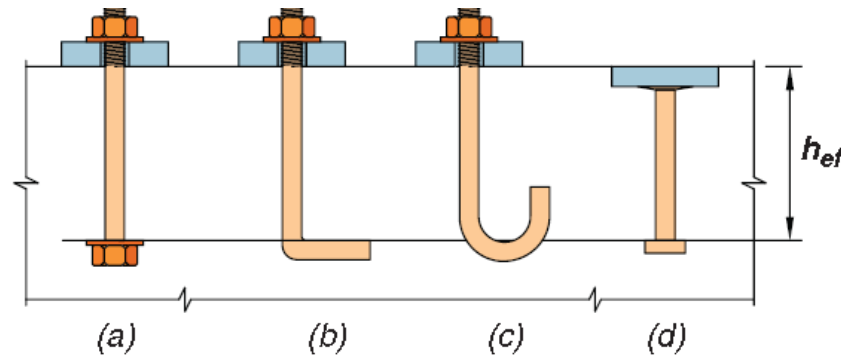
مناطق لرزه خیزی سطح کره زمین (۲۰۱۸)

<https://maps.openquake.org/map/global-seismic-hazard-map>

۹-۱۸ مهار به بتن

کاشت و مهار به بتن:

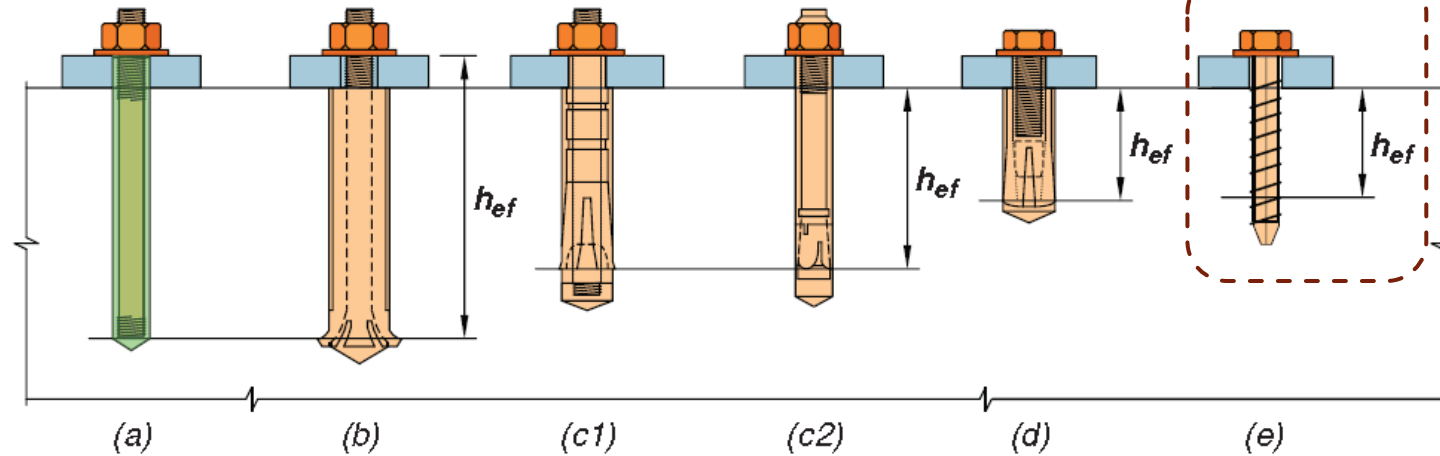
تعبیه شده
(قبل از بتن
ریزی)



(A) Cast-in anchors: (a) hex head bolt with washer; (b) L-bolt; (c) J-bolt; and (d) welded headed stud.

نکته ۱:
پیچهای خودکار (بدون مهره)
در آیین نامه ذکر نشده است.

کاشته شده
بعد از بتن
ریزی

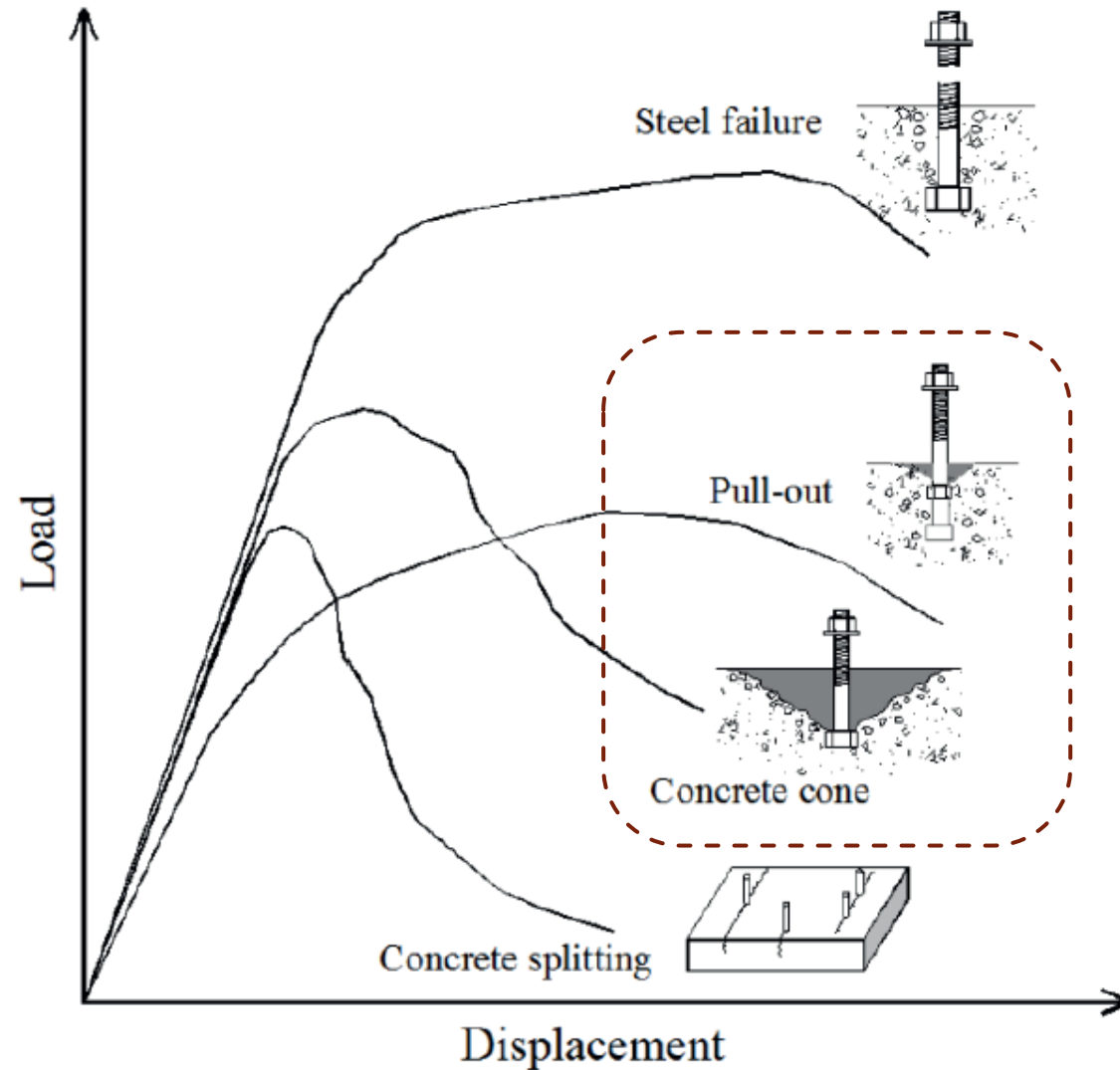


(B) Post-installed anchors: (a) adhesive anchor; (b) undercut anchor; (c) torque-controlled expansion anchors [(c1) sleeve-type and (c2) stud-type]; (d) drop-in type displacement-controlled expansion anchor; and (e) screw anchor.

نکته ۲:
مابقی انواع
پیچهای ذکر
شده عمدتاً
فاقد رزوه در
طول خود
هستند که به
بصورت
مکانیکی یا
سردار و یا
چسب با بتن
درگیر می
شوند.

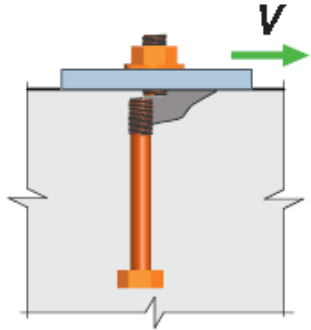
کاشت میلگرد: (تئوری انکر (مهاری))

اشکال خرابی در کشش
(EN 1992-4)

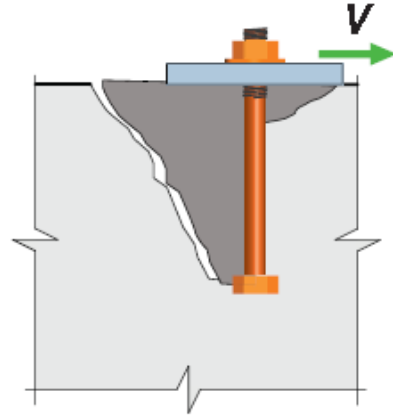


ترکیب این دو مشابه خرابی
پیوستگی بتن است. (ACI318-19)

اشکال خرابی در برش

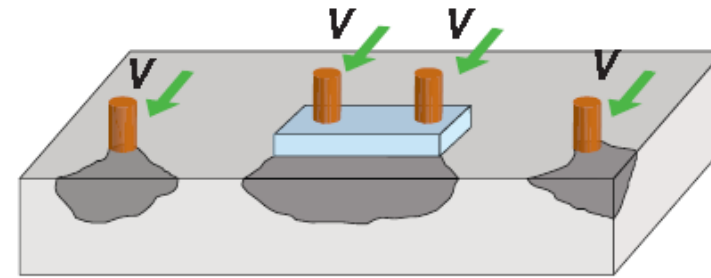
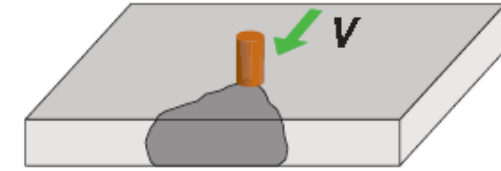
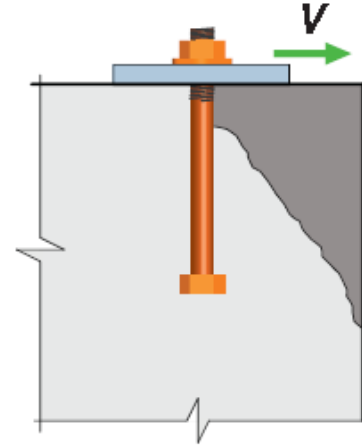


(i) Steel failure preceded by concrete spall



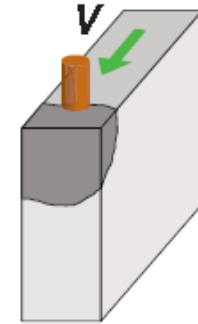
(ii) Concrete pryout for anchors far from a free edge

(قلوه کن شدگی بتن)



(iii) Concrete breakout

(گسیختگی بتن)



(b) Shear loading

جدول ۹-۱۸-۱. مقاومت مهار برای انواع حالات گسیختگی.

کاشت و مهار به بتن:

مهار گروهی	مهار تک	نوع مهار			بند	حالت گسیختگی	نوع بار		
		مهار چسبی	مهار کاشتنی انبساطی و زیرچاکی	مهار تعبیه شده					
مهارها در یک گروه مهار	هر مهار	$\phi N_{sa} \geq N_{ua,i}$	$\phi N_{sa} \geq N_{ua}$	■	■	■	۱-۴-۱۸-۹	مقاومت فولاد مهار	کشش
		$\phi N_{cbg} \geq N_{ua,g}$	$\phi N_{cb} \geq N_{ua}$	■	■	■	*۲-۴-۱۸-۹	مقاومت گسیختگی مخروطی بتن	
		$\phi N_{pn} \geq N_{ua,i}$	$\phi N_{pn} \geq N_{ua}$		■	■	۳-۴-۱۸-۹	مقاومت بیرون کشیدگی بتن	
		$\phi N_{sbg} \geq N_{ua,g}$	$\phi N_{sb} \geq N_{ua}$		■	■	۴-۴-۱۸-۹	مقاومت بیرون زدگی جانبی بتن	
		$\phi N_{ag} \geq N_{ua,g}$	$\phi N_a \geq N_{ua}$	■			**۵-۴-۱۸-۹	مقاومت پیوستگی بتن	
		$\phi N_{bac} \geq N_{ua,s}$	$\phi N_{bac} \geq N_{ua,s}$	■			۶-۴-۱۸-۹	مقاومت پیوستگی در کشش دائمی	
		$\phi V_{sa} \geq V_{ua,i}$	$\phi V_{sa} \geq V_{ua}$	■	■	■	۱-۵-۱۸-۹	مقاومت فولاد مهار	
		$\phi V_{cbg} \geq V_{ua,g}$	$\phi V_{cb} \geq V_{ua}$	■	■	■	*۲-۵-۱۸-۹	مقاومت گسیختگی لبه بتن	
		$\phi V_{cpg} \geq V_{ua,g}$	$\phi V_{cp} \geq V_{ua}$	■	■	■	۳-۵-۱۸-۹	مقاومت قله کتی بتن	

* این ضوابط فقط برای مهارهای با قطر کمتر یا مساوی ۱۰۰ میلیمتر قابل اعمال است.

** این ضوابط فقط برای مهارهای با طول مدفون $4d_a \leq h_{ef} \leq 20d_a$ قابل اعمال است.

کاشت و مهار به بتن:

CODE

17.3.3 For adhesive anchors with embedment depths $4d_a \leq h_{ef} \leq 20d_a$, bond strength requirements shall be considered satisfied by the design procedure of 17.6.5.

COMMENTARY

R17.3.3 ACI 355.4M limits the embedment depth of adhesive anchors to $4d_a \leq h_{ef} \leq 20d_a$, which represents the theoretical limits of the bond model (Eligehausen et al. 2006a).

ACI STRUCTURAL JOURNAL

TECHNICAL PAPER

Title no. 103-S83

Behavior and Design of Adhesive Bonded Anchors

by Rolf Eligehausen, Ronald A. Cook, and Jörg Appl

This paper presents the results of extensive numerical and experimental work performed to establish a behavioral model that provides the basis for developing design provisions for anchorages to concrete using adhesive bonded anchors. These types of anchorage systems are used extensively, yet they are currently excluded from the design provisions of ACI 318. The behavioral model is compared with a worldwide database containing 415 tests on adhesive anchor groups, 133 tests of adhesive anchors located near a free edge, and accompanying baseline single anchor tests used to establish the relationship between the results of the group and edge tests and the behavior of isolated single anchors.

The behavior and design recommendations for single grouted anchors are addressed in Zamora et al.² Information regarding group testing is provided in Cook et al.³ The behavior of grouted anchors arranged in groups or near edges is quite similar to the behavior of adhesive anchors described in this paper; however, the effects of a bond failure at the outer bond area between the grout and the concrete require a separate strength evaluation.

RESEARCH SIGNIFICANCE

ضرایب کاهش مقاومت برای تخمین مقاومت f_y متناسب با رفتار فولاد (و نبود پله تسلیم مشخص در فولادهای پرمقاومت)، ضریب کاهش مقاومت **برشی** متناسب با احتمال **توزیع غیریکنواخت برش**، کمی کوچک تر فرض شده است.

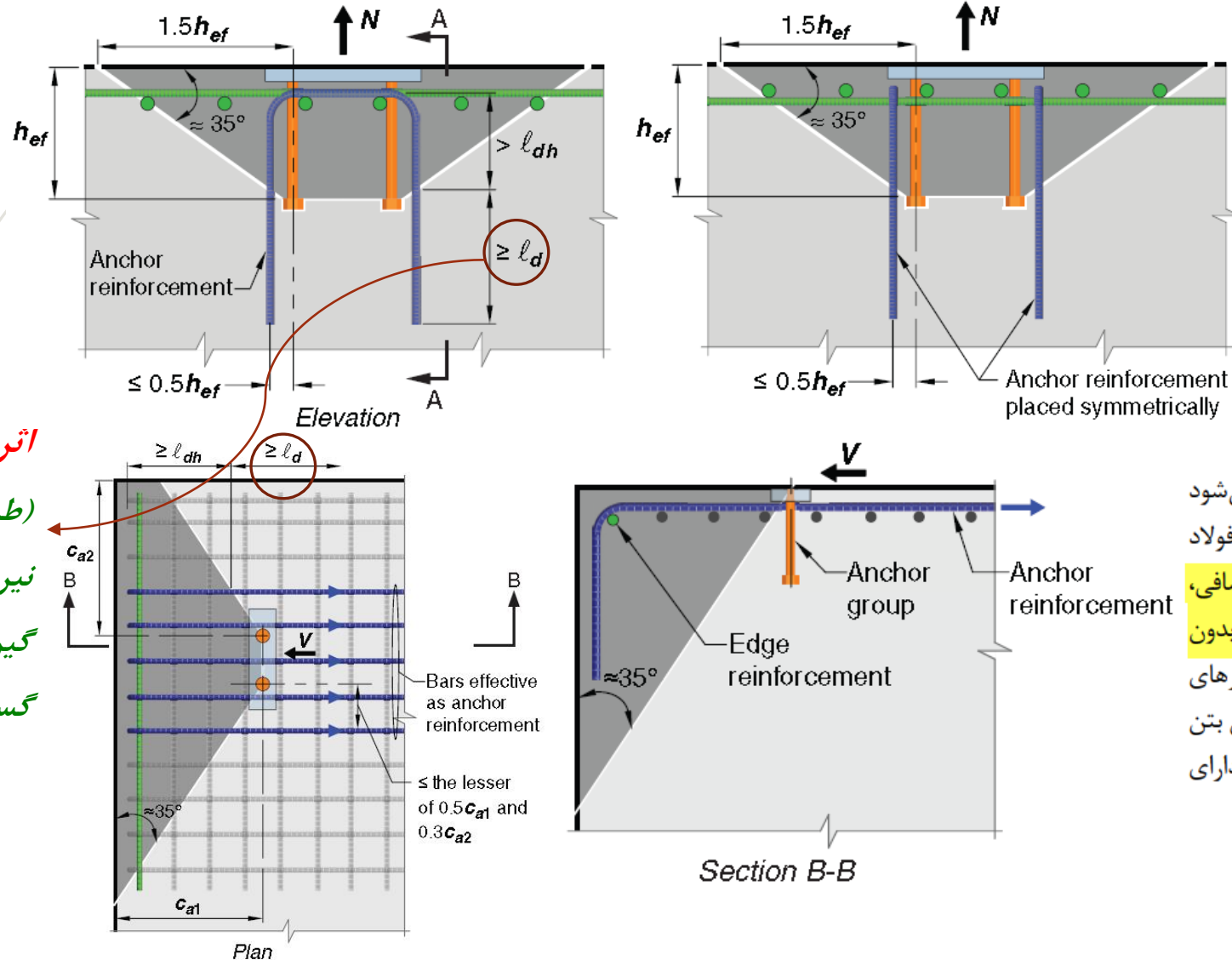
جدول ۹-۱۸-۲

در این مودهای ذکر شده، دیگر بودن و نبودن میلگردهای اضافی اهمیتی ندارد. این آرماتورها صرفاً در مودهای **گسیختگی مخروطی بتن و پیوستگی فولاد و بتن** (ستون قبلی) موثر است.

مقاومت مهار با مقاومت عضو فولادی کنترل می شود			
حالت گسیختگی		بار	ϕ
مقاومت عضو فولادی شکل پذیر کنترل کننده مقاومت مهار است		کششی	۰/۷۵
		برشی	۰/۶۵
مقاومت عضو فولادی ترد کنترل کننده مقاومت مهار است		کششی	۰/۶۵
		برشی	۰/۶۰
مقاومت مهار با یکی از حالات گسیختگی بتن کنترل می شود			
نوع مهار		بار	ϕ
تمامی انواع مهارها		برشی	با آرماتورهای اضافی گذرنده از سطح گسیختگی ^۲ بجز برای گسیختگی بیرون کشیدگی و قله کنی بتن
			بدون آرماتورهای اضافی گذرنده از سطح گسیختگی و شامل گسیختگی بیرون کشیدگی یا قله کنی بتن
مهارهای تعبیه شده		کششی	قلوه کنی بتن
			گل میخ های سردار، پیچ های سردار، یا پیچ های قلاب دار
			گروه ۱. حساسیت کم به نصب و قابلیت اعتماد زیاد
			گروه ۲. حساسیت متوسط به نصب و قابلیت اعتماد متوسط ^۱
مهارهای کاشتنی		کششی	گروه ۳. حساسیت زیاد به نصب و قابلیت اعتماد کم ^۱

^۱ میزان حساسیت و قابلیت اعتماد مهار کاشتنی باید بر اساس آزمایش های مورد استناد مراجع مورد تأیید تعیین شود.

^۲ نیازی به طراحی آرماتورهای اضافی نیست و تامین آرماتور حداقل آیین نامه طبق الگوهای نشان داده شده در شکل ۹-۱۸-۳ کافی است.

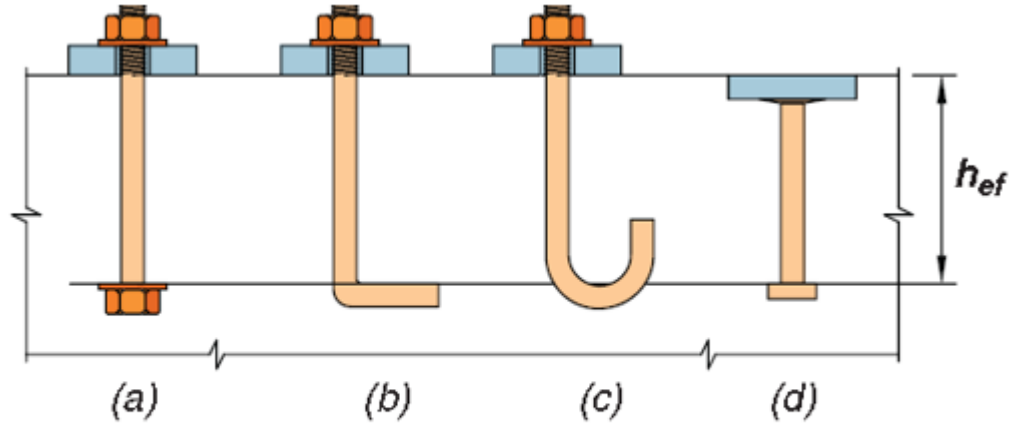


اثر میلگردهای اضافی

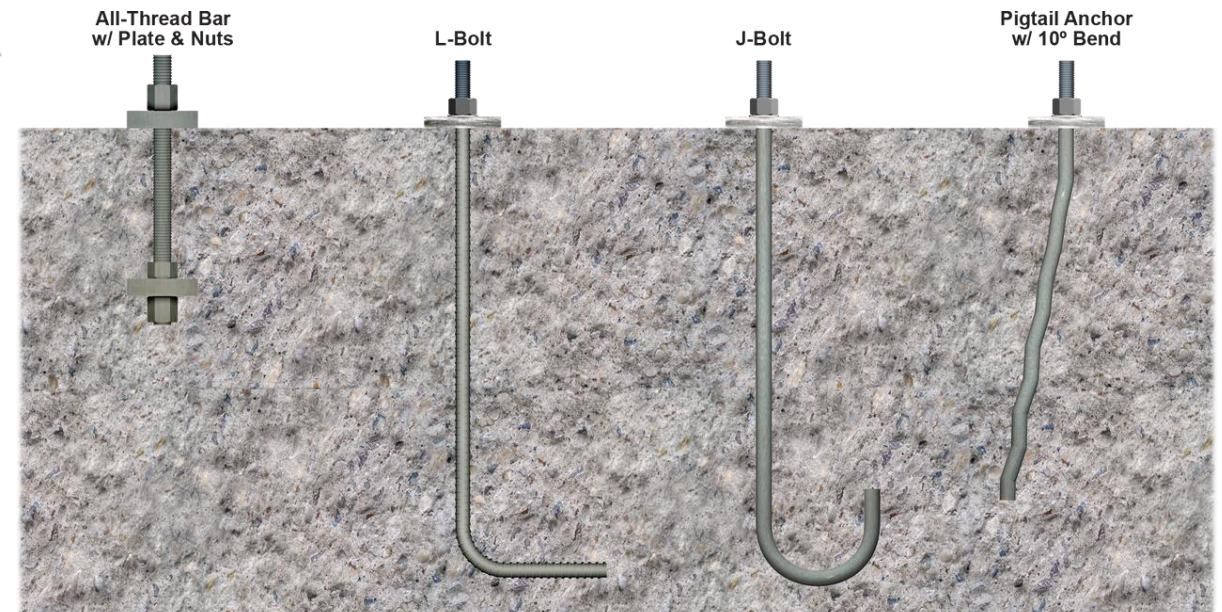
(طراحی برای انتقال نیروهای مهاری و طول گیرایی کامل بعد از سطح گسیختگی نیاز نیست)

ت ۱۸-۳-۷ آرماتور مهار در این متن به آرماتورهایی اطلاق می شود که بر اساس محاسبه و برای انتقال بار در راستای انتقال نیرو از فولاد مهار به بتن به کار گرفته می شود (شکل ۴-۱۸). آرماتورهای اضافی، آرماتورهایی هستند که بر اساس تامین ضوابط حداقل آیین نامه (بدون انجام محاسبات خاصی) در بتن کار گذاشته می شوند و آرماتورهای تکمیلی، آرماتورهایی هستند که برای کنترل ترک دو نیم شدگی بتن مورد استفاده قرار می گیرند. تمام انواع آرماتورهای فوق باید دارای مهار مناسب بر اساس ضوابط فصل ۲۱ باشند.

قسمت اول: مهار (بدون رزوه) تعبیه شده



(A) Cast-in anchors: (a) hex head bolt with washer; (b) L-bolt; (c) J-bolt; and (d) welded headed stud.



قسمت اول: مهار (بدون رزوه) تعبیه شده (مقاومت بیرون کشیدگی):

$$N_p = 0.9f'_c e_h d_a$$

که در آن $3d_a \leq e_h \leq 4.5d_a$ ؛ و یا

تعیین بر اساس احتمال شکست ۵ درصد مبتنی بر آزمایش‌های مورد استناد مراجع مورد تایید با صرف نظر از مشارکت اصطکاک.

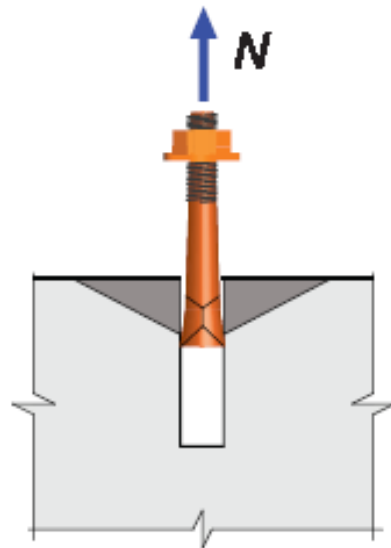
پیچ‌های قلاب‌دار با خم ۹۰ و ۱۸۰ درجه

17.6.3.2 Basic single anchor pullout strength, N_p

(b) For J- or L-bolts, N_p shall be calculated by:

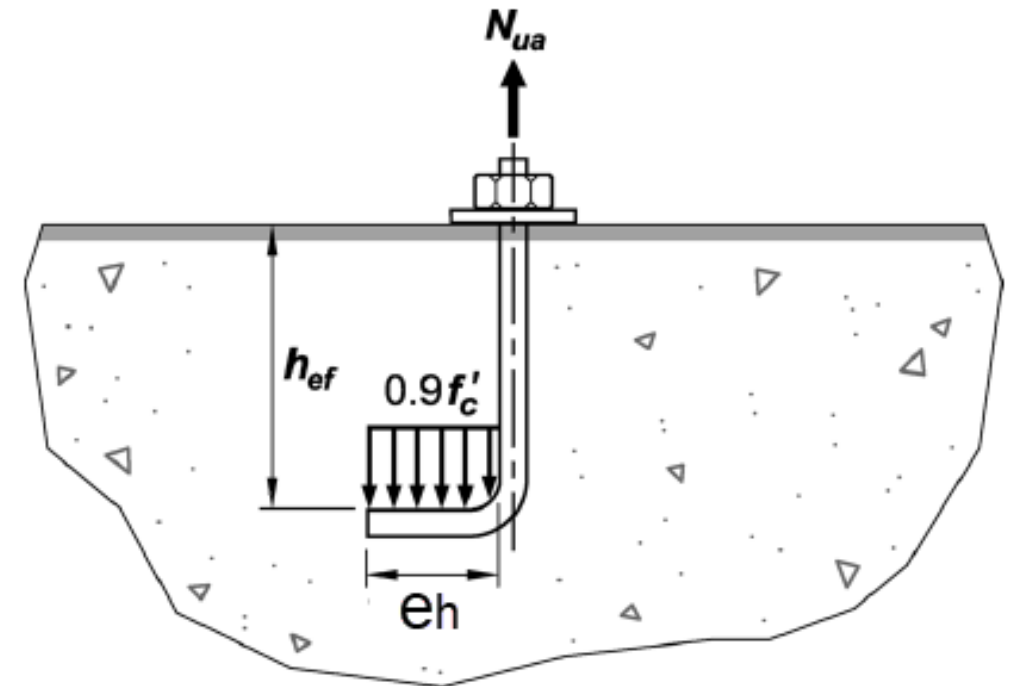
$$N_p = 0.9f'_c e_h d_a \quad (17.6.3.2.2b)$$

where $3d_a \leq e_h \leq 4.5d_a$.



(ii) Pullout

بیرون کشیدگی



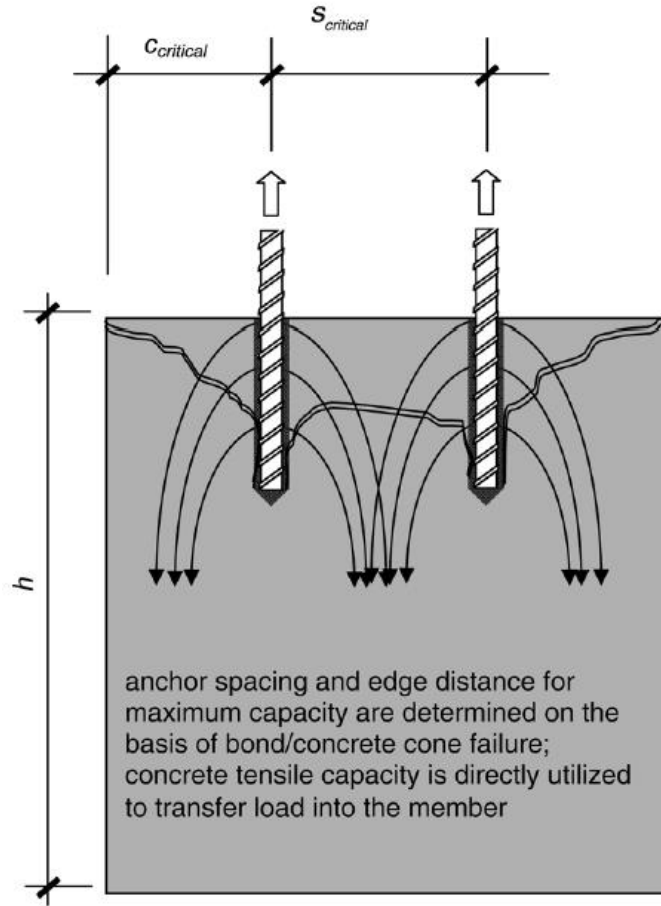
قسمت دوم: مهار کاشته شده (مقاومت پیوستگی)



(e) Post-installed adhesive anchors that meet the assessment criteria of **ACI 355.4M**.

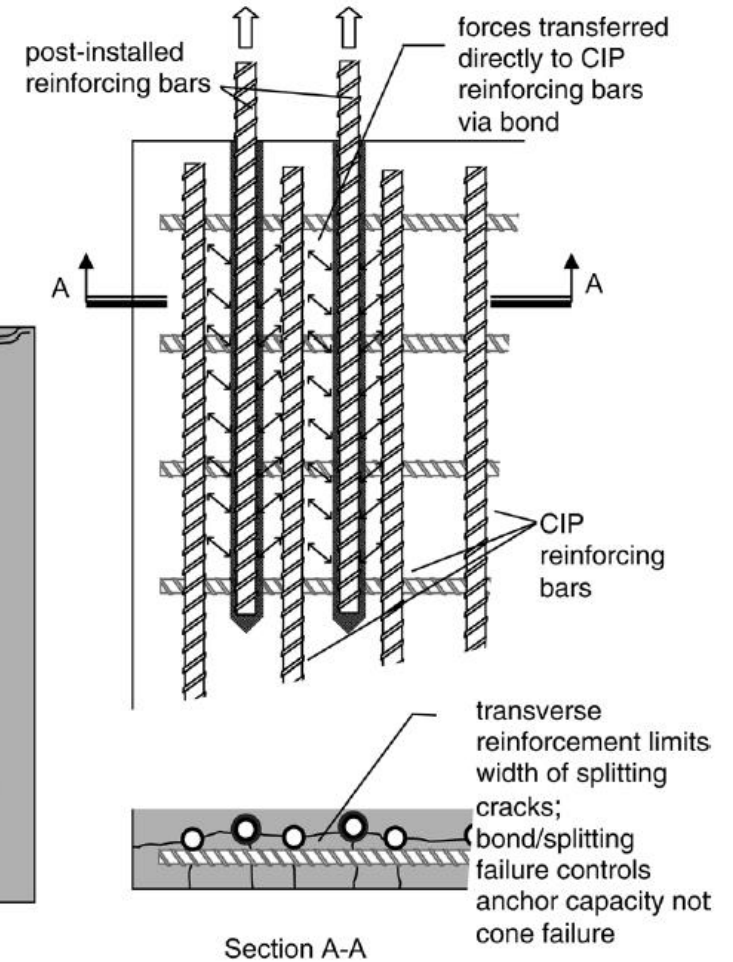
Qualification of Post-Installed Adhesive Anchors in Concrete (ACI 355.4-19) and Commentary

R1.2.6 This standard is intended to provide parameters for the design of adhesive anchors in conjunction with the provisions of ACI 318M, Appendix D. Those provisions are derived from the principles of anchor theory, whereby anchor forces are transferred to the concrete in a manner that generally precludes splitting of the concrete and where spacing, edge distance, and member thickness are explicitly considered in the evaluation of the concrete breakout capacity (Fig. R1.1(a)). It is not intended to address the assessment or design of post-installed reinforcing bars proportioned according to the concepts of development and splicing of reinforcement (Fig. R1.1(b)). While the provisions of Chapter 12 of ACI 318M may be used to establish embedment lengths for post-installed reinforcing bars in such cases, the ability of an adhesive anchor system to transfer loads to adjacent embedded bars, particularly where longer splice lengths are required, should be verified by appropriate testing. Testing for the splice length is outside the scope of this standard.



(a) Reinforcing dowels designed using anchor theory as addressed by this criteria.

قسمت دوم: مهار کاشته شده (مقاومت پیوستگی)

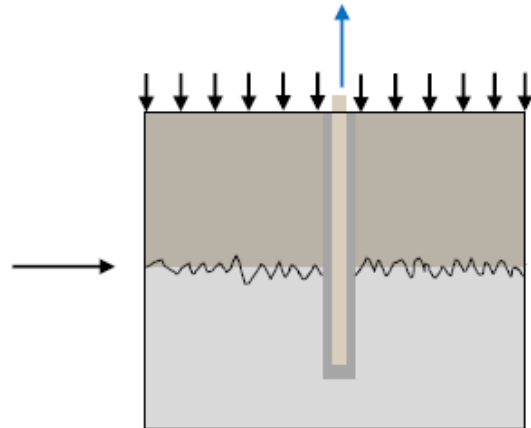


(b) Post-installed reinforcement designed as a lap splice (not covered by this criteria).

قسمت دوم: مهار کاشته شده (مقاومت پیوستگی)



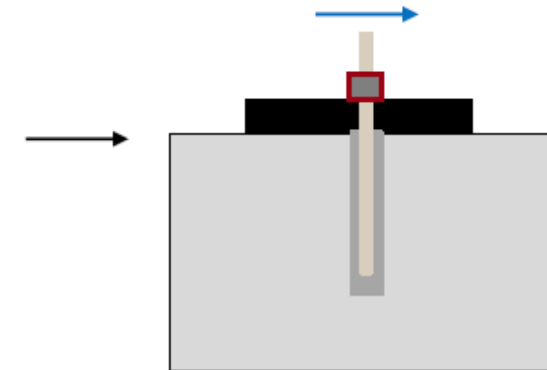
“Rebar theory” “Design of rebar as a rebar”



- The post-installed rebar clamps the two faces together, enabling shear transfer through friction acting over the interface surface area. The roughness of the interface surface is critical.
- The post installed rebar acts in tension only.
- Carbonated layer should be removed



“Anchor theory” “Design of rebar as an anchor”

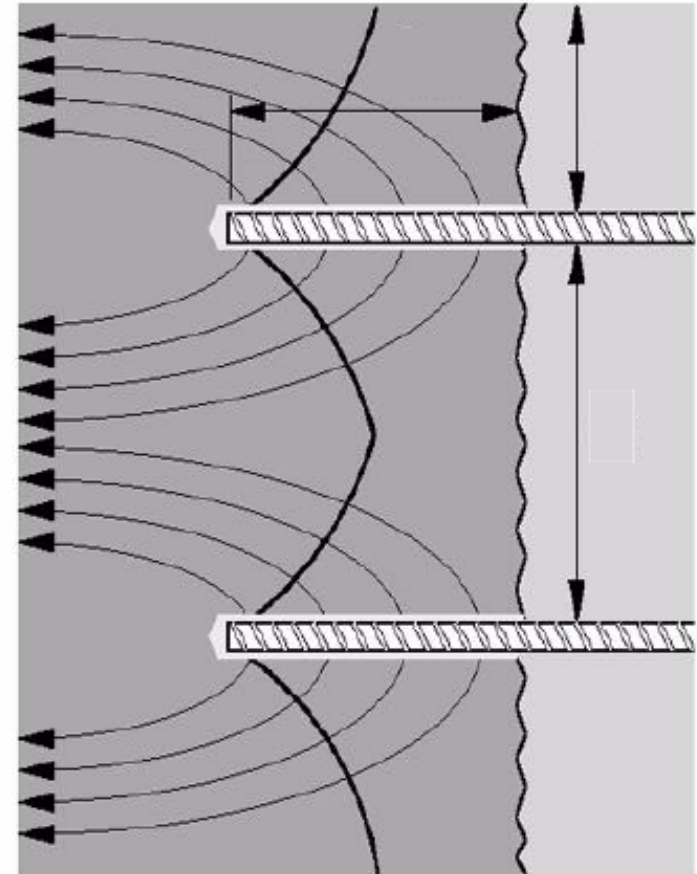


- The anchor takes up the shear load.
- The roughness of the interface surface does not play any role.

کاشت میلگرد: (تئوری انکر (مهاری))

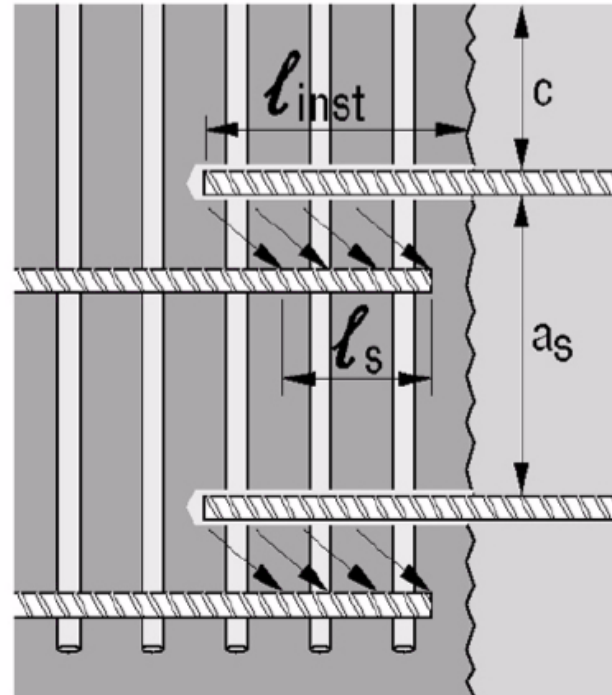
Design of Rebar as an Anchor

- Load acting on rebar is transferred to the concrete
- Rebar resists both Shear and Tension forces
- Takes into account the concrete cone failure

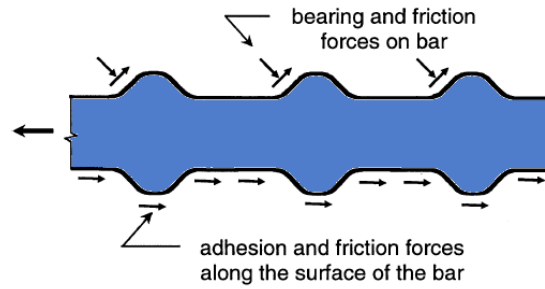


کاشت میلگرد: (تئوری انکر (مهار))
The logic is that post-installed rebars will work the same way as a straight cast-in bar.

Load is transferred from the post installed rebar to the existing rebars



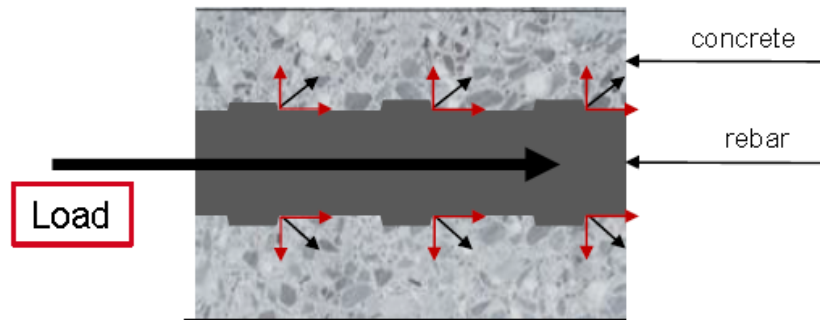
Unlike the Anchor Theory, the load is transferred from the new rebars to the existing rebars through the concrete



کاشت میلگرد: (تئوری انکر (مهاری))

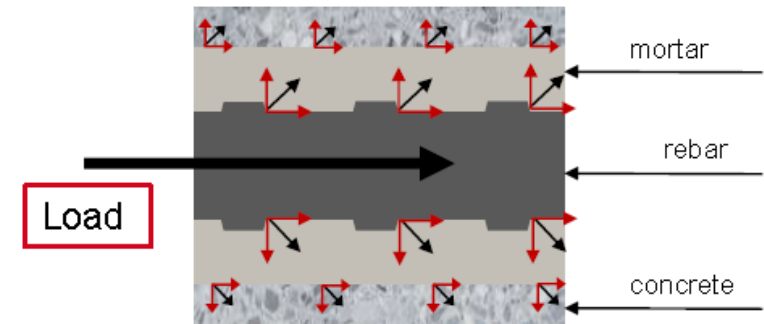
BASED ON THE QUALIFICATION PROCESS, PIR SHOULD BEHAVE SIMILARLY TO CAST-IN IN SEISMIC

Cast-in rebar



1. Load transferred by **mechanical interlock** provided by the rebar ribs.
2. Mechanical interlock develops **compression struts**
3. Struts lead to rotational tensile stresses **perpendicular** to the **loading direction**.

Post-installed rebar

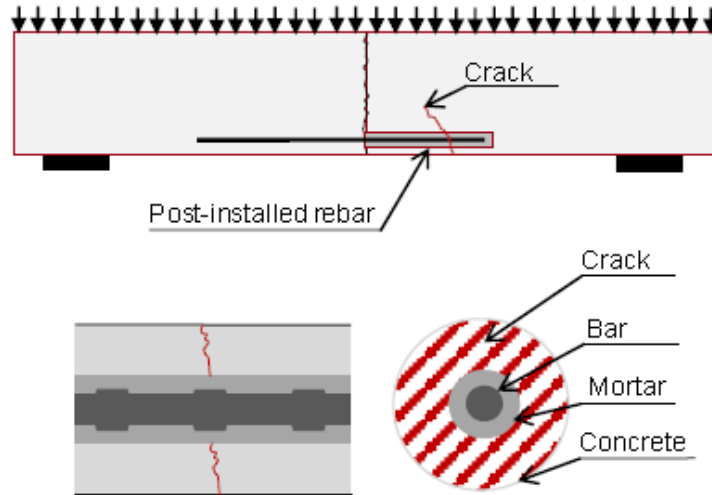


1. Load from the rebar transferred to the **concrete via the mortar** at the interface
2. Transfer occurs due to **adhesion and micro-interlock** at the rough interface caused by the drilled hole.

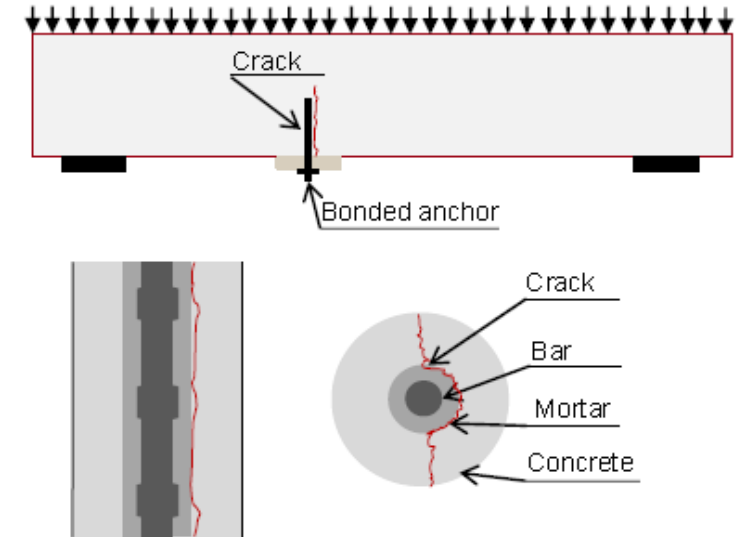
کاشت میلگرد: (تئوری انکر (مهاری))



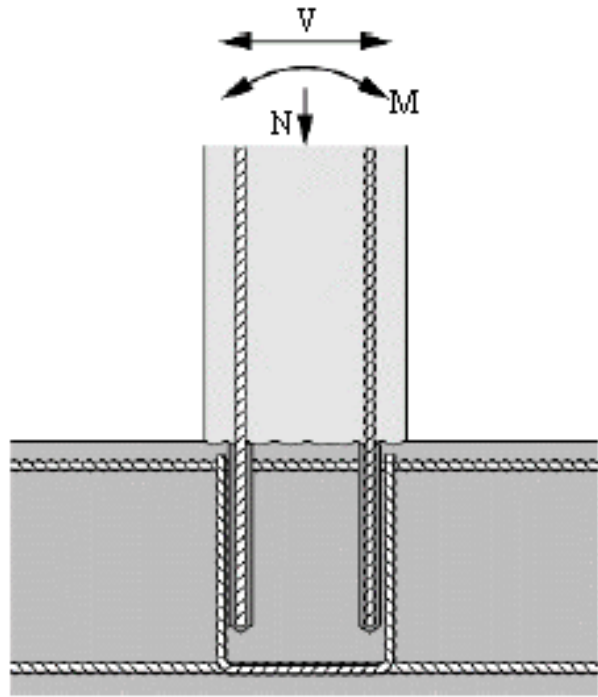
“Rebar theory”
“Design of rebar as a rebar”



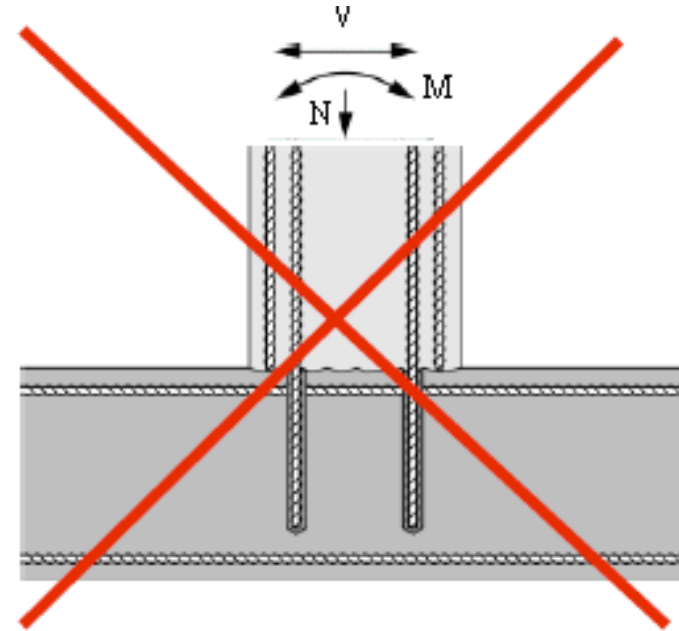
“Anchor theory”
“Design of rebar as an anchor”



کاشت میلگرد: (محدودیت های عملکردی میلگردهای کاشتنی چسبی)



Overlap joint at a foundation of a column or wall

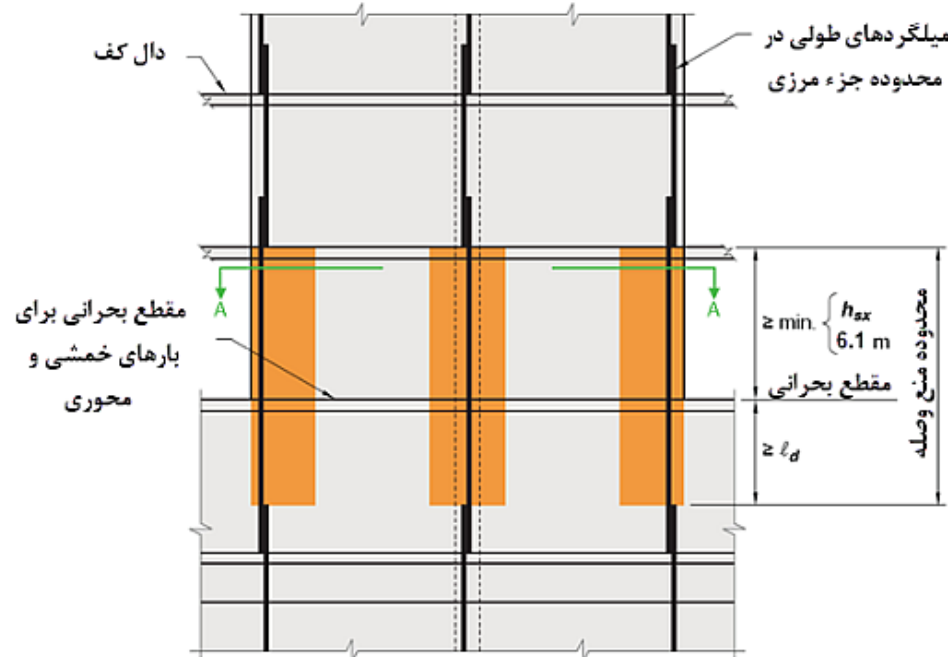


Components subjected to bending moment and compression

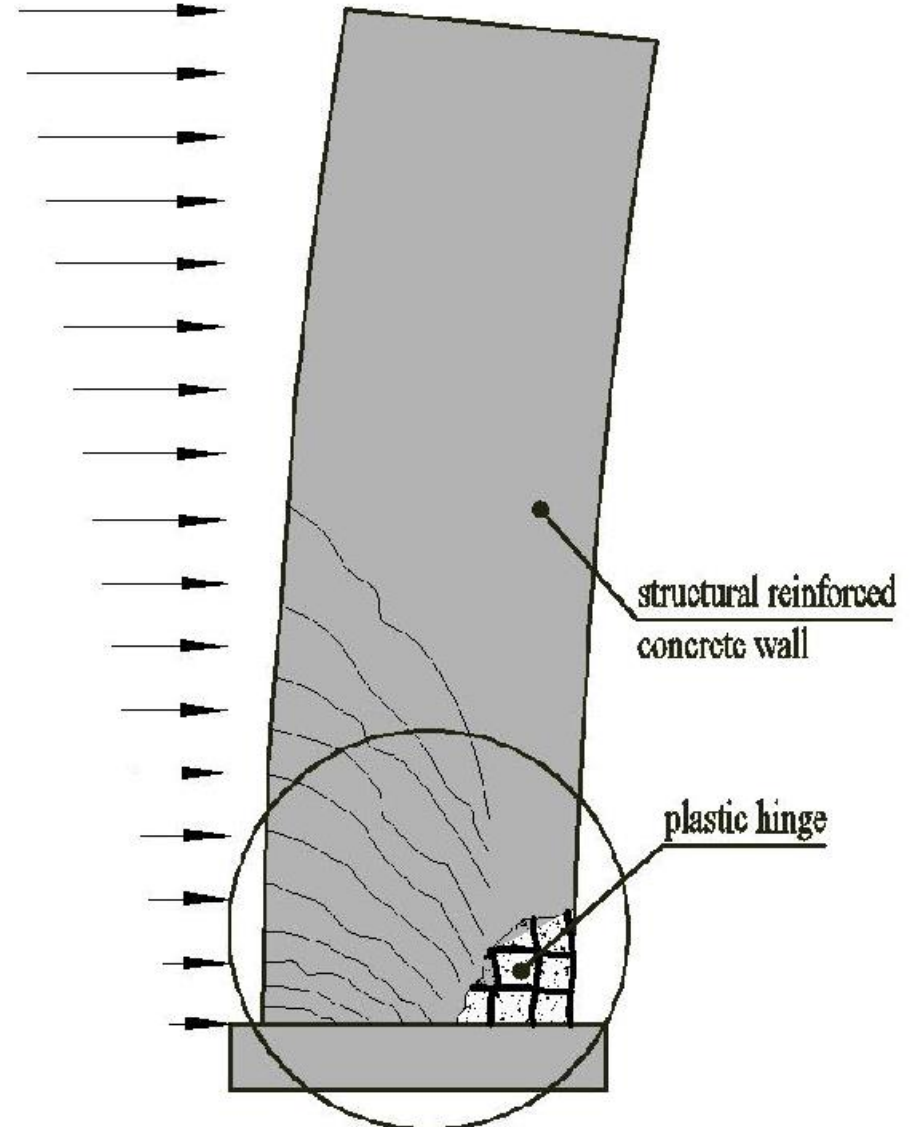
کاشت میلگرد: (محدودیت های عملکردی میلگردهای کاشتنی چسبی)

۴-۱-۱۸ موارد زیر در انتخاب نوع طراحی و نصب مهار باید در نظر گرفته شوند:

پ-ضوابط این فصل را نمی توان برای طراحی مهارهایی به کار برد که در نواحی تشکیل مفصل های پلاستیک در اعضای بتنی تحت نیروهای زلزله قرار دارند.

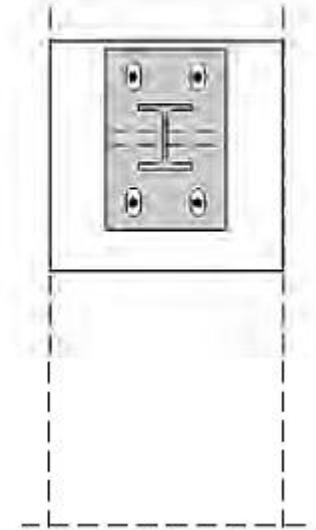
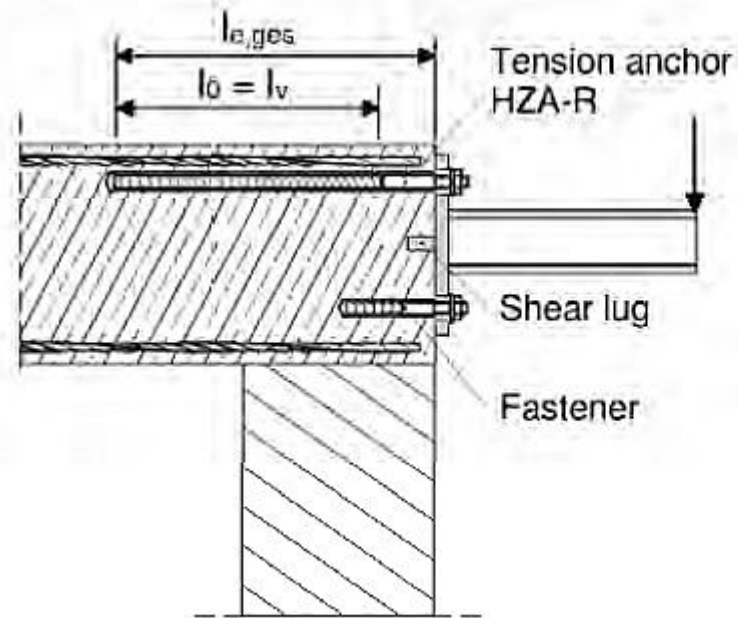
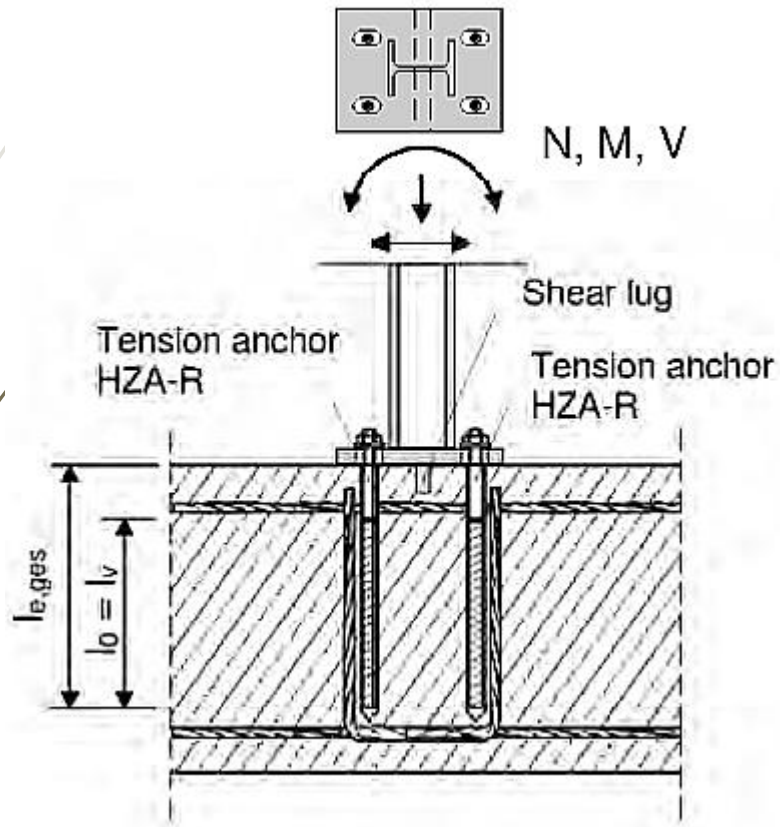


توجه: برای وضوح بیشتر، صرفا میلگردهای مورد نیاز نمایش داده شده است



کاشت میلگرد: (محدودیت های عملکردی میلگردهای کاشتنی چسبی)

(توجه نمایید که در این حالت مودهای گسیختگی تئوری انکر وجود ندارد)



کاشت میلگرد: (محدودیت های عملکردی میلگردهای کاشتنی چسبی)

	“Rebar theory” Post-installed rebar	“Anchor theory” Bonded anchor
Load on the bar	Tension (roughness of joint critical for the shear transfer)	Tension, shear, combination of both
Load transfer mechanism	Equilibrium with local or global concrete struts	Utilization of concrete tensile strength
Failure modes	Steel yielding, pull out, splitting	Steel failure, concrete cone failure, pull out, splitting
Design steps	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calculation of steel reinforcement 2. Calculation of required anchorage length 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Calculation of all characteristic capacities 2. Determination of minimum capacity controlling failure anchorage
“Result of theory application”	Anchorage length (l_{bd})	Capacity of the anchor (N_{Rk})
Minimum concrete cover (min (spacing; edge distance))	According to EC2	According to ETA
Allowable anchorage length	$l_{b,min} \geq \max(0.3l_{brqd}, f_{yd}, 10\phi; 100mm)$	$4\phi \leq l_{b,min} \leq 20\phi$
Concrete	Uncracked/cracked	Cracked/uncracked

در میلگردهای تعبیه شده با عمق مهار و فاصله کافی، فرض بر این است که گسیختگی مخروطی بتن اتفاق نمی افتد، هرچند که تحقیقات اخیر این فرضیه را به خصوص در قطر زیاد و فواصل کم به چالش می کشد.

کاشت میلگرد: (محدودیت های عملکردی میلگردهای کاشتنی چسبی)




CivilEng



Article

Analytical Investigation of Tension Loaded Deformed Rebar Anchors in Concrete

Sandip Chhetri * and Rachel A. Chicchi 

۲۰۲۱

ACI STRUCTURAL JOURNAL

TECHNICAL PAPER

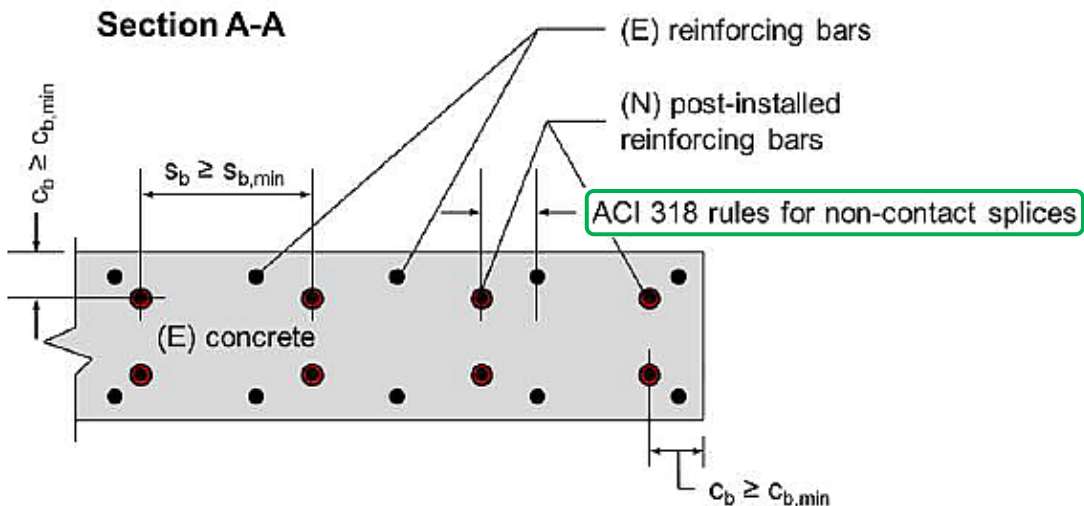
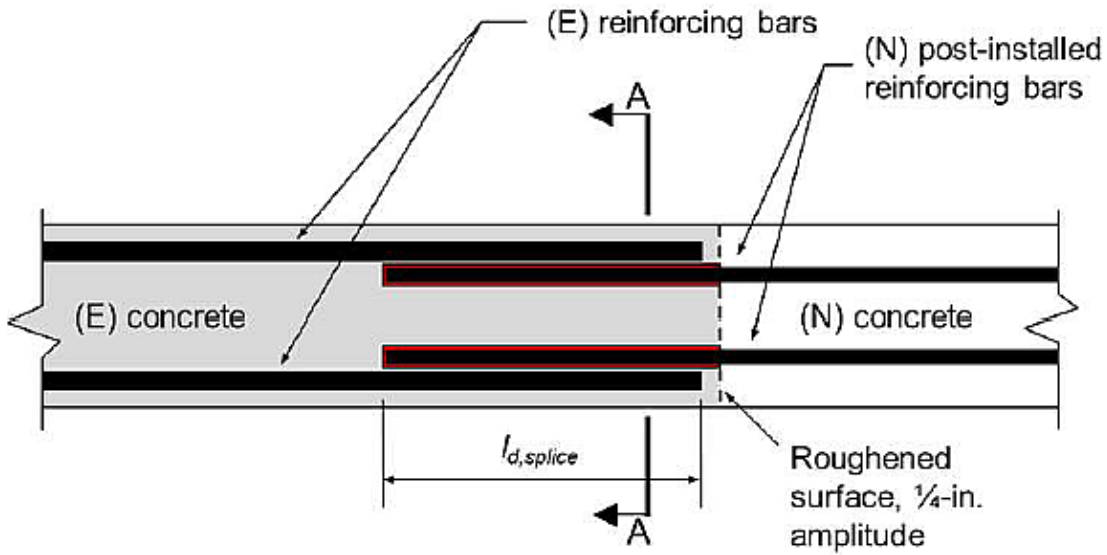
Title No. 117-S25

Qualification and Design of Cast-in-Place and Post-Installed Reinforcing Bar Anchorages

by Christoph Mahrenholtz, Rolf Eligehausen, and Hans-Wolf Reinhardt

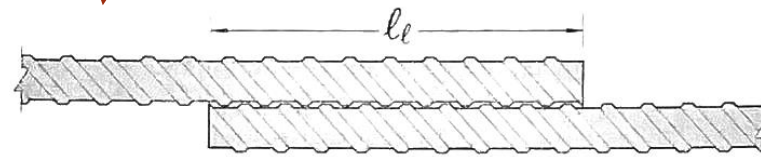
۲۰۲۰

کاشت میلگرد: (تئوری آرماتور)

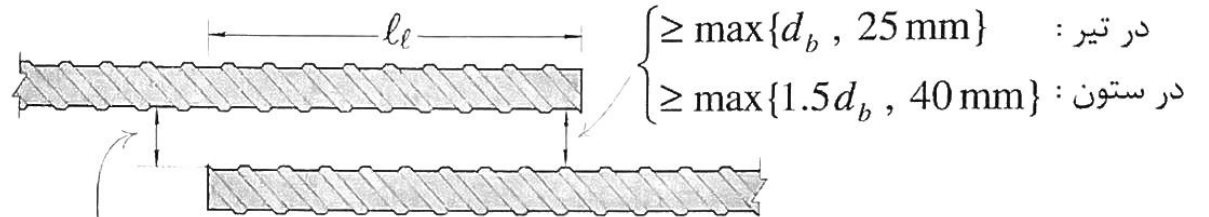


HILTI HIT-HY 200 FOIL PACK AND MIXING NOZZLE

۹-۲۱-۲-۱ فاصله‌ی حداقل میلگردها
 ۹-۲۱-۴-۱-۴ وصله‌ی پوششی غیر تماسی



(الف)



(ب)

$$\leq \min\left\{\frac{1}{5}l_l, 150 \text{ mm}\right\}$$

در تیر: $\geq \max\{d_b, 25 \text{ mm}\}$
 در ستون: $\geq \max\{1.5d_b, 40 \text{ mm}\}$

کاشت میلگرد: (تئوری آرماتور)

TABLE 26—DEVELOPMENT LENGTH FOR EU METRIC REINFORCING BARS IN HOLES DRILLED WITH A HAMMER DRILL AND CARBIDE BIT OR HILTI HOLLOW CARBIDE BIT^{1,2,4}

DESIGN INFORMATION	Symbol	Criteria Section of Reference Standard	Units	Bar size						
				8	10	12	16	20	25	32
Nominal reinforcing bar diameter	d_b	BS 4449: 2005	mm (in.)	8 (0.315)	10 (0.394)	12 (0.472)	16 (0.630)	20 (0.787)	25 (0.984)	32 (1.260)
Nominal bar area	A_b	BS 4449: 2005	mm ² (in ²)	50.3 (0.08)	78.5 (0.12)	113.1 (0.18)	201.1 (0.31)	314.2 (0.49)	490.9 (0.76)	804.2 (1.25)
Development length for $f_y = 72.5$ ksi and $f'_c = 2,500$ psi (normal weight concrete) ³	l_d	ACI 318-11 12.2.3	mm (in.)	305 (12.0)	348 (13.7)	417 (16.4)	556 (21.9)	871 (34.3)	1087 (42.8)	1392 (54.8)
Development length for $f_y = 72.5$ ksi and $f'_c = 4,000$ psi (normal weight concrete) ³	l_d	ACI 318-11 12.2.3	mm (in.)	305 (12.0)	305 (12.0)	330 (13.0)	439 (17.3)	688 (27.1)	859 (33.8)	1100 (43.3)

For SI: 1 inch \equiv 25.4 mm, 1 lbf = 4.448 N, 1 psi = 0.006897 MPa.

For pound-inch units: 1 mm = 0.03937 inches, 1 N = 0.2248 lbf, 1 MPa = 145.0 psi

¹Development lengths valid for static, wind, and earthquake loads (SDC A and B).

²Development lengths in SDC C through F must comply with ACI 318-14 Chapter 18 or ACI 318-11 Chapter 21 and section 4.2.4 of this report. The value of f'_c used to calculate development lengths shall not exceed 2,500 psi for post-installed reinforcing bar applications in SDCs C, D, E, and F.

³For sand-lightweight concrete, increase development length by 33%, unless the provisions of ACI 318-14 25.4.2.4 or ACI 318-11 12.2.4 (d) are met to permit $\lambda > 0.75$.

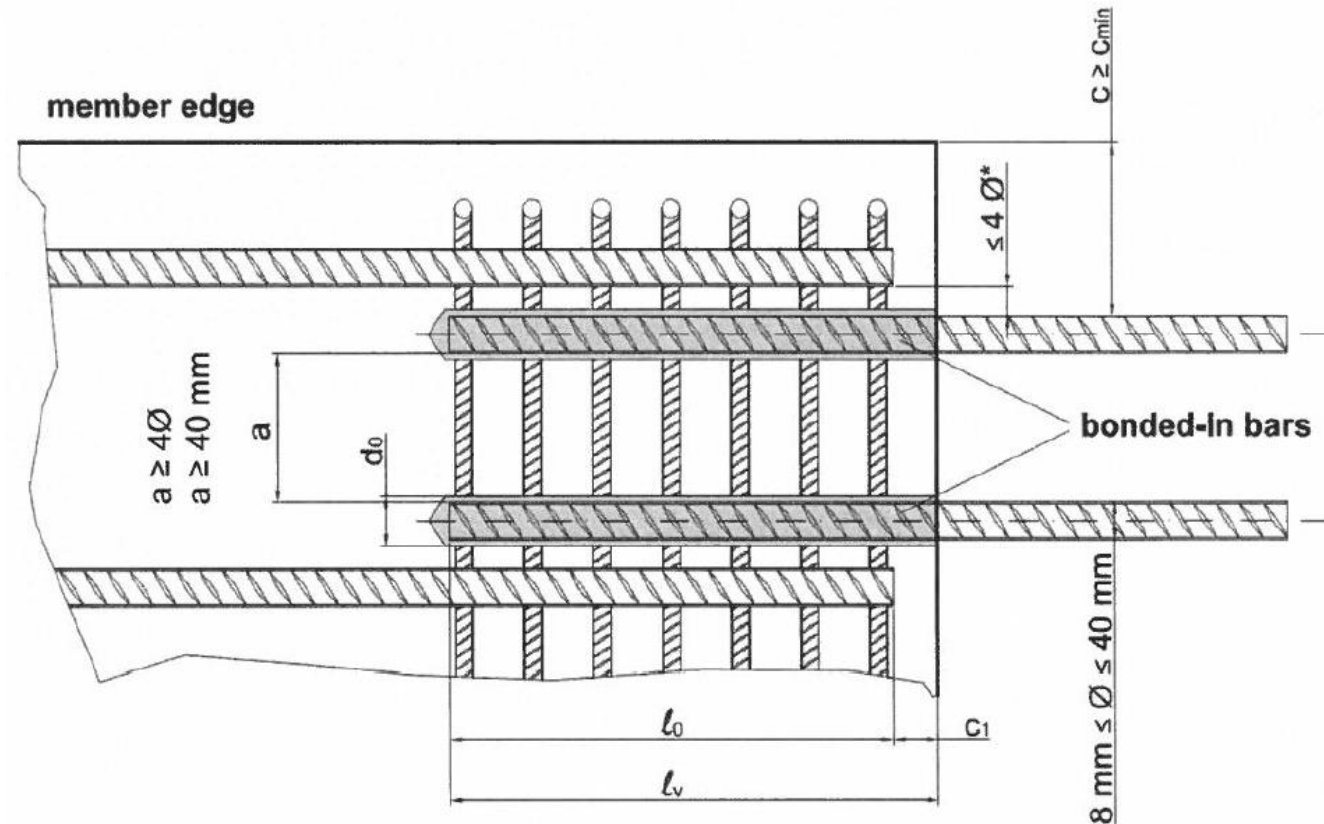
⁴ $\left(\frac{c_b + K_{tr}}{d_b}\right) = 2.5$, $\psi_t = 1.0$, $\psi_e = 1.0$, $\psi_s = 0.8$ for $d_b < 20$ mm, 1.0 for $d_b \geq 20$ mm.

Trade name of the construction product

Injection system R-KEX II

کاشت میلگرد: (تئوری آرماتور)

- Only tension forces in the axis of the rebar may be transmitted.
- The transfer of shear forces between new concrete and existing structure shall be designed additionally according to EN 1992-1-1.
- The joints for concreting must be roughened to at least such an extent that aggregate protrude.



کاشت میلگرد: (تئوری آرماتور)

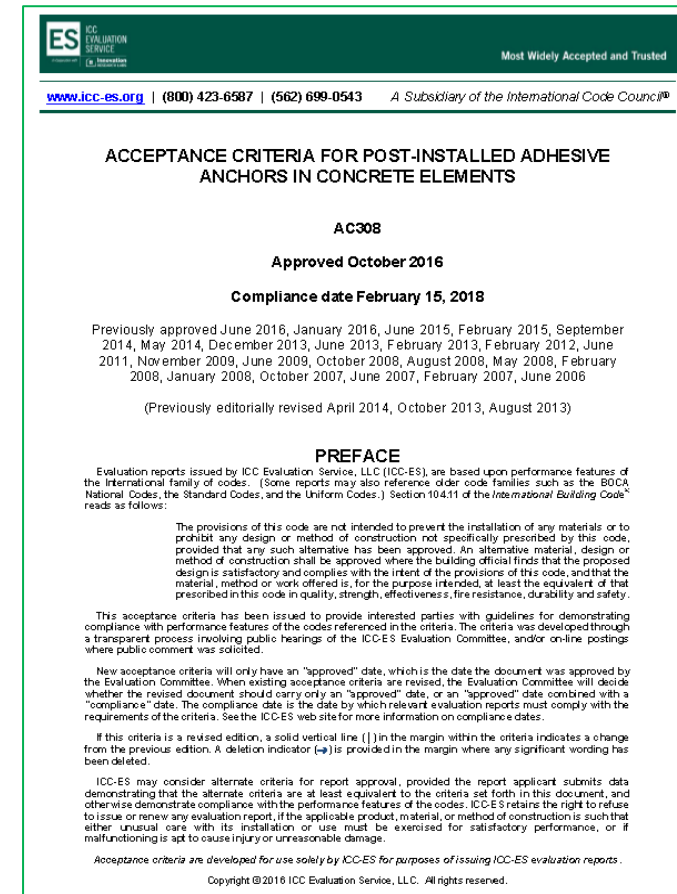
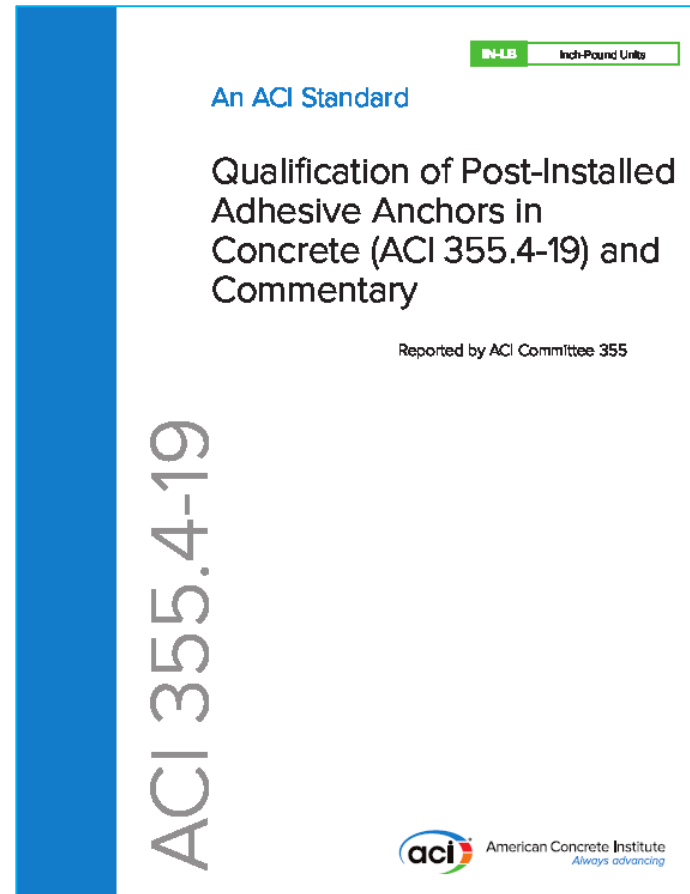
Table B2: Installation data – hammer or diamond drilling – concrete C20/25

Rebar diameter [mm]	Ø8	Ø10	Ø12	Ø13	Ø14	Ø16	Ø18	Ø20
Drill bit diameter [mm]	12	14	16	16	18	20	22	25
Brush diameter [mm]	14	16	18	18	20	22	24	27
Minimum anchorage length $l_{b,min}$ [mm]	115	145	170	185	200	230	260	285
Minimum anchorage length $l_{v,min}$ - overlap joint [mm]	200	215	260	270	300	345	385	430
Maximum embedment depth $l_{v,max}$ [mm]	400	500	600	700	700	800	900	1000

قسمت دوم: مهار کاشته شده (مقاومت پیوستگی) - ضوابط آمریکایی

ACI 355.4M-19 Qualification of
Post-Installed Adhesive Anchors
in Concrete (**Anchor** Theory)

AC308 Acceptance criteria for Post-installed
Adhesive Anchors in Concrete Elements -
Approved June 2018 (Include **Rebar** Theory)



کاشت میلگرد: (ضوابط فنی اروپایی)

غلط نامه ویرایش پنجم (۱۳۹۹) مبحث نهم «طرح و اجرای ساختمان های بتن آرمه»

ردیف	مورد	متن اصلی	اصلاحیه
۲۴	صفحه ۲۹۱ و ۲۹۲ بند ۹-۱۸-۱-۲-ب	مهارهای کاشتنی چسبی، انبساطی (نصب به روش کنترل جابه‌جایی یا پیچش) و زیر چاکی (شکل ۹-۱۸-۱-ب). مناسب بودن این مهارها برای کاربرد در بتن ترک نخورده یا بتن ترک‌خورده، و یا کاربرد لرزه‌ای و سایر الزامات، باید بر اساس تامین ضوابط مراجع ۹-۱۸-۱ و ۹-۱۸-۲ (که در ادامه‌ی این فصل از آن‌ها تحت عنوان مراجع مورد تأیید یاد می‌شود)، بررسی گردد. انطباق با ضوابط مراجع مورد تأیید باید توسط یک مرکز آزمایشگاهی مستقل انجام شود. در این راستا می‌توان از گزارشات ارزیابی مطابق مراجع ۹-۱۸-۳ و ۹-۱۸-۴ جهت بررسی مناسب بودن مهار کاشتنی خاص برای کاربرد مورد نظر استفاده نمود.	مهارهای کاشتنی چسبی، انبساطی (نصب به روش کنترل جابه‌جایی یا پیچش) و زیر چاکی (شکل ۹-۱۸-۱-ب). مناسب بودن این مهارها برای کاربرد در بتن ترک نخورده یا بتن ترک‌خورده، و یا کاربرد لرزه‌ای و سایر الزامات، باید بر اساس تامین ضوابط مراجع ۹-۱۸-۱ و ۹-۱۸-۲ یا مدرک ارزیابی اروپایی (European Assessment Document (EAD)) - که در ادامه این فصل از آنها تحت عنوان مراجع مورد تأیید یاد می‌شود- بررسی گردد. انطباق با ضوابط مراجع مورد تأیید باید توسط یک مرکز آزمایشگاهی مستقل انجام شود. در این راستا می‌توان از گزارشات ارزیابی مطابق مراجع ۹-۱۸-۳ و ۹-۱۸-۴ یا ارزیابی فنی اروپایی (European Technical Assessment (ETA)) جهت بررسی مناسب بودن مهار کاشتنی خاص برای کاربرد مورد نظر استفاده نمود.

کاشت میلگرد: (ضوابط فنی اروپایی)

EOTA: European Organization for Technical Assessment

EAD : European Technical Assessments

LIST OF RELEVANT EOTA DOCUMENTS FOR QUALIFICATION OF POST-INSTALLED REBAR

Document	Organisation	Roles and functions	Remarks
ضوابط تست EAD 330087 (2018)	EOTA	موضوع و نوع تست Qualification of post-installed reinforcement in Europe under static loading and fire exposure.	ضوابط طراحی Replacing EOTA TR 023 (2006). Design as per MS EN 1992-1-1 (2010) and EN 1992-1-2 (2004).
EAD 331522 (endorsed draft 2018)	EOTA	Post-installed <u>rebar</u> with mortar under <u>seismic</u> action	Publication expected 2019. Design as per MS EN 1992-1 (2010). <i>Design of concrete structures - Part 1-1 : General rules and rules for buildings</i>
EAD 330499 (2017)	EOTA	Qualification of post-installed anchors in Europe under static loading.	Replacing ETAG 001, Part 5 (2006). Design according to EN 1992-4 (2018).
EOTA TR 049 (2016)	EOTA	Qualification of post-installed <u>anchors</u> in Europe under <u>seismic</u> loading.	Design according to EN 1992-4 (2018) or EOTA TR 045 (2013). <i>Design of concrete structures. Design of fastenings for use in concrete</i>

نهایتا تاییدیه هر دو تست در قالب EAD 330499 صادر می شود

کاشت میلگرد: (نمونه تاییدیه های فنی)



6.0 EVIDENCE SUBMITTED

Data in accordance with the ICC-ES Acceptance Criteria for Post-installed Adhesive Anchors in Concrete (AC308), dated June 2015, which incorporates requirements in ACI 355.4-11, including but not limited to tests under freeze/thaw conditions (Table 3.2, test series 6), and Table 3.8 for evaluating post-installed reinforcing bars.

RETE
ANCHORS
ALS
CONCRETE ANCHORS

European Technical Assessment

ETA-13/0455
of 30/08/2018

This European Technical Assessment is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, on the basis of

EAD 331522-00-0601

2.0 USES

Adhesive anchors and reinforcing bars installed using the Hilti HIT-HY 200 Adhesive Anchoring System and Post-Installed Reinforcing Bar System are used to resist static, wind and earthquake (Seismic Design Categories A through F) tension and shear loads in cracked and uncracked normal-weight concrete having a specified compressive strength, f'_c , of 2,500 psi to 8,500 psi (17.2 MPa to 58.6 MPa) [minimum of 24 MPa is required under ADIBC Appendix L, Section 5.1.1].

REINFORCING BAR

"2014 recipient of Prestigious Western States Seismic Policy Council (WSSPC) Award in Excellence"

A subsidiary of

ICC-ES Evaluation Reports are not to be construed as representing aesthetics or any other attributes not specifically addressed nor are they to be construed as an endorsement of the subject of the report or a recommendation for its use. There is no warranty by ICC Evaluation Service, LLC, express or implied, as to any finding or other matter in this report or as to any product covered by the report.

Copyright © 2019 ICC Evaluation Service, LLC. All rights reserved.

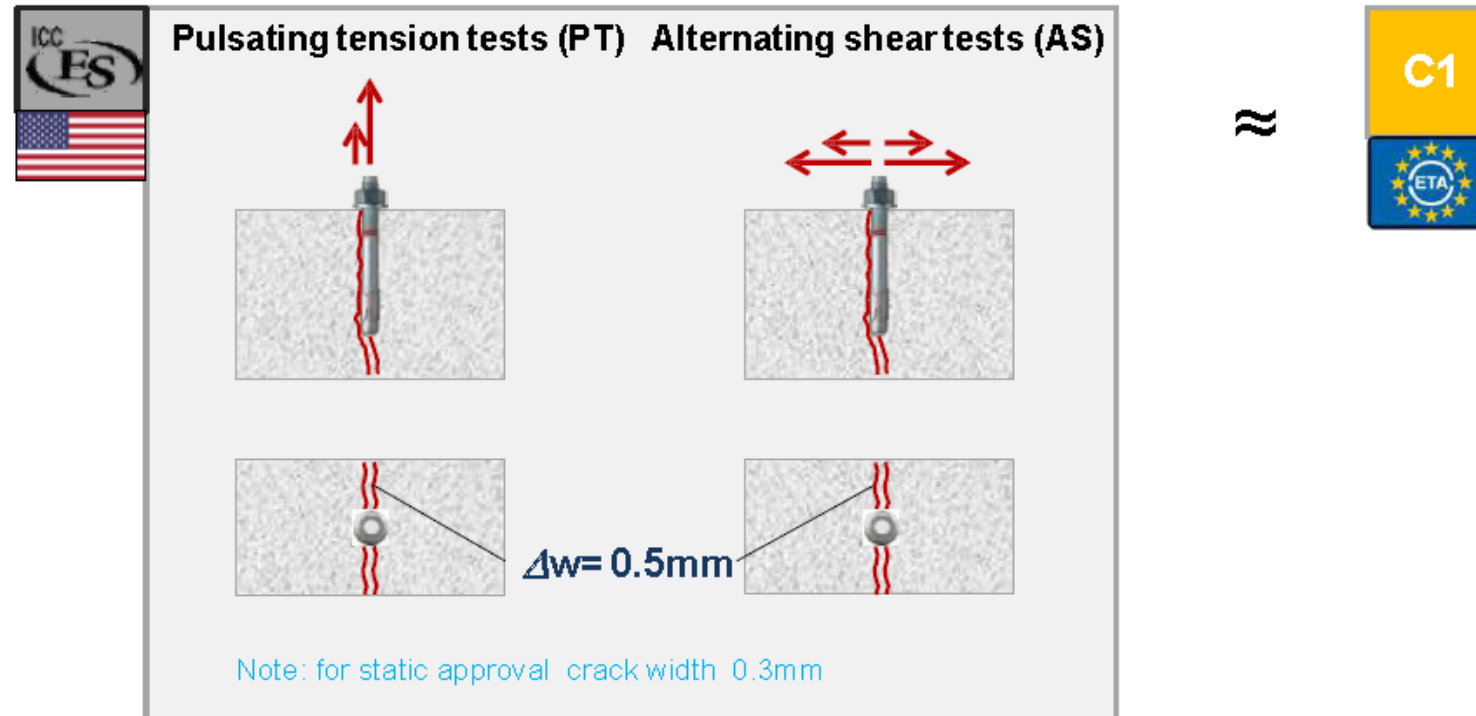


Trade name of the construction product	R-KEX-II
Product family to which the construction product belongs	Bonded anchor with threaded rod, rod with inner thread and rebar for use in concrete
Manufacturer	RAWLPLUG S.A. ul. Kwizdyńska 6 51-416 Wrocław Poland
Manufacturing plant	Manufacturing Plant no. 3
This European Technical Assessment contains	40 pages including 3 Annexes which form an integral part of this Assessment
This European Technical Assessment is issued in accordance with Regulation (EU) No 305/2011, on the basis of	European Assessment Document EAD 330499-00-0601 "Bonded fasteners for use in concrete"
This version replaces	ETA-13/0454 issued on 26/06/2013 ETA-13/0455 issued on 26/06/2013

کاشت میلگرد: (مقایسه ضوابط فنی اروپایی و آمریکایی)

US anchor qualification is equivalent to the European Seismic Category C1 testing

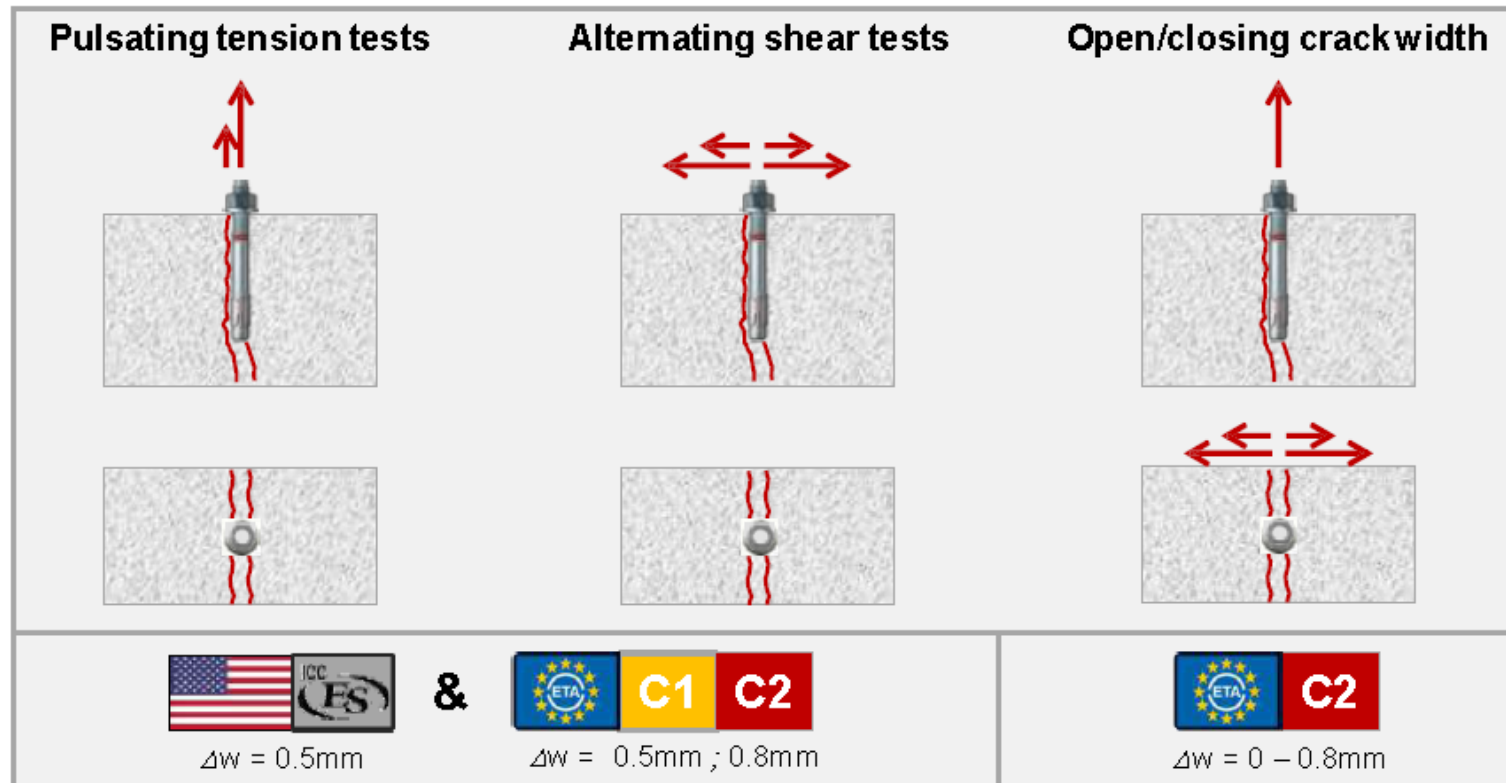
- The US testing program was developed ~5 years ago and it denoted the best knowledge at the time. EU regulation takes this as the 1st level



کاشت میلگرد: (مقایسه ضوابط فنی اروپایی و آمریکایی)

Only ETA C2 seismic qualification attends to all the influencing variables acting on the anchors

- Only a selected number of anchors can qualify for seismic. Can't be assumed that in general cracked concrete approved anchors will pass



کاشت میلگرد: (شرایط اجرایی)



کاشت میلگرد: (شرایط اجرایی)

BUILDING CODE REQUIREMENTS FOR STRUCTURAL CONCRETE (ACI 318-14) AND COMMENTARY (ACI 318R-14)

17.8.2.1 For adhesive anchors, the construction documents shall specify proof loading where required in accordance with **ACI 355.4**. The construction documents shall also specify all parameters associated with the characteristic bond stress used for the design according to 17.4.5, including minimum age of concrete; concrete temperature range; moisture condition of concrete at time of installation;

type of lightweight concrete, if applicable; and requirements for hole drilling and preparation.

R17.8.2.1 Due to the sensitivity of bond strength to installation, on-site quality control is important for adhesive anchors. Where appropriate, a proof loading program should be specified in the construction documents. For adhesive anchors, the construction documents must also provide all parameters relevant to the characteristic bond stress used in the design. These parameters may include, but are not limited to:

- (a) Acceptable anchor installation environment (dry or saturated concrete; concrete temperature range)
- (b) Acceptable drilling methods
- (c) Required hole cleaning procedures
- (d) Anchor type and size range (threaded rod or reinforcing bar)

کاشت میلگرد: (شرایط اجرایی)

شرایط نگهداری:

Product name

HIT-HY 200-R



Product code

BU Anchor

SECTION 2: General information

Storage

Storage temperature : 5 - 25 °C

The shelf life for new and unused GU-100 Polyester chemical anchor is 12 months from manufacture date. For the other series the shelf life can up to 18 months. We suggest to store the chemical anchors between 15-25°C degrees and avoid direct sunlight.

GU-100 360ML

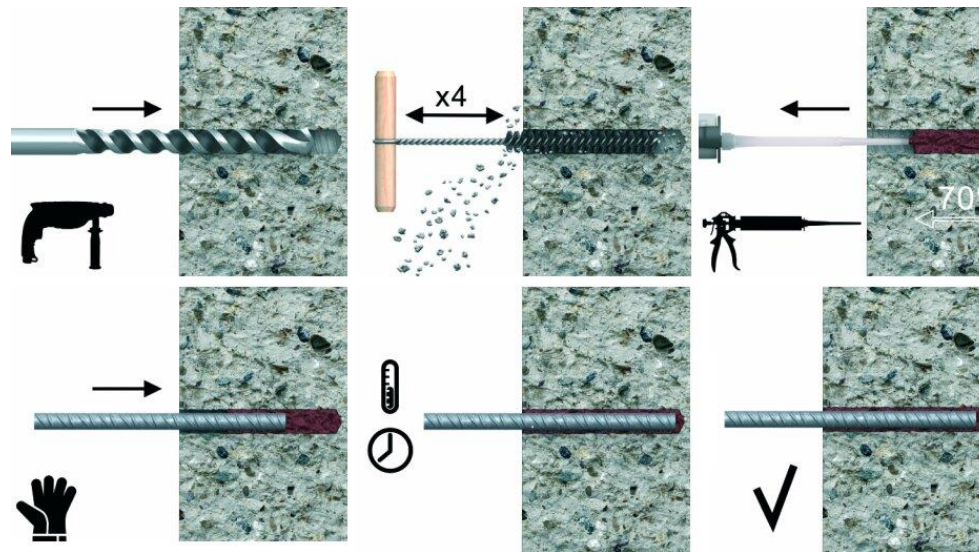
Adhesive mortar anchoring chemical fixings



کاشت میلگرد: (شرایط اجرایی)

عمر مفید و زمان استفاده:

زمان گیرش نهایی عبارت است از مقدار زمانی که مورد نیاز است تا چسب کاشت میلگرد کاملا سخت شده و بتوان بارگذاری را انجام داد. دما را می توان مهمترین عامل در زمان گیرش مورد انتظار انواع چسب کاشت میلگرد معرفی نمود. برای مثال **زمان گیرش نهایی چسب** کاشت میلگرد در دمای محیط **۳۵** درجه سانتی گراد برابر **۳ روز** می باشد.



۱۸-۱-۵ موارد زیر در کاربری مهارهای چسبی باید در نظر گرفته شوند:

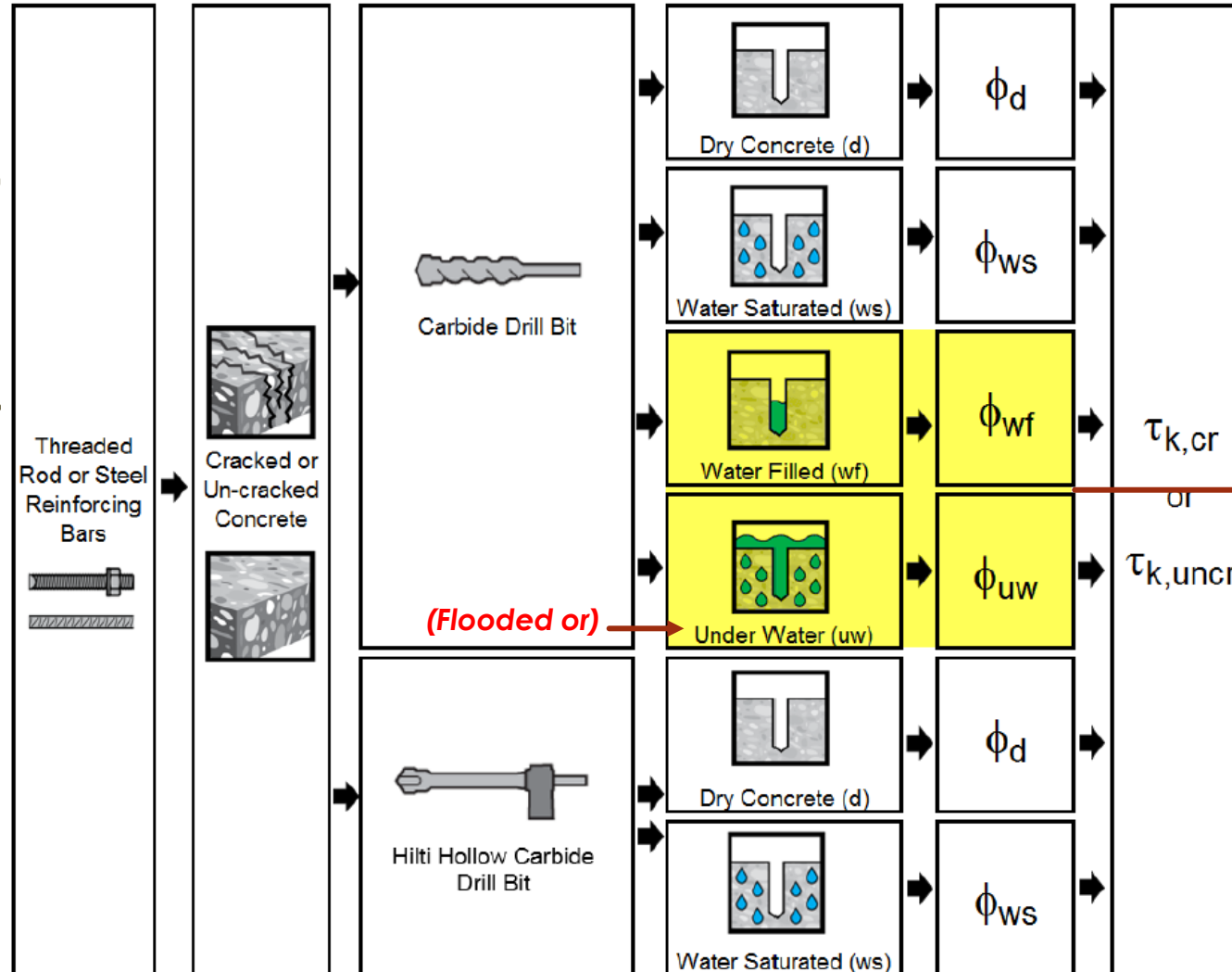
الف- کاشتن مهارهای چسبی در بتن باید حداقل **۲۱ روز** پس از بتن ریزی انجام شود.

Installation:

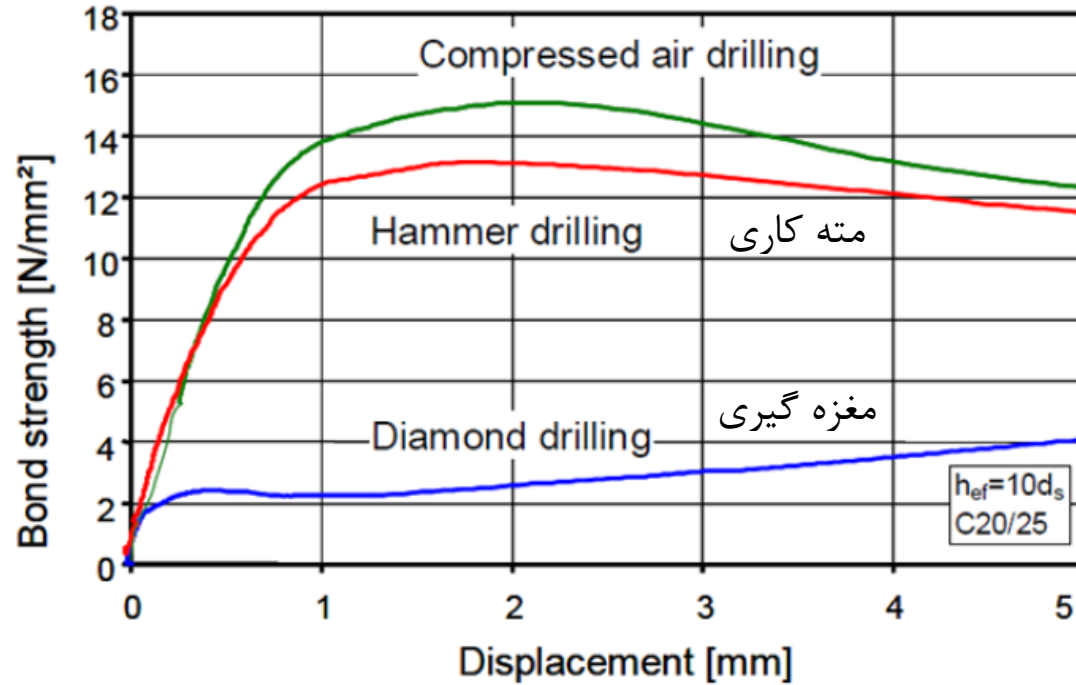
- Dry or wet concrete (use category I1).
- Flooded holes (use category I2).
- Installation direction D3 (downward and horizontal and upwards installation).
- The anchors are suitable for hammer drilled holes or diamond core drilled holes.

کاشت می‌گردد: (شرایط اجرایی)

کاشت در محیط آبدار:

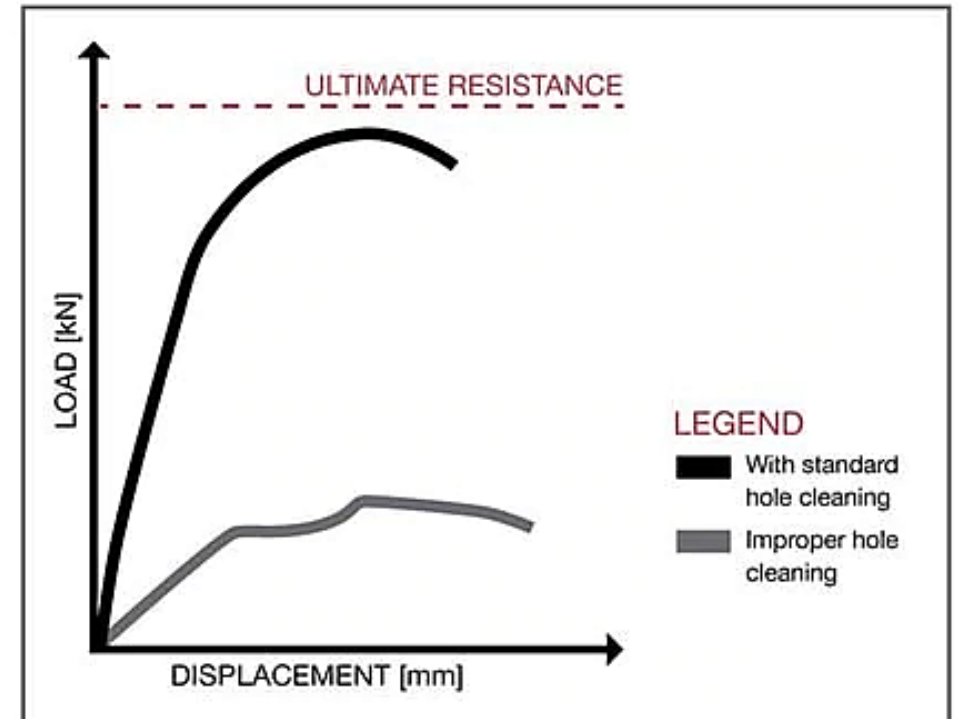


مناسب برای چسبهای
هیبریدی نیست!
(HY-200)



کاشت میلگرد: (شرایط اجرایی)

کاشت در سوراخ تمیز نشده یا حفاری نامناسب:



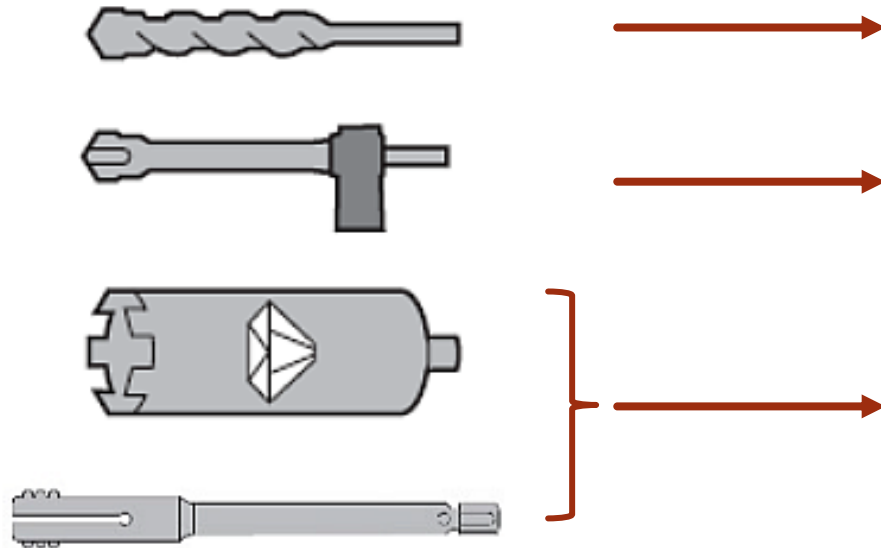
ابزار زبر کردن سوراخ مغزه گیری شده





کاشت میلگرد: (شرایط اجرایی)

کاشت در سوراخ تمیز نشده یا حفاری نامناسب:



مته با سری الماسه (فولاد کاربید) - نیاز به پاکسازی دارد)

مته با سری الماسه (فولاد کاربید) - با حفره داخلی و مکش (نیاز به پاکسازی ندارد)

مغزه گیری همراه با ابزار زبر کردن

**Carbide Bit or
Hilti Hollow Carbide Bit or
Diamond Core Bit + Roughening Tool**

نکته:

دقت نمایید چسبهای ریخته شده در سوراخهای با مته معمولی مقاومت پیوستگی پایینتری نسبت به مته های کاربید دارند!

FIS EM Plus

کاشت میلگرد: (شرایط اجرایی)

کاشت در سوراخ تمیز نشده یا حفاری نامناسب:

TABLE 14—BOND STRENGTH DESIGN INFORMATION FOR METRIC REINFORCING BAR IN HOLES DRILLED WITH A HAMMER DRILL AND CARBIDE BIT^{1,2}

DESIGN INFORMATION			Symbol	Units	Rebar Size						
					10	12	16	20	25	28	32
Minimum Embedment Depth			$h_{ef,min}$	mm	60	70	80	90	100	112	128
				(in.)	(2.36)	(2.76)	(3.15)	(3.54)	(3.94)	(4.41)	(5.04)
Maximum Embedment Depth			$h_{ef,max}$	mm	200	240	320	400	500	560	640
				(in.)	(7.87)	(9.45)	(12.60)	(15.75)	(19.69)	(22.05)	(25.20)
Metric Bond Strength Cracked Concrete	Maximum Short Term Temperature = 162°F (72°C), Maximum Long Term Temperature = 109°F (43°C) ³	With Sustained Loads ⁴	$\tau_{k,cr}$	N/mm ²	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.4
				(psi)	(1,045)	(1,045)	(1,055)	(1,055)	(1,065)	(1,065)	(1,080)
	Short Term Loads only ⁵	N/mm ²		9.0	9.0	9.1	9.1	9.2	9.2	9.3	
			(psi)	(1,305)	(1,305)	(1,320)	(1,320)	(1,335)	(1,335)	(1,350)	
		With Sustained	N/mm ²	5.5	5.5	5.6	5.6	5.6	5.6	5.7	



TABLE 16—BOND STRENGTH DESIGN INFORMATION FOR METRIC REINFORCING BAR IN HOLES DRILLED WITH A HAMMER DRILL AND HOLLOW DRILL BIT^{1,2}

DESIGN INFORMATION			Symbol	Units	Rebar Size					
					10	12	16	20	25	28
Minimum Embedment Depth			$h_{ef,min}$	mm	60	70	80	90	100	112
				(in.)	(2.36)	(2.76)	(3.15)	(3.54)	(3.94)	(4.41)
Maximum Embedment Depth			$h_{ef,max}$	mm	200	240	320	400	500	560
				(in.)	(7.87)	(9.45)	(12.60)	(15.75)	(19.69)	(22.05)
Metric Bond Strength Cracked Concrete	Maximum Short Term Temperature = 162°F (72°C), Maximum Long Term Temperature = 109°F (43°C) ³	With Sustained Loads ⁴	$\tau_{k,cr}$	N/mm ²	5.0	5.1	5.4	5.8	6.1	6.3
				(psi)	(720)	(745)	(790)	(835)	(880)	(915)
	Short Term Loads only ⁵	N/mm ²		6.2	6.4	6.8	7.2	7.6	7.9	
			(psi)	(900)	(930)	(985)	(1,045)	(1,100)	(1,145)	
		With Sustained	N/mm ²	3.8	3.9	4.1	4.4	4.6	4.8	

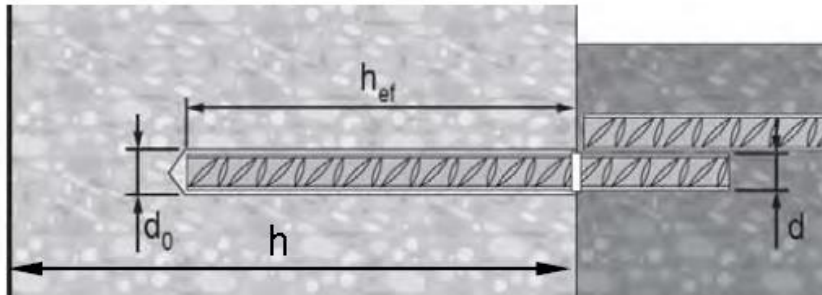
کاشت میلگرد: (شرایط اجرایی)

کاشت در سوراخ با قطر (ضخامت چسب) نامناسب:

ب- قطر سوراخ کاشت نباید از ۱/۵ برابر قطر فولاد مهار تجاوز کند.

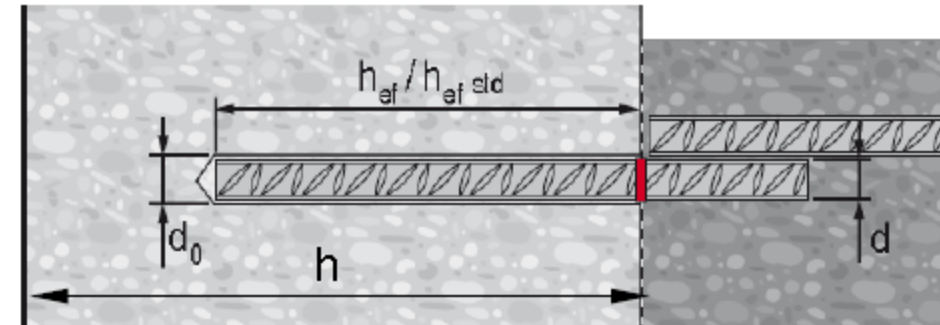
RE500-V3

DEFORMED REINFORCEMENT



HY-200

DEFORMED REINFORCEMENT



EU Rebar

$\varnothing d$ [mm]	$\varnothing d_0$ [mm]	h_{ef} [mm]
8	12	60...480
10	14	60...600
12	16	70...720
14	18	75...840
16	20	80...960
18	22	85...1080
20	25	90...1200
22	28	95...1320
24	32	96...1440
25	32	100...1500
26	35	104...1560
28	35	112...1680
30	37	120...1800
32	40	128...1920

EUROPEAN REBAR

$\varnothing d$ [mm]	$\varnothing d_0$ [mm]	$h_{ef} \leq d$ [mm]	h_{ef} [mm]
10	14	90	60...200
12	16	110	70...240
14	18	125	75...280
16	20	125	80...320
20	25	170	90...400
25	32	210	100...500
28	35	270	112...560
32	40	300	128...640

کاشت میلگرد: (شرایط اجرایی)

کاشت در سوراخ با قطر (ضخامت چسب) نامناسب:

R-KEX II

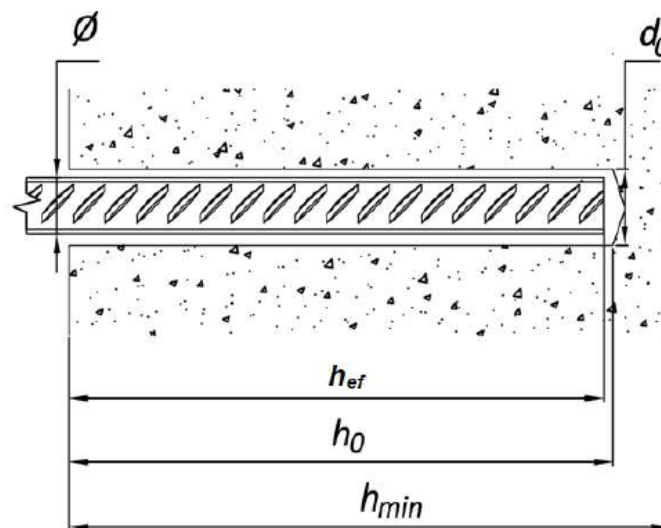


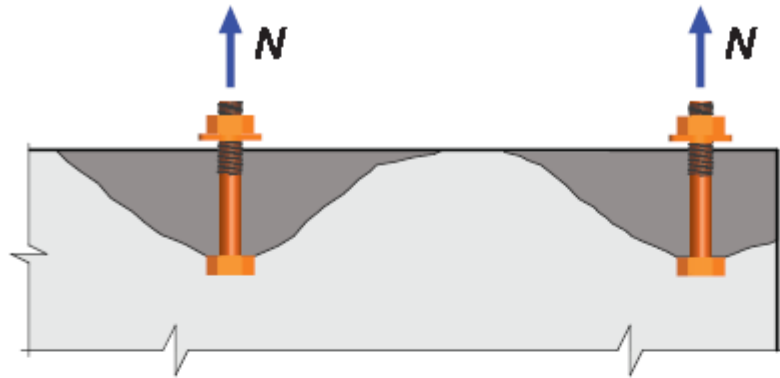
Table B3: Installation data - rebar

Size		Ø8	Ø10	Ø12	Ø14	Ø16	Ø20	Ø25	Ø32
Nominal drilling diameter	d_0 [mm]	12	14	18	18	22	26	32	40
Effective embedment depth	$h_{ef,min}$ [mm]	60	70	80	80	100	120	140	165
	$h_{ef,max}$ [mm]	160	200	240	280	320	400	500	640
Depth of the drilling hole	h_0 [mm]	$h_{ef} + 5$ mm							
Minimum thickness of the concrete slab	h_{min} [mm]	$h_{ef} + 30$ mm; ≥ 100 mm				$h_{ef} + 2d_0$			

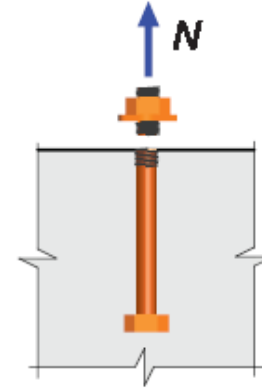


کاشت میلگرد: (تئوری انکر (مهاری))

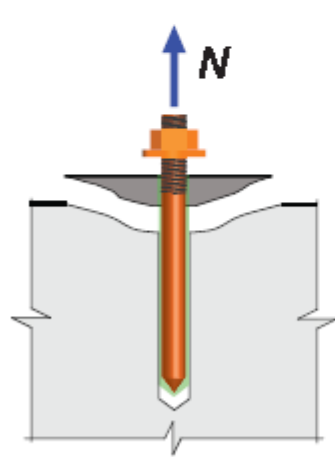
اشکال خرابی در کشش کاشتنی چسبی



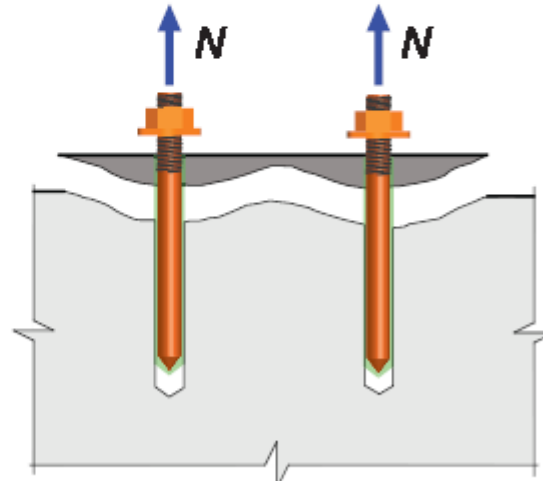
گسیختگی مخروطی بتن



گسیختگی فولاد

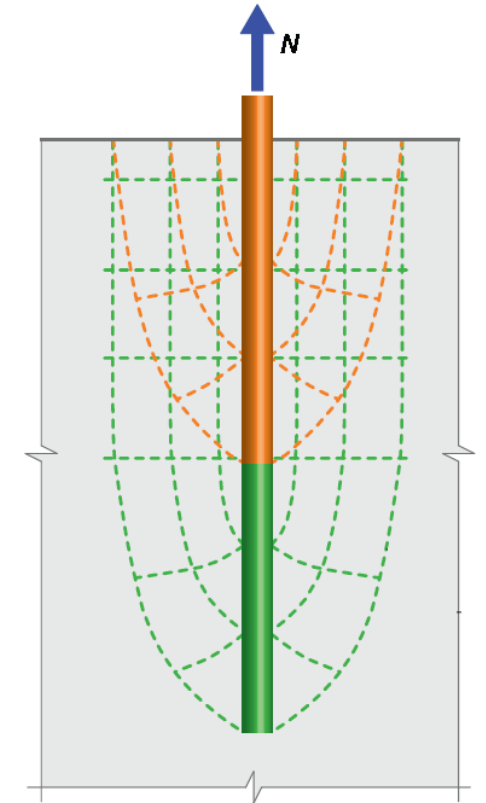


Single



Group

گسیختگی پیوستگی

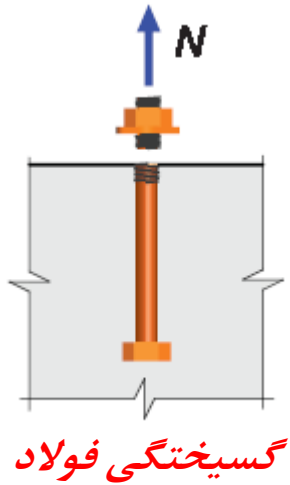


الف - مقاومت فولاد مهار

کاشت میلگرد: (تئوری انکر (مهار))

۲-۱-۴-۱۸-۹ مقاومت اسمی مهار در کشش، N_{sa} ، نباید از مقدار زیر بیش تر باشد:

$$N_{sa} = A_{se,N} f_{uta} \longrightarrow \text{تنش کششی (نهایی) مهار} \quad (۱-۱۸-۹)$$



- ۱- سطح مقطع اسمی آرماتور (از قطر بیرونی کمتر است)
- ۲- سطح مقطع موثر (با قطر متوسط تنش) پیچ (قطعه) رزوه شده متناسب با رابطه زیر:

$$A_{se,N} = \frac{\pi}{4} \left(d_a - \frac{0.9743}{n_t} \right)^2 \quad (۲-۱۸-۹)$$

n_t تعداد شیار رزوه در هر میلی متر طول مهار است

- ۳- می توان مانند آیین نامه فولاد برای پیچ رزوه شده کاهش ۰.۲۵ سطح مقطع نسبت به مقطع اسمی (بر اساس قطر بیرونی رزوه یا دندانه) محاسبه نمود. (مشابه رابطه تفسیر آبا)

$$R_n = 0.75 F_u A_b$$

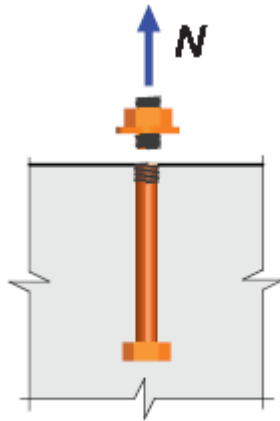
ت ۲-۱-۴-۱۸ بجای رابطه ۱-۱۸ می توان از رابطه زیر استفاده نمود:

$$N_{sa} = \frac{\pi}{4} d_a^2 (0.7 f_{uta})$$

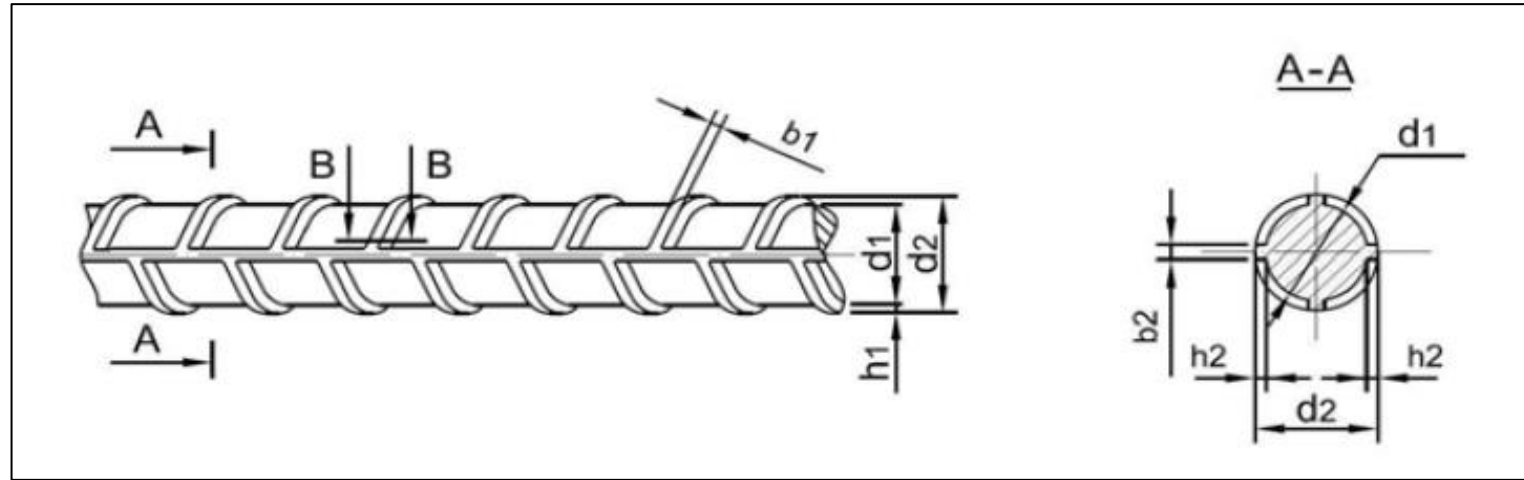
رابطه ت ۱-۱۸

الف - مقاومت فولاد مهار

کاشت میگرد: (تئوری انکر (مهار))



گسیختگی فولاد

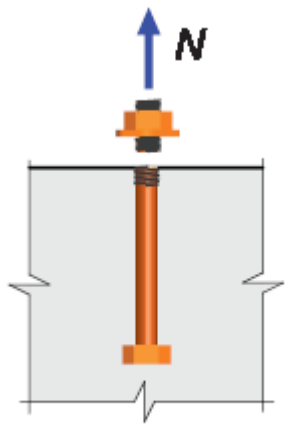


اعداد بر حسب میلیمتر

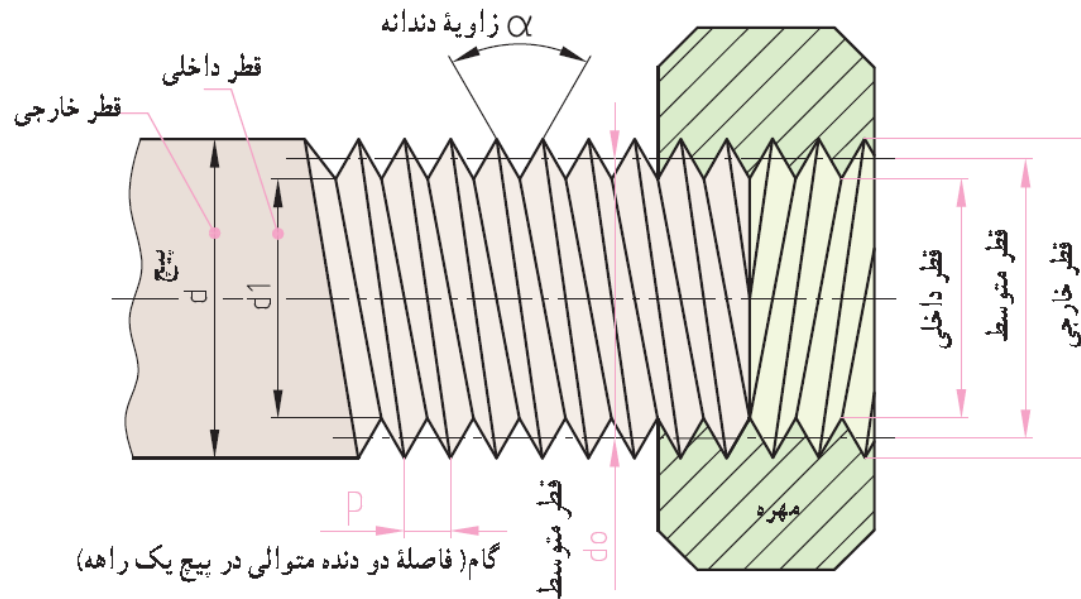
پهنای آج طولی b_2	ارتفاع آج طولی h_2	گام C	قطر خارجی d_2	پهنای آج عرضی b_1	ارتفاع آج عرضی h_1		قطر زمینه d_1		قطر اسمی میل گرد d
					رواداری	حد استاندارد	رواداری	حد استاندارد	
۱,۰	۰,۵۰	۵	۶,۷۵	۰,۵۰	۰,۵۰	±۰,۲۵	۵,۷۵	۶	
۱,۲۵	۰,۷۵	۵	۹,۰	۰,۷۵	۰,۷۵		۷,۵	۸	
۱,۵	۱,۰۰	۷	۱۱,۳	۱,۰۰	۱,۰۰	±۰,۳	۹,۳	۱۰	
۲,۰	۱,۲۵	۷	۱۳,۵	۱,۰۰	۱,۲۵		۱۱,۰	۱۲	

الف - مقاومت فولاد مهارد

کاشت میگرد: (تئوری انکر مهارد)



گسیختگی فولاد



رزوه های معمولی

قطر متوسط در گام:

$$d_0 = d - 0.6495 P$$

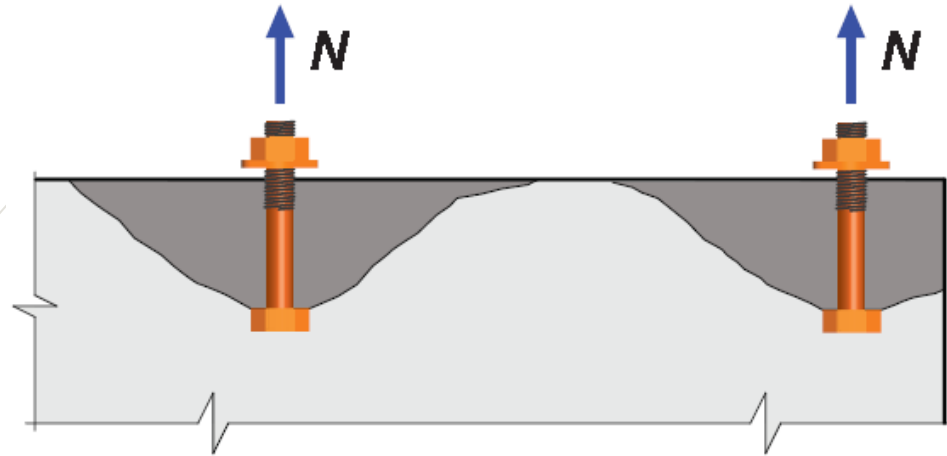
قطر متوسط تنش:

$$d_m = \frac{d_1 + d_0}{2}$$

در پیچها قطر خارجی با قطر تنه رزوه نشده برابر است اما درست این است که اثرات کاهش مقطع به علت شیار زنی (عمق رزوه ها) در نظر گرفته شده و محاسبات بر اساس قطر متوسط انجام شود. در مبحث ۹ این کار با رابطه ۹-۱۸-۲ انجام می شود اما در مبحث ۱۰ این کار با تقریب کاهش ۰.۲۵ سطح مقطع انجام می شود. سطح مقطع آرماتور مشابه رابطه ۹-۱۸-۲ و براساس سطح مقطع موثر (قطر متوسط) انجام شده است. (کاهش ۲۵٪ برای قطرهای پایین است و با افزایش سایز، نسبت به ۲۰٪ می رسد)

کاشت میلگرد: (تئوری انکر (مهاری))

ب- مقاومت گسیختگی مخروطی بتن



(iii) Concrete breakout

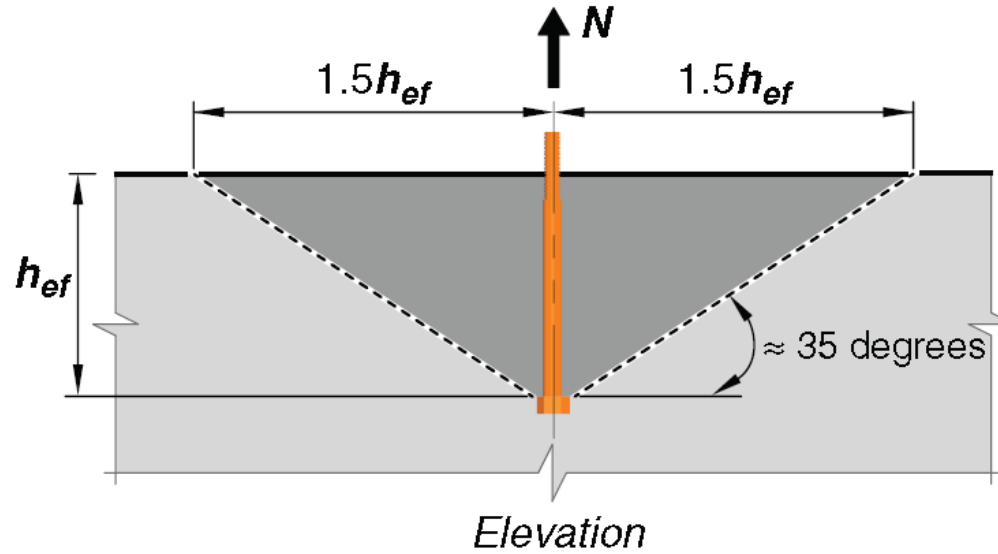
۹-۱۸-۴-۲ مقاومت گسیختگی مخروطی بتن مهار در کشش

۹-۱۸-۴-۱-۲ مقاومت اسمی گسیختگی مخروطی بتن مهار در کشش، N_{cb} برای مهارهای

تکی، یا N_{cbg} برای مهارهای گروهی، نباید از مقادیر زیر بیش تر در نظر گرفته شود.

$$N_{cb} = \frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b$$

(۹-۱۸-۳-الف)



کاشت میلگرد: (تئوری انکر (مهاری))

ب- مقاومت گسیختگی مخروطی بتن

$$A_{Nco} = 9h_{ef}^2 \quad (4-18-9)$$

۲-۲-۴-۱۸-۹ مقاومت پایه‌ی گسیختگی بتن در کشش، برای مهار تکی در بتن ترک خورده،

N_b ، نباید از مقدار زیر بیشتر باشد.

به مقاومت چسب وابسته
نیست!

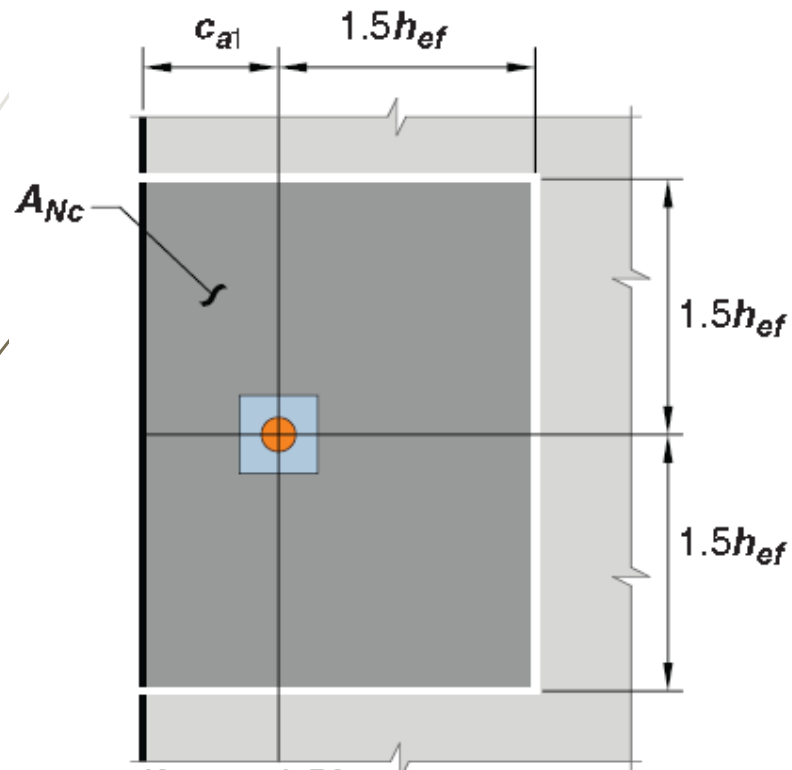
$$N_b = k_c \lambda_a \sqrt{f'_c} h_{ef}^{1.5} \quad (5-18-9)$$

که در آن k_c برای مهارهای تعبیه شده و برای مهارهای کاشتنی به ترتیب ۱۰ و ۷ میباشد. مقدار

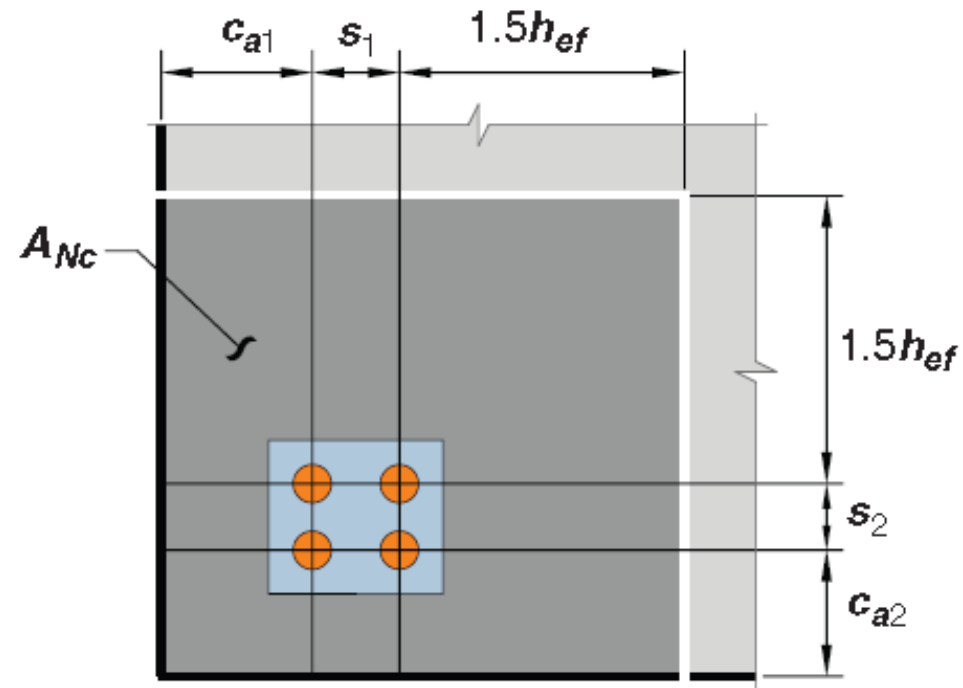
k_c برای مهارهای کاشتنی را میتوان بر اساس نتایج آزمایشهای مورد استناد مراجع مورد تایید،

بیشتر از ۷ در نظر گرفت؛ ولی در هر صورت این مقدار نباید از ۱۰ بیشتر باشد.

ب- مقاومت گسیختگی مخروطی بتن



If $c_{a1} < 1.5h_{ef}$
 $A_{Nc} = (c_{a1} + 1.5h_{ef}) \times (2 \times 1.5h_{ef})$



If c_{a1} and $c_{a2} < 1.5h_{ef}$
and s_1 and $s_2 < 3h_{ef}$
 $A_{Nc} = (c_{a1} + s_1 + 1.5h_{ef}) \times (c_{a2} + s_2 + 1.5h_{ef})$

ب- مقاومت گسیختگی مخروطی بتن

۹-۱۸-۷-۴ فاصله‌ی بحرانی از لبه، C_{ac}

- برای مهارهای چسبی: $2h_{ef}$

- برای مهارهای زیر چاکی: $2.5h_{ef}$

- برای مهارهای انبساطی: نصب شده با اعمال پیچش، $4h_{ef}$

- برای مهارهای انبساطی: نصب با اعمال جا به جایی، $4h_{ef}$

۹-۱۸-۲-۲ در مواردی که فاصله‌ی دو یا چند مهار از یک دیگر از فواصل بحرانی زیر کمتر

باشد، اثرات گروهی مهارها در گسیختگی باید منظور شوند.

الف- در حالت گسیختگی مخروطی بتن در کشش، برابر با $3h_{ef}$

ب- در حالت گسیختگی مقاومت پیوستگی در کشش، برابر با $2C_{Na}$

پ- در حالت گسیختگی لبه‌ی بتن در برش، برابر با $3C_{a1}$

ب- مقاومت گسیختگی مخروطی بتن

الف- ضریب اصلاح $\psi_{ec,N}$ برای مهارهای گروهی تحت بار کششی با خروج از مرکزیت:

$$\psi_{ec,N} = \frac{1}{\left(1 + \frac{2e'_N}{3h_{ef}}\right)} \leq 1 \quad (7-18-9)$$

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{a,min}}{1.5h_{ef}} \quad (8-18-9)$$

پ- ضریب اصلاح ترک خوردگی بتن، $\psi_{c,N}$ ، برای مهارهایی که در ناحیه‌های از عضو بتنی قرار گرفته‌اند که نتایج تحلیل نشانگر ترک نخوردن بتن در شرایط بارهای بهره برداری هستند:

- برای مهارهای تعبیه شده، $\psi_{c,N}$ باید برابر با ۱/۲۵ در نظر گرفته شود.

= برای مهارهای کاشتنی که در آنها مقدار k_c برابر با ۷ فرض شده، $\psi_{c,N}$ باید برابر ۱/۴ در نظر گرفته شود.

ت- ضریب اصلاح $\psi_{cp,N}$ برای مهارهای کاشتنی طراحی شده برای بتن ترک نخورده مطابق بند پ و بدون آرماتور اضافی برای کنترل ترک دو نیم شدگی:

$$\psi_{cp,N} = \frac{c_{a,min}}{c_{ac}} \geq \frac{1.5h_{ef}}{c_{ac}} \quad (9-18-9)$$

بدون خروج از
مرکزیت برابر ۱

برای کاشت دور از
لبه برابر ۱

برای بتن ترک
خورده برابر ۱

برای بتن ترک
خورده برابر ۱

اثر میلگردهای اضافی در حالتی که برای تئوری مهار طراحی شده باشند:

ب- مقاومت گسیختگی مخروطی بتن

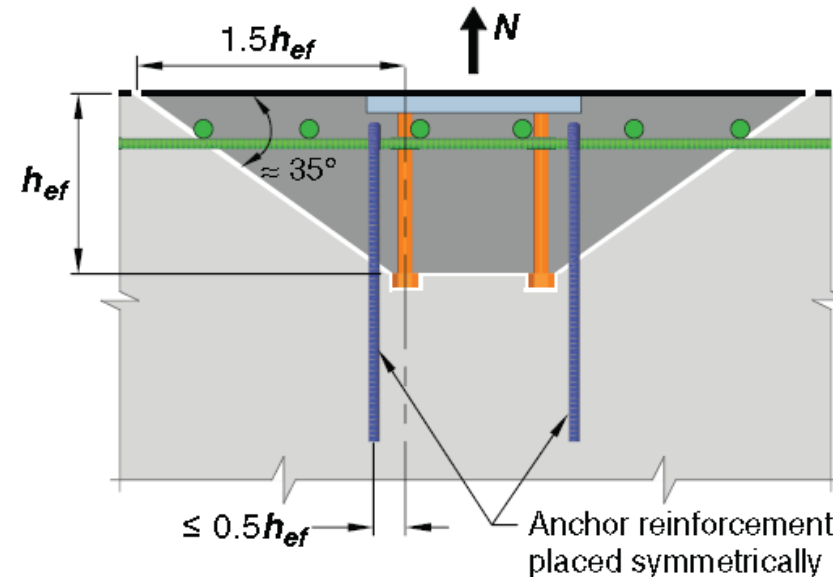
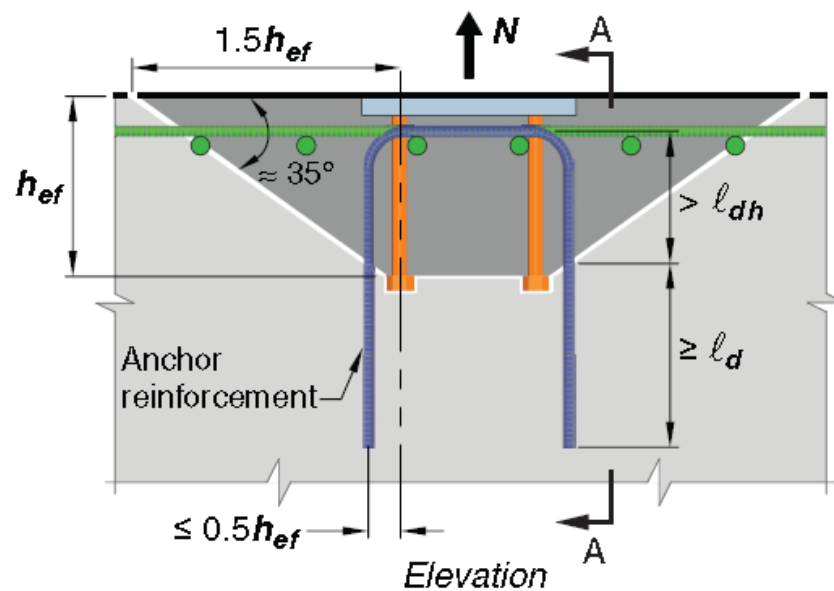
۷-۳-۱۸-۹ در صورت تامین آرماتورهای مهار مناسب بر اساس بند ۶-۲-۴-۱۸-۹ و **(در کشش)**

۹-۲-۵-۱۸-۹، نیازی به کنترل گسیختگی مخروطی بتن در کشش طبق بند ۲-۴-۱۸-۹، و

گسیختگی لبه‌ی بتن در برش طبق بند ۲-۵-۱۸-۹ نیست.

(در برش)

۶-۲-۴-۱۸-۹ در مواردی که آرماتورهای مهار (به شکل ۳-۱۸-۹ مراجعه کنید)، در هر دو طرف سطح گسیختگی مخروطی بتن دارای طول مهاری کافی مطابق فصل ۲۱-۹ باشند، می‌توان از مقاومت آرماتورهای مهار به جای مقاومت گسیختگی مخروطی بتن در محاسبه‌ی ϕN_n استفاده نمود. ضریب ϕ در این حالت باید ۰/۷۵ منظور شود.



قسمت اول: مهار (بدون رزوه) تعبیه شده:

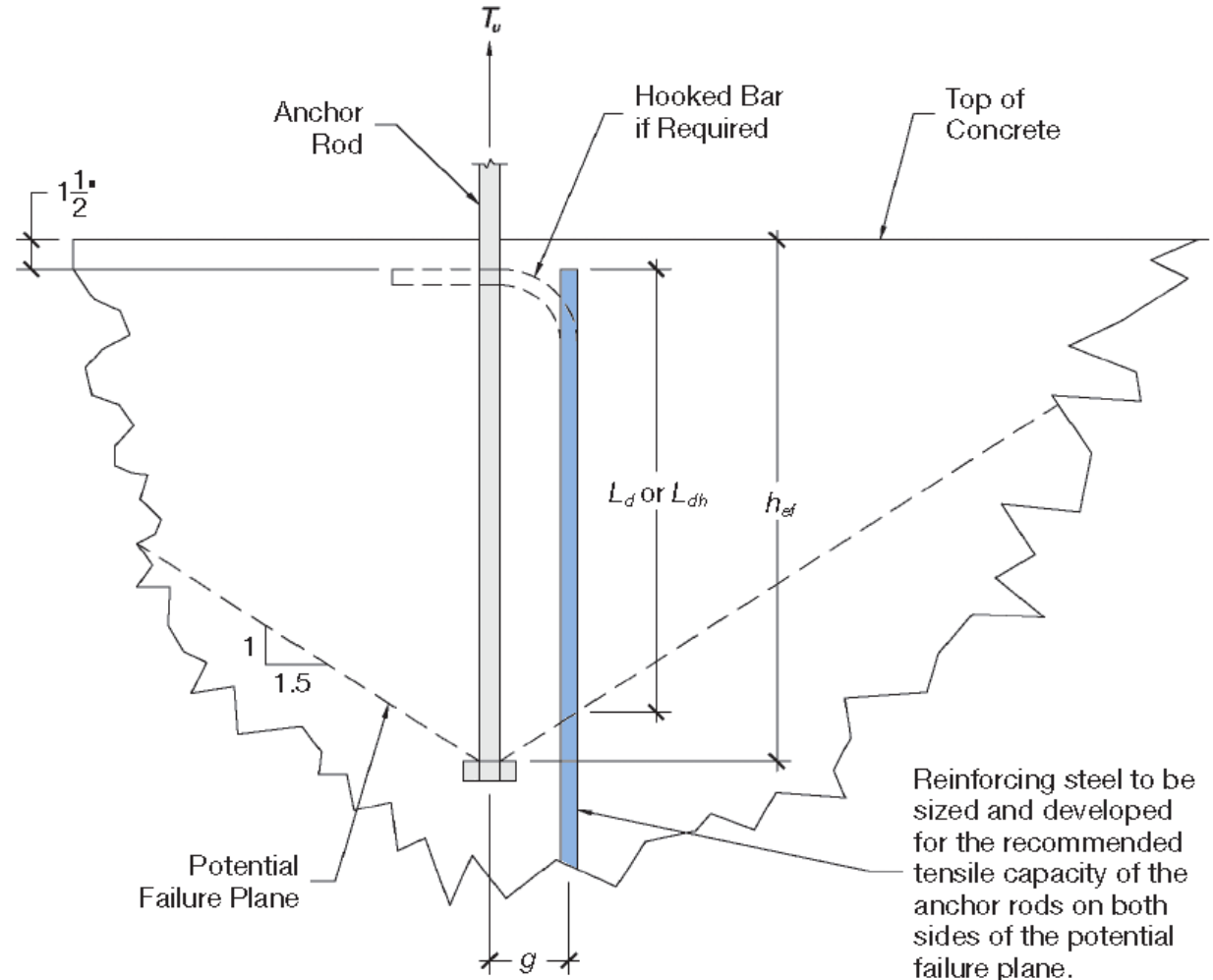
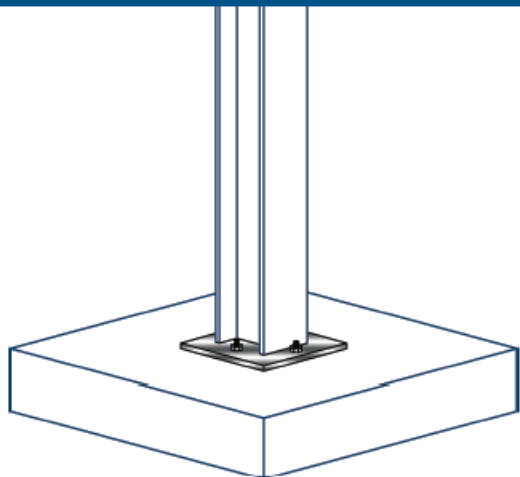
(در این حالت گسیختگی مخروطی بتن و بیرون کشیدگی کنترل می شود، مقاومت پیوستگی کنترل نمی شود)

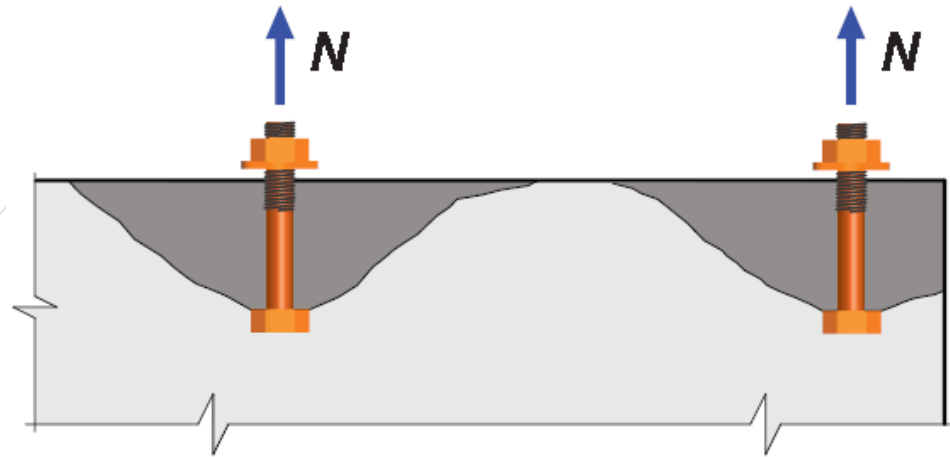


1
Steel Design Guide

Base Plate and
Anchor Rod Design

Second Edition



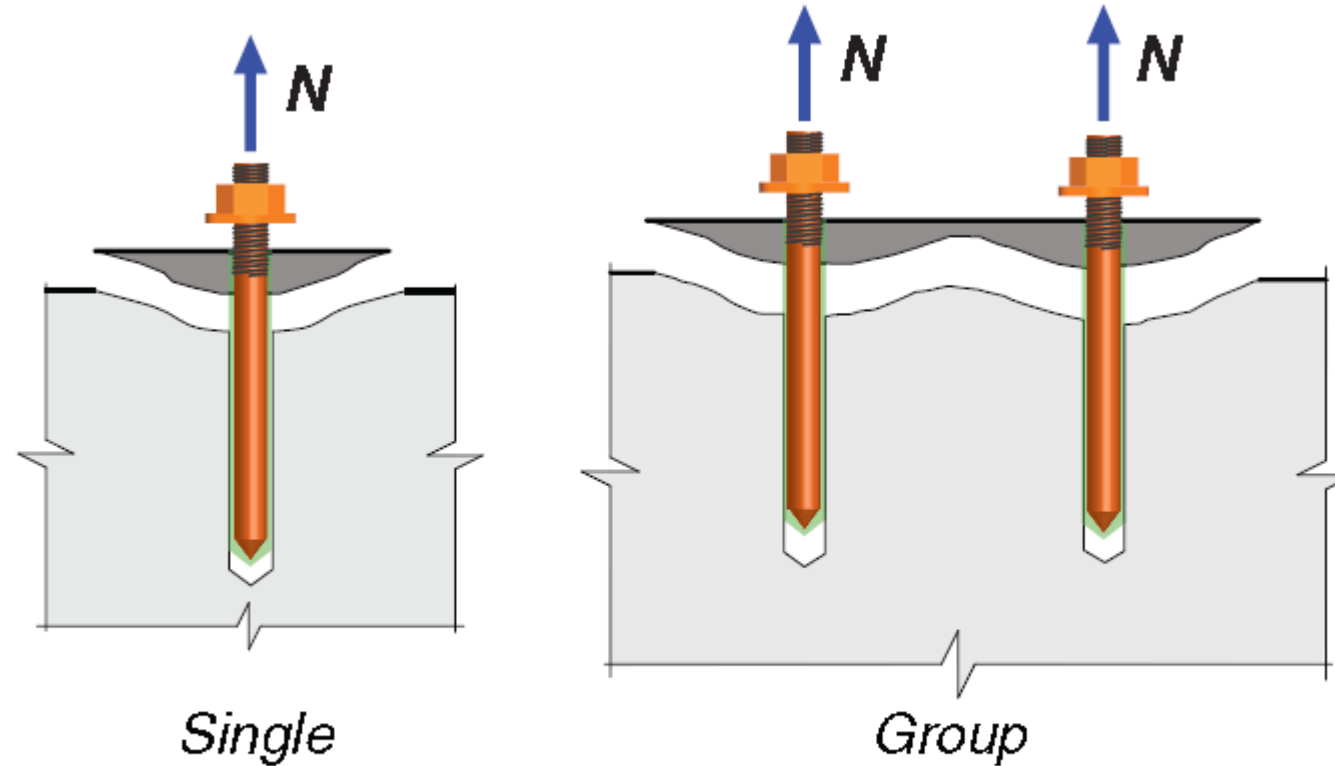


جمع بندی:

(iii) Concrete breakout

- ۱- در مود گسیختگی مخروطی بتن مقاومت فولاد و یا مهر تعیین کننده نیست.
- ۲- در مود گسیختگی مخروطی بتن مقاومت چسب تعیین کننده نیست.
- ۳- در مود گسیختگی مخروطی بتن قطر مهر و در نتیجه عمق کاشت خیلی تعیین کننده است به طوری که با افزایش قطر و در نتیجه عمق کاشت، نزدیک شدن کاشتها به هم باعث کاهش قابل ملاحظه مقاومت می شود.

کاشت میلگرد: (مهار به بتن)



(vi) Bond failure

گسیختگی پیوستگی

QUALIFICATION OF POST-INSTALLED ADHESIVE ANCHORS IN CONCRETE (ACI 355.4M-11) AND COMMENTARY

کاشت میلگرد: (مهيار به بتن)

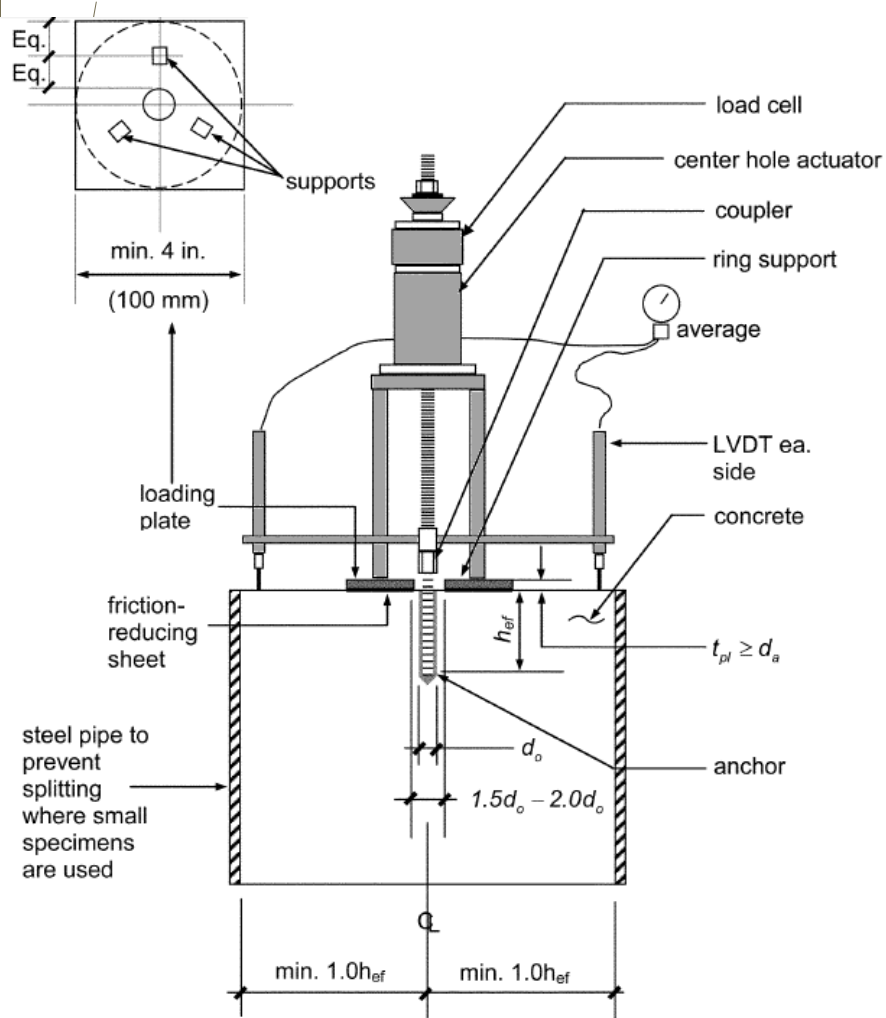


Fig. 4.5—Example of **confined** tension test setup for adhesive anchors.

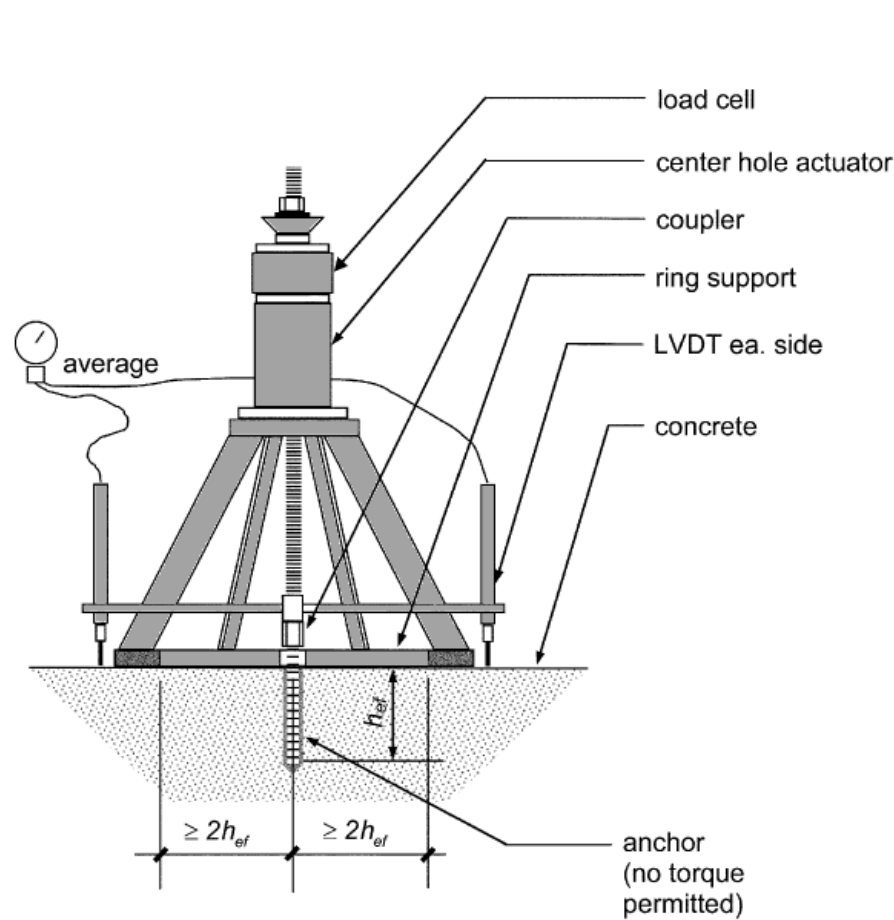
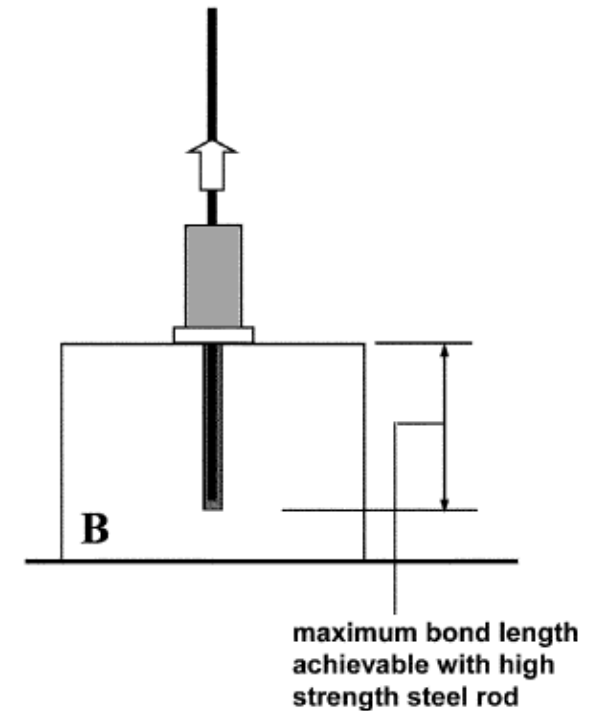


Fig. 4.4—Example of **unconfined** tension test setup for adhesive anchors.

تستهای کارگاهی
(محصور شده ترک نخورده)



(e) After adhesive cure, perform **confined** test to failure.

کاشت میلگرد: (مهار به بتن)

آزمایش بتن محصور نشده و ترک نخورده



QUALIFICATION OF POST-INSTALLED ADHESIVE ANCHORS IN CONCRETE (ACI 355.4M-11) AND COMMENTARY *کاشت میلگرد: (مهاری به بتن)*

R6.1.2 The use of confined tests is based on two considerations:

1. Confined tests measure the bond strength of the anchorage as opposed to the concrete capacity associated with concrete failure modes such as concrete cone breakout. As such, they are suitable to assess the effects of temperature variation, suboptimal hole cleaning, mixing effort, sustained load, installation direction, temperature variations, and environmental exposure on anchor performance.
2. Confined tests do not generate large spall cones, and as such serve to reduce the volume of concrete required for the test program.

10.4.5 Bond stress

R10.4.5 The calculation of bond stress, made on the basis of the uniform bond stress mode, is assumed essentially independent of concrete strength within the concrete strength range addressed by ACI 318M, Appendix D. An adjustment is made for values determined through confined testing, which generally increases the measured peak load over that measured in unconfined testing because confined testing restrains splitting cracks and provides for a triaxial stress state under the bearing plate.

10.4.5.1 Calculate the corresponding bond stress τ_i for each service-condition tension test (Table 3.1, Tests 7a and 7b; Table 3.2, Tests 11a through 11d; and Table 3.3, Tests 8a and 8b) in concrete test member i or concrete batch i , normalized to concrete strength equal to 17 MPa using Eq. (10-11).

$$\tau_i = \alpha_{setup} \frac{N_{u,i,f_c}}{\pi d_a h_{ef}} \quad (10-11)$$

where

N_{u,i,f_c} = peak tension load measured in a tension test conducted in test series i or concrete batch i , normalized to concrete strength $f_c = 17$ MPa, N; and

α_{setup} = 1.0 if service-condition tests are performed as unconfined tests, 0.75 if service-condition tests are performed as confined tests, and 0.70 if service-condition tests in cracked concrete are performed as confined tests.

کاشت میلگرد: (مهاری به بتن)

جدول ۹-۱۸-۱. مقاومت مهاری برای انواع حالات گسیختگی.

نوع بار	حالت گسیختگی	بند	نوع مهاری			مهاری تک	مهاری گروهی	
			مهاری تعبیه شده	مهاری کاشتنی انبساطی و زیرچاکی	مهاری چسبی		هر مهاری	مهاریها در یک گروه مهاری
کشش	مقاومت فولاد مهاری	۱-۴-۱۸-۹	■	■	■	$\phi N_{sa} \geq N_{ua}$	$\phi N_{sa} \geq N_{ua,i}$	
	مقاومت گسیختگی مخروطی بتن	* ۲-۴-۱۸-۹	■	■	■	$\phi N_{cb} \geq N_{ua}$	$\phi N_{cbg} \geq N_{ua,g}$	
	مقاومت بیرون کشیدگی بتن	۳-۴-۱۸-۹		■	■	$\phi N_{pn} \geq N_{ua}$	$\phi N_{pn} \geq N_{ua,i}$	
	مقاومت بیرون زدگی جانبی بتن	۴-۴-۱۸-۹		■	■	$\phi N_{sb} \geq N_{ua}$	$\phi N_{sbg} \geq N_{ua,g}$	
	مقاومت پیوستگی بتن	** ۵-۴-۱۸-۹			■	$\phi N_a \geq N_{ua}$	$\phi N_{ag} \geq N_{ua,g}$	
	مقاومت پیوستگی در کشش دائمی	۶-۴-۱۸-۹			■	$\phi N_{bac} \geq N_{ua,s}$	$\phi N_{bac} \geq N_{ua,s}$	
چرخش	مقاومت فولاد مهاری	۱-۵-۱۸-۹	■	■	■	$\phi V_{sa} \geq V_{ua}$	$\phi V_{sa} \geq V_{ua,i}$	
	مقاومت گسیختگی لبه بتن	* ۲-۵-۱۸-۹	■	■	■	$\phi V_{cb} \geq V_{ua}$	$\phi V_{cbg} \geq V_{ua,g}$	
	مقاومت قلوه کنی بتن	۳-۵-۱۸-۹	■	■	■	$\phi V_{cp} \geq V_{ua}$	$\phi V_{cpg} \geq V_{ua,g}$	

* این ضوابط فقط برای مهاریهای با قطر کمتر یا مساوی ۱۰۰ میلیمتر قابل اعمال است.

** این ضوابط فقط برای مهاریهای با طول مدفون $4d_a \leq h_{ef} \leq 20d_a$ قابل اعمال است.

کاشت میلگرد: (مهار به بتن)

جدول ۹-۱۸-۲- ضریب کاهش مقاومت مهارها

مقاومت مهار با مقاومت عضو فولادی کنترل می‌شود			
φ		بار	حالت گسیختگی
۰/۷۵		کششی	مقاومت عضو فولادی شکل پذیر کنترل کننده مقاومت مهار است
۰/۶۵		برشی	
۰/۶۵		کششی	مقاومت عضو فولادی ترد کنترل کننده مقاومت مهار است
۰/۶۰		برشی	
مقاومت مهار با یکی از حالات گسیختگی بتن کنترل می‌شود			
φ		بار	نوع مهار
بدون آرماتورهای اضافی گذرنده از سطح گسیختگی و شامل گسیختگی بیرون کشیدگی یا قلوه- <u>کنی بتن</u>		با آرماتورهای اضافی گذرنده از سطح گسیختگی ^۲ بجز برای گسیختگی بیرون کشیدگی و <u>قلوه کنی بتن</u>	
۰/۷۰	۰/۷۵	برشی	تمامی انواع مهارها
۰/۷۰	۰/۷۵	کششی	مهارهای تعبیه شده گل‌میخ‌های سردار، پیچ‌های سردار، یا پیچ-های قلاب‌دار
۰/۶۵	۰/۷۵		مهارهای کاشتنی گروه ۱. حساسیت کم به نصب و قابلیت اعتماد زیاد
۰/۵۵	۰/۶۵		گروه ۲. حساسیت متوسط به نصب و قابلیت اعتماد متوسط ^۱
۰/۴۵	۰/۵۵		گروه ۳. حساسیت زیاد به نصب و قابلیت اعتماد کم ^۱

^۱ میزان حساسیت و قابلیت اعتماد مهار کاشتنی باید بر اساس آزمایش‌های مورد استناد مراجع مورد تأیید تعیین شود.

^۲ نیازی به طراحی آرماتورهای اضافی نیست و تامین آرماتور حداقل آیین‌نامه طبق الگوهای نشان داده شده در شکل ۹-۱۸-۳ کافی است.

کاشت میلگرد: (مهاری به بتن)

۵-۴-۱۸-۹ مقاومت پیوستگی مهاری چسبی در کشش

۱-۵-۴-۱۸-۹ مقاومت اسمی پیوستگی N_a برای مهاری چسبی تکی و N_{ag} برای مهاری گروهی، به صورت زیر محاسبه می شود

الف- برای مهاری تکی

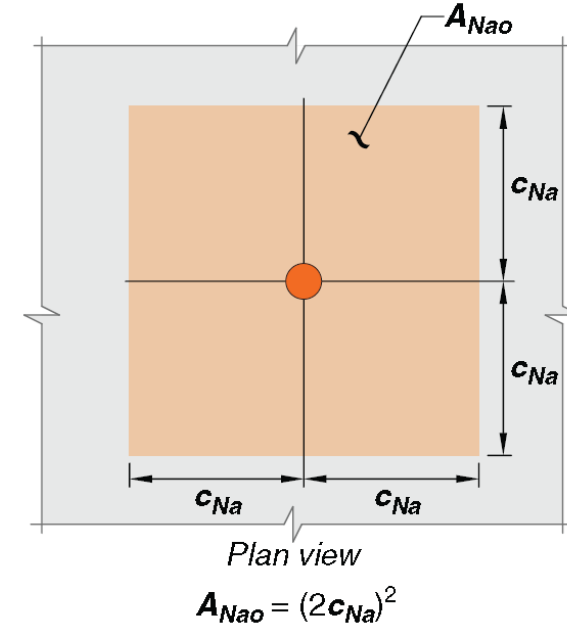
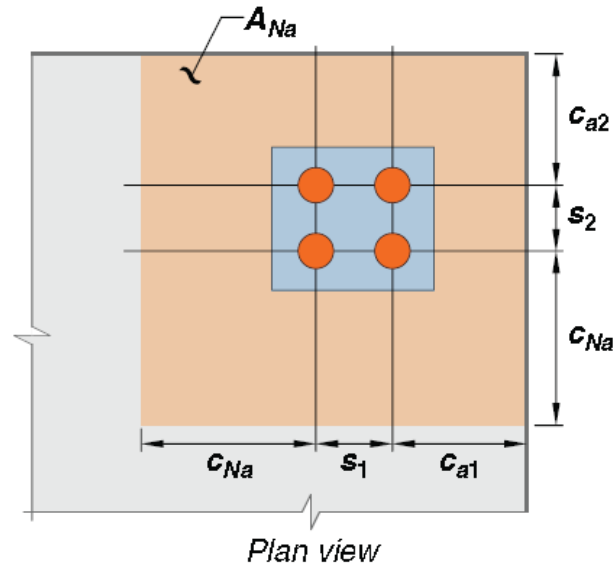
$$N_a = \frac{A_{Na}}{A_{Nao}} \psi_{ed,Na} \psi_{cp,Na} N_{ba} \quad (۱۳-۱۸-۹)$$

۲-۵-۴-۱۸-۹ مقاومت پایه پیوستگی در کشش برای یک مهار تکی، در بتن ترک خورده N_{ba} نباید مساوی یا بیشتر از مقدار رابطه زیر در نظر گرفته شود

$$N_{ba} = \lambda_a \tau_{cr} \pi d_a h_{ef} \quad (۱۷-۱۸-۹)$$

در این رابطه تنش پیوستگی مشخصه، τ_{cr} تنش متناظر احتمال شکست ۵ درصد است که بر اساس آزمایش های مورد استناد مراجع مورد تأیید تعیین می شود.

کاشت میلگرد: (مهاریه بتن)



if c_{a1} and $c_{a2} < c_{Na}$

s_1 and $s_2 < 2c_{Na}$

$$A_{Na} = (c_{Na} + s_1 + c_{a1})(c_{Na} + s_2 + c_{a2})$$

ج- مقاومت پیوستگی بتن

جدول ۹-۱۸-۴. حداقل تنش پیوستگی.

τ_{uncr} (مگا پاسکال)	τ_{cr} (مگا پاسکال)	حداکثر دما در شرایط بهره برداری (درجه سانتیگراد)	میزان رطوبت بتن در زمان نصب مهار	شرایط محیطی بهره- برداری و نصب
۴/۵	۱/۴	۸۰	خشک تا کاملاً اشباع	بیرون بنا
۷/۰	۲/۱	۴۵	خشک	داخل بنا

- اگر مهار برای بارهای لرزه‌ای طراحی می‌شود، مقدار τ_{cr} باید در ۰/۸ و τ_{uncr} در ۰/۴ ضرب شوند.
- اگر مهار برای بارهای کششی دائمی طراحی می‌شود، مقادیر τ_{cr} و τ_{uncr} باید در ۰/۴ ضرب شوند.

$$c_{Na} = 10d_a \sqrt{\frac{\tau_{uncr}}{7.6}} \xrightarrow{\text{حداقل فاصله}} c_{Na} = 10d_a \sqrt{\frac{4.5}{7.6}} = 7.7d_a \quad (۱۶-۱۸-۹)$$

$$\psi_{ec,Na} = \frac{1}{\left(1 + \frac{e'_N}{c_{Na}}\right)} \leq 1 \quad (۱۸-۱۸-۹)$$

$$\psi_{ed,Na} = 0.7 + 0.3 \frac{c_{a,min}}{c_{Na}} \quad (۱۹-۱۸-۹)$$

$$\psi_{cp,Na} = \frac{c_{a,min}}{c_{ac}} \geq \frac{c_{Na}}{c_{ac}} \quad (۲۰-۱۸-۹)$$

بدون خروج از
مرکزیت برابر ۱

برای کاشت دور از
لبه برابر ۱

برای بتن ترک
خورده برابر ۱

۹-۱۸-۴-۶ مقاومت کششی برای بارهای کششی دائمی

۹-۱۸-۴-۱ مقاومت کششی مهارهای چسبی برای بارهای کششی دائمی از رابطه‌ی زیر محاسبه می‌شود:

$$N_{bac} = 0.55N_{ba} \quad (۹-۱۸-۲۱)$$

که در آن N_{ba} بر اساس بند ۹-۱۸-۴-۵-۲ محاسبه می‌گردد.

۹-۱۸-۵-۳ مقاومت قلوه‌کن شدن بتن برای مهار در برش

۹-۱۸-۵-۱ مقاومت اسمی قلوه‌کن شدن V_{cp} برای مهار تکی یا V_{cpg} برای مهار گروهی، باید به صورت زیر محاسبه شود:

الف- برای مهارهای تکی

$$V_{cp} = k_{cp}N_{cp} \quad (۹-۱۸-۳۱)$$

برای مهارهای تعبیه شده، انبساطی و زیر چاکی، N_{cp} باید برابر با N_{cb} از رابطه‌ی (۹-۱۸-۳-الف)،
و برای مهار چسبی، N_{cp} باید برابر با کمترین دو مقدار N_a از رابطه‌ی (۹-۱۸-۱۳) و N_{cb} از
رابطه‌ی (۹-۱۸-۳-الف) در نظر گرفته شود.

پیوستگی
مهاری

گسیختگی
مخروطی

ب- برای مهارهای گروهی

$$V_{cpg} = k_{cp} N_{cpg}$$

(۹-۱۸-۳۲)

برای مهارهای تعبیه شده، انبساطی و زیر چاکی، N_{cpg} باید برابر با N_{cbg} از رابطه‌ی (۹-۱۸-۳-ب)،
و برای مهار چسبی، N_{cpg} باید برابر با کمترین دو مقدار N_{ag} از رابطه‌ی (۹-۱۸-۱۴) و N_{cbg} از
رابطه‌ی (۹-۱۸-۳-ب) در نظر گرفته شود.

پیوستگی
مهاری

گسیختگی
مخروطی

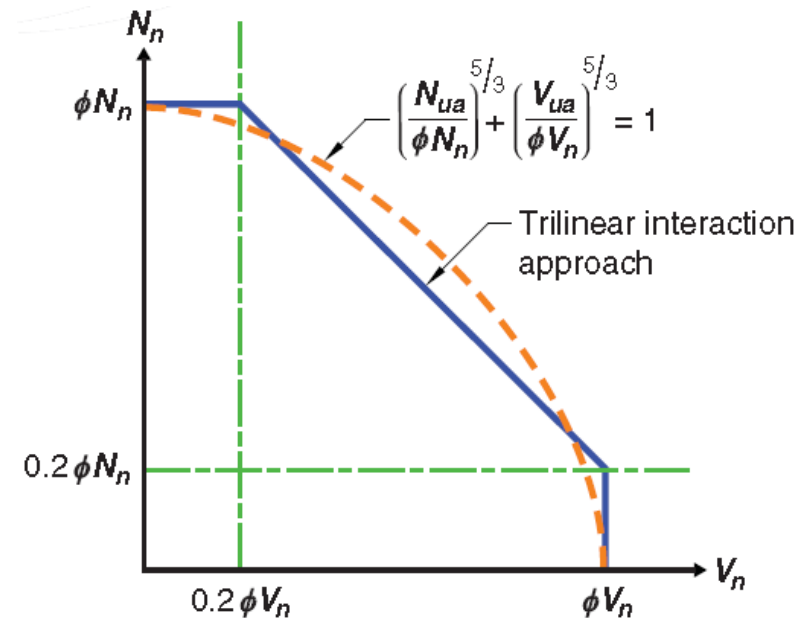
متغیر k_{cp} در رابطه‌های فوق، در مواردی که h_{ef} کمتر از ۶۵ میلی متر است برابر با ۱/۰، و در
مواردی که h_{ef} بیش‌تر یا مساوی ۶۵ میلی متر است برابر با ۲/۰ منظور می‌شود.

۹-۱۸-۶ اندرکنش نیروهای کششی و برشی

مهارهای تکی یا گروهی تحت اثر همزمان بارهای کششی و برشی باید طبق ضوابط این بند طراحی شوند. مقادیر ϕN_n و ϕV_n مقاومت‌های کششی و برشی مهارها، بر اساس بندهای ۹-۱۸-۴ و ۹-۱۸-۵ محاسبه می‌شوند.

۹-۱۸-۶-۳ اگر $V_{ua} > 0.2\phi V_n$ و $N_{ua} > 0.2\phi N_n$ باشند، رابطه‌ی زیر باید برای اندرکنش کشش و برش برقرار شود:

$$\frac{N_{ua}}{\phi N_n} + \frac{V_{ua}}{\phi V_n} \leq 1.2$$



$$(9-18-35)$$

۸-۱۸-۹ الزامات لرزه‌ای ۲-۸-۱۸-۹ الزامات برای بارهای کششی

۲-۲-۸-۱۸-۹ در مواردی که مولفه‌ی کششی بار زلزله روی مهار تکی یا گروهی، بیش‌تر از ۲۰ درصد کل بار کششی روی مهار در همان ترکیب بار باشد، طراحی مهارها و ملحقات آنها باید یکی از بندهای (الف) تا (ت) زیر را تامین نماید.

R_y میلگرد

الف : ۱- مقاومت فولاد مهار باید $(1/2)$ برابر مقاومت اسمی آن در نظر گرفته شود.

ت- مهارهای تکی یا گروهی باید برای حداکثر بار کششی حاصل از ترکیب بارهای شامل زلزله که در آنها بار زلزله با ضریب اضافه مقاومت Ω_0 تشدید شده است، طراحی شوند. مقاومت کششی مهارها در طراحی از بند ۳-۲-۸-۱۸-۹ یا ۴-۲-۸-۱۸-۹ محاسبه می‌شود.

Min

۳-۲-۸-۱۸-۹ مقاومت کششی در طراحی مهارهایی که نیروهای زلزله را تحمل می‌کنند و بر اساس بند ۲-۲-۸-۱۸-۹ (ب) تا (ت) طراحی می‌شوند، باید با منظور نمودن بندهای (الف) تا (ث) (که اثر بارگذاری لرزه‌ای را در کاهش مقاومت کششی منظور می‌کنند)، و حالات گسیختگی جدول ۱-۱۸-۹ و فرض ترک خوردگی بتن محاسبه شود؛ مگر آن که بتوان نشان داد بتن ترک نخورده است؛ که در این صورت مقاومت متناظر با حالات گسیختگی را می‌توان با فرض ترک نخوردن بتن محاسبه نمود.

۸-۱۸-۹ الزامات لرزه‌ای ۲-۸-۱۸-۹ الزامات برای بارهای کششی

الف- برای یک مهار تکی یا یک مهار از گروه مهاری که تحت بیشترین تنش واقع شده‌اند، ϕN_{sa}

ب- برای یک مهار تکی و یا یک مهار از گروه مهاری که تحت بیشترین تنش قرار می‌گیرند،

$$0.75\phi N_{cb} \text{ یا } 0.75\phi N_{cbg}$$

در صورتی که آرماتورهای مهار مطابق بند ۶-۲-۴-۱۸-۹ تامین شده باشند، نیازی به محاسبه‌ی N_{cb} و N_{cbg} نمی‌باشد.

پ- برای یک مهار تکی و یا یک مهار از گروه مهاری که تحت بیشترین تنش قرار می‌گیرند،

$$0.75\phi N_{pn}$$

ضرایب کاهش مقاومت به علت افزایش ترک خوردگی در بارهای فوق العاده و فراتر از مقاومت نهایی

$$0.75\phi N_{sb} \text{ یا } 0.75\phi N_{sbg}$$

$$0.75\phi N_a \text{ یا } 0.75\phi N_{ag}$$

۶-۲-۴-۱۸-۹ در مواردی که آرماتورهای مهار (به شکل ۳-۱۸-۹ مراجعه کنید)، در هر دو طرف سطح گسیختگی مخروطی بتن دارای طول مهاری کافی مطابق فصل ۲۱-۹ باشند، می‌توان از مقاومت آرماتورهای مهار به جای مقاومت گسیختگی مخروطی بتن در محاسبه‌ی ϕN_n استفاده نمود. ضریب ϕ در این حالت باید ۰/۷۵ منظور شود.

۸-۱۸-۹ الزامات لرزه‌ای ۳-۸-۱۸-۹ الزامات برای بارهای برشی

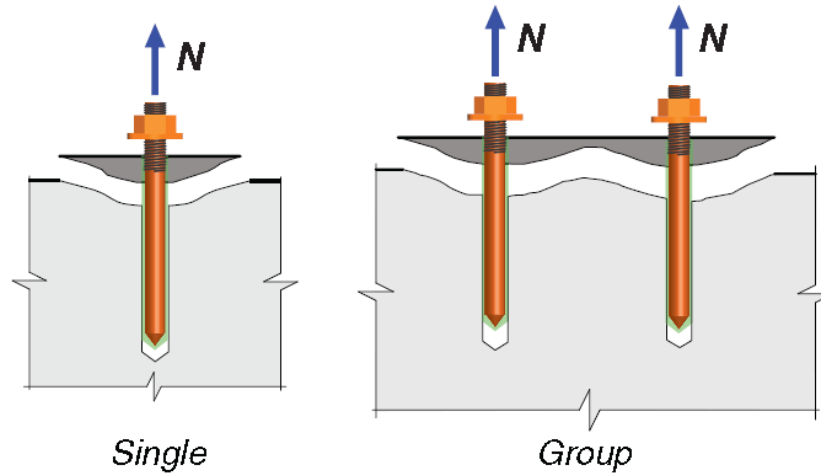
۲-۳-۸-۱۸-۹ در مواردی که مولفه‌ی برشی بار زلزله‌ی وارد بر مهارهای تکی یا گروهی، بیش‌تر از ۲۰ درصد کل بار برشی وارد به مهار در همان ترکیب بار باشد، طراحی مهار و ملحقات آن باید مطابق یکی از بندهای (الف) تا (پ) بوده و مقاومت برشی مهار بر اساس بند ۵-۱۸-۹ تعیین شود.

الف- مهارهای تکی یا گروهی باید برای حداکثر برش قابل انتقال به آنها بر اساس یک مکانیزم تسلیم شکل پذیر خمشی، برشی، یا اتکایی یا ترکیبی از آنها در قطعه‌ی الحاقی، و با در نظر گرفتن اضافه مقاومت مصالح و سخت شوندگی کرنشی در اجزای الحاقی، طراحی شوند.

ب- مهارهای تکی یا گروهی باید برای حداکثر نیروی برشی قابل انتقال به آنها از طریق قطعه‌ی الحاقی با رفتار غیر تسلیم شونده محاسبه شوند.

پ- مهارهای تکی یا گروهی باید برای حداکثر بار برشی حاصل از ترکیب‌هایی از بار طراحی که در آنها بار زلزله با ضریب اضافه مقاومت Ω_0 تشدید شده است، محاسبه شوند.

۳-۳-۸-۱۸-۹ در مواردی که از آرماتورهای مهار مطابق بند ۸-۲-۵-۱۸-۹ استفاده می‌شود، نیازی به کاهش مقاومت برشی برای در نظر گرفتن اثر بارگذاری لرزه‌ای نمی‌باشد؛ و اعمال ضریب‌های کاهش مقاومت بر اساس بند ۳-۱۸-۹ کافی خواهد بود.



(vi) Bond failure

جمع بندی:

- ۱- در مود مقاومت پیوستگی بتن مقاومت فولاد و یا مهار تعیین کننده نیست.
- ۲- در مود مقاومت پیوستگی بتن مقاومت چسب تعیین کننده است.
- ۳- در مود مقاومت پیوستگی بتن قطر مهار و در نتیجه عمق کاشت نیز تعیین کننده است.
- ۴- در مود مقاومت پیوستگی بتن بار لرزه ای و استاتیکی تعیین کننده است.
- ۵- در مود مقاومت پیوستگی بتن محصورشدگی یا نشدگی بتن در آزمایشات تعیین کننده است.

متناسب با مطالب عنوان شده قبل، تست کشش میلگرد در کارگاه ارزش و اهمیتی نداشته و نمی تواند ملاک تایید چسب قرار گیرد:

۱- اگر چسب مناسب با سازه های موقت باشد (عمر کوتاه داشته باشد) در تست بیرون کشیدگی موفق عمل می کند اما با گذشت زمان مقاومت خود را از دست می دهد.

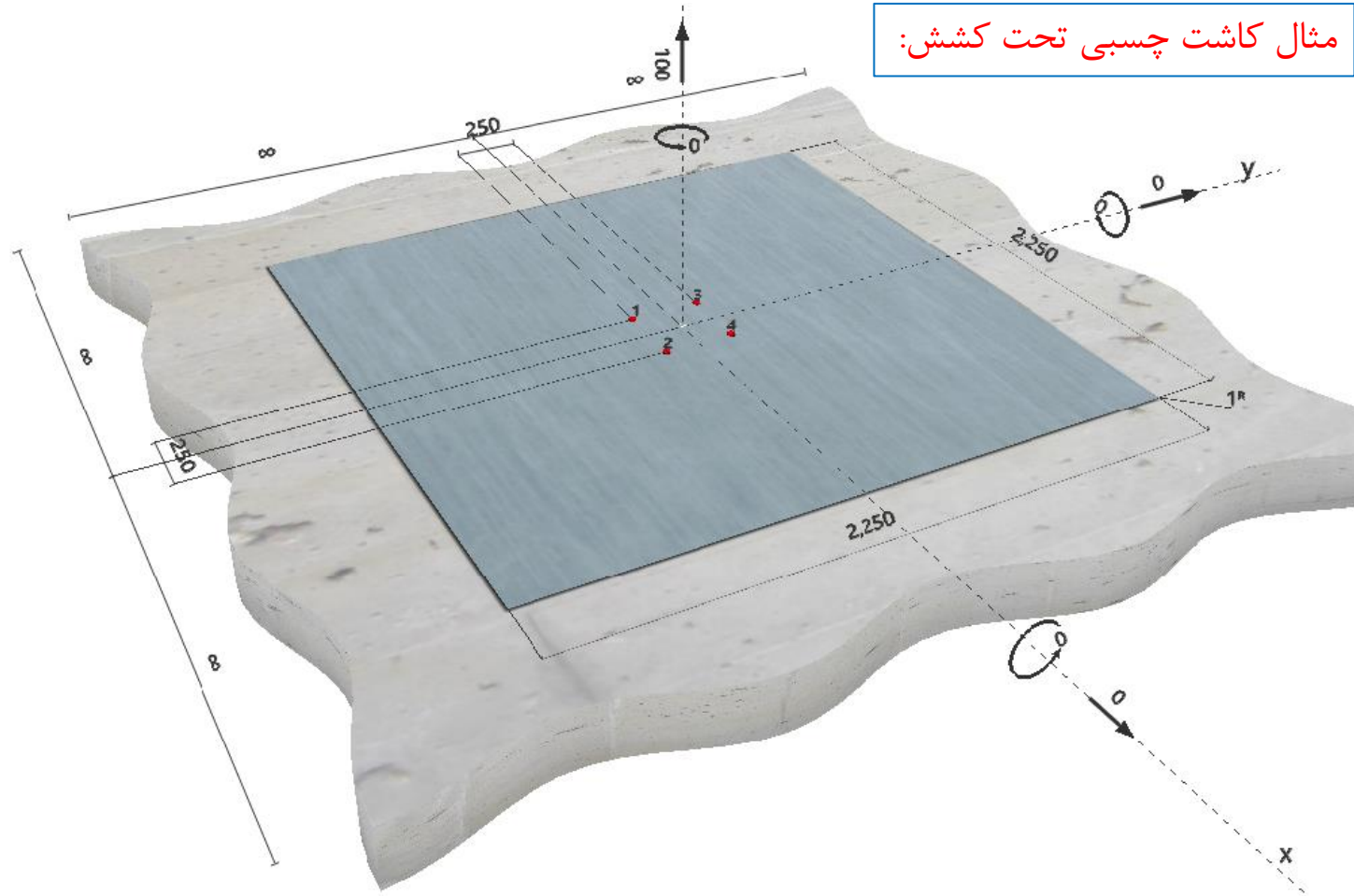
۲- تستهای محصور شده که توسط دستگاههای متداول در کارگاه انجام می شوند اجازه قله کنی سطحی (*cone-failure*) را نداده و طبق **ACI 355.4** مقاومت پیوستگی را به طور متوسط ۲۵ درصد بالاتر گزارش می کنند.

۳- تستهای کششی با بار یکنواخت نسبت به بارهای لرزه ای یا چرخه ای، مقاومت مهار را به طور متوسط ۲۵ درصد بالاتر گزارش می کنند. (چسبها حتما باید تاییدیه لرزه ای **ICC** یا **ETA** را نیز داشته باشند)

۴- تستهای مهار تکی مقاومتی بسیار بیشتر از کاشتهای گروهی گزارش می کنند و عملا اثرات نزدیکی به هم را گزارش نمی کنند. این مساله بویژه می تواند طراح یا مجری را گمراه کند که میلگرد کاشته شده (مهار شده به بتن) می تواند همانند یک میلگرد کار گذاشته شده یا وصله شده عمل نماید!

۵- متناسب با مورد ۴ استفاده از مهار به بتن در برخی محلها **محدودیت آیین نامه ای** هم دارد ..!

مثال کاشت چسبی تحت کشش:



HIT-HY 200 + Rebar 25mm

no supplemental splitting reinforcement present

$h_{ef,act} = 500 \text{ mm}$ ($h_{ef,limit} = - \text{ mm}$)

cracked concrete, C35/45

الف - مقاومت فولاد مهار

3.1 Steel Strength

N_{sa} = ESR value refer to ICC-ES ESR-3187
 $\phi N_{sa} \geq N_{ua}$ ACI 318-14 Table 17.3.1.1

Variables

$A_{se,N}$ [mm ²]	f_{uta} [N/mm ²]
491	550.00

سطح مقطع
آرماتور ۲۵

Calculations

N_{sa} [kN]
270.000

$$N_{sa} = 491 \times 550 = 270 \text{ kN}$$

Results

N_{sa} [kN]	ϕ_{steel}	$\phi_{nonductile}$	ϕN_{sa} [kN]	N_{ua} [kN]
270.000	0.650	1.000	175.500	100.000

ضریب کاهش مقاومت کششی که برای حالت شکست ترد فرض شده است. (در مبحث ۱۰ متناسب با شکست شکل پذیر ۰.۷۵ فرض شده است)

مقاومت فولاد یک مهار:

$$\phi N_{sa} = 270 \times 0.65 = 175 \text{ kN}$$

ب- مقاومت گسیختگی مخروطی بتن

3.3 Concrete Breakout Strength

$$N_{cbg} = \left(\frac{A_{Nc}}{A_{Nd}} \right) \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b$$

$$\phi N_{cbg} \geq N_{ua}$$

A_{Nc} see ACI 318-14, Section 17.4.2.1, Fig. R 17.4.2.1(b)

$$A_{Nd} = 9 h_{ef}^2$$

$$\psi_{ec,N} = \left(\frac{1}{1 + \frac{2 e_{c1,N}}{3 h_{ef}}} \right) \leq 1.0$$

$$\psi_{ed,N} = 0.7 + 0.3 \left(\frac{c_{a,min}}{1.5 h_{ef}} \right) \leq 1.0$$

$$\psi_{cp,N} = \text{MAX} \left(\frac{c_{a,min}}{c_{ac}}, \frac{1.5 h_{ef}}{c_{ac}} \right) \leq 1.0$$

$$N_b = k_c \lambda_a \sqrt{f_c} h_{ef}^{1.5} = 7 \times 1 \times \sqrt{35} \times 500^{1.5} = 463 \text{ kn}$$

Variables

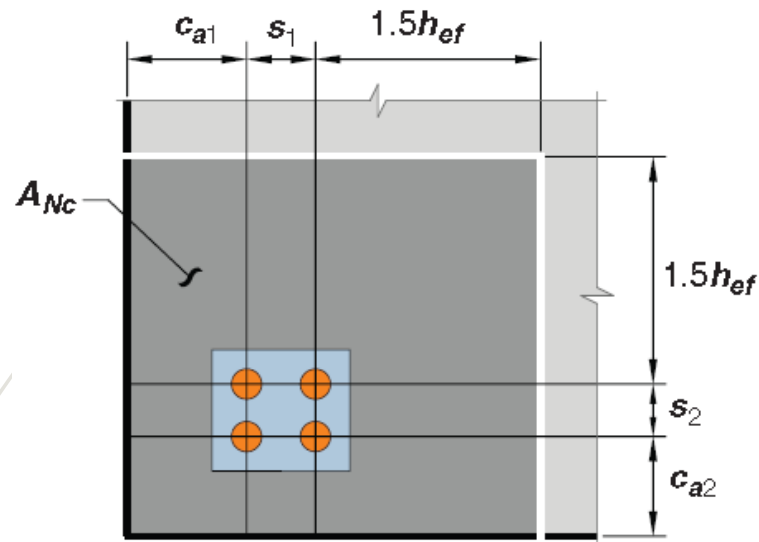
h_{ef} [mm]	$e_{c1,N}$ [mm]	$e_{c2,N}$ [mm]	$c_{a,min}$ [mm]	$\psi_{c,N}$
500	0	0	∞	1.000

Calculations

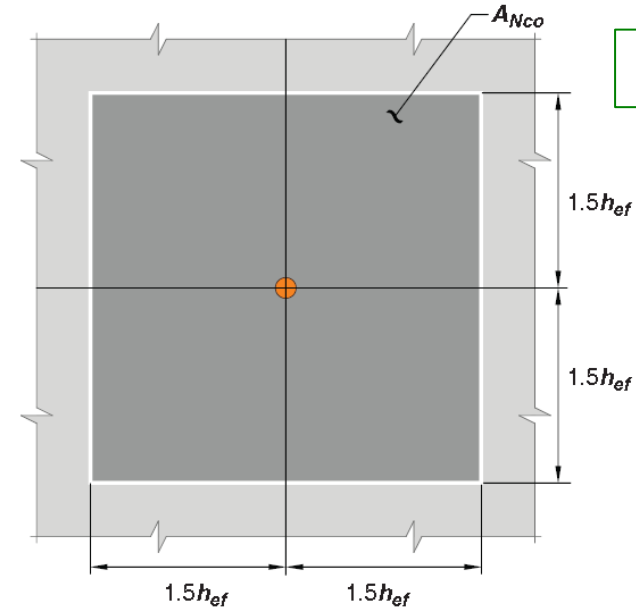
A_{Nc} [mm ²]	A_{Nd} [mm ²]	$\psi_{ec1,N}$	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{ed,N}$	$\psi_{cp,N}$	N_b [kN]
3,062,500	2,250,000	1.000	1.000	1.000	1.000	470.559

Results

N_{cbg} [kN]	$\phi_{concrete}$	$\phi_{seismic}$	$\phi_{nonductile}$	ϕN_{cbg} [kN]	N_{ua} [kN]
640.483	0.650	0.750	1.000	312.236	100.000



$$A_{Nc} = (2 * 750 + 250)^2 = 3062500 \text{ mm}^2$$



$$A_{Nco} = 9h_{ef}^2 = 9(500)^2 = 2250000 \text{ mm}^2$$

ب- مقاومت گسیختگی مخروطی بتن

$$\frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} = \frac{3062500}{2250000} = 1.36$$

$$N_{cbg} = \left(\frac{A_{Nc}}{A_{Nco}} \right) \psi_{ec,N} \psi_{ed,N} \psi_{c,N} \psi_{cp,N} N_b \quad \longrightarrow \quad 1.36 \times 470.59 \approx 640 \text{ Kn}$$

$$640 \times 0.65 \times 0.75 \approx 312 \text{ Kn}$$

$$\longrightarrow \frac{312}{4 \times 175} \cong 0.45 !!$$

ج- مقاومت پیوستگی بتن

increased by a factor of $(f_c / 2,500)^{0.1}$ [For SI: $(f_c / 17.2)^{0.1}$] $\rightarrow 10.8 * (\frac{35}{17.2})^{0.1}$

Variables

$\tau_{k,c,uncr}$ [N/mm ²]	d_a [mm]	h_{ef} [mm]	$c_{a,min}$ [mm]	$\alpha_{overhead}$	$\tau_{k,c}$ [N/mm ²]
11.59	25	500	∞	1.000	6.23
$e_{c1,N}$ [mm]	$e_{c2,N}$ [mm]	c_{ac} [mm]	λ_a	$\alpha_{N,seis}$	
0	0	812	1.000	0.850	

Calculations

c_{Na} [mm]	A_{Na} [mm ²]	A_{Na0} [mm ²]	$\psi_{ed,Na}$
308	748,878	378,689	1.000
$\psi_{ec1,Na}$	$\psi_{ec2,Na}$	$\psi_{cp,Na}$	N_{ba} [kN]
1.000	1.000	1.000	207.811

اثرات کاهش مقاومت لرزه ای که در مدارک هیلتی برای هرچسبی موجود است. (اسلاید بعدی)

Results

N_{ag} [kN]	ϕ_{bond}	$\phi_{seismic}$	$\phi_{nonductile}$	ϕN_{ag} [kN]	N_{ua} [kN]
410.956	0.650	0.750	1.000	200.341	100.000

ضریب کاهش مقاومت متناسب با جدول ۹-۱۸-۲ بدون آرماتور اضافی

ضریب کاهش مقاومت لرزه ای مطابق بند ۹-۱۸-۳

$5.8 * (35/17.2)^{0.1}$

$C_{Na} = 10d_a \sqrt{\frac{11.59}{7.6}} = 12.35 \times 25 = 308 \text{ mm}$

مقادیر τ ترک خورده و ترک نخورده با توجه افزایش مقاومت بتن (۳۵ نسبت ۱۷.۲) افزایش یافته است.

ج- مقاومت پیوستگی بتن

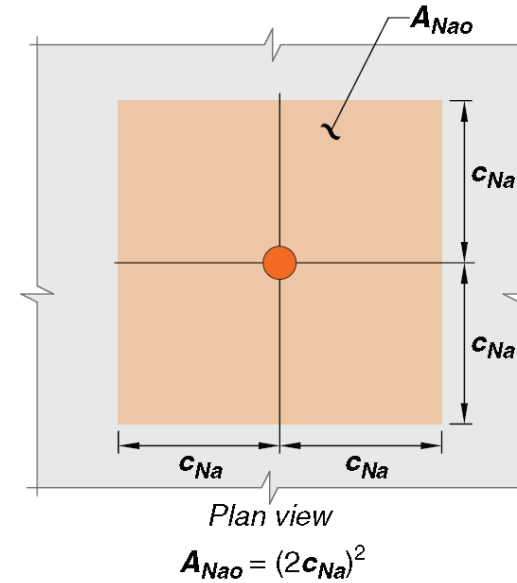
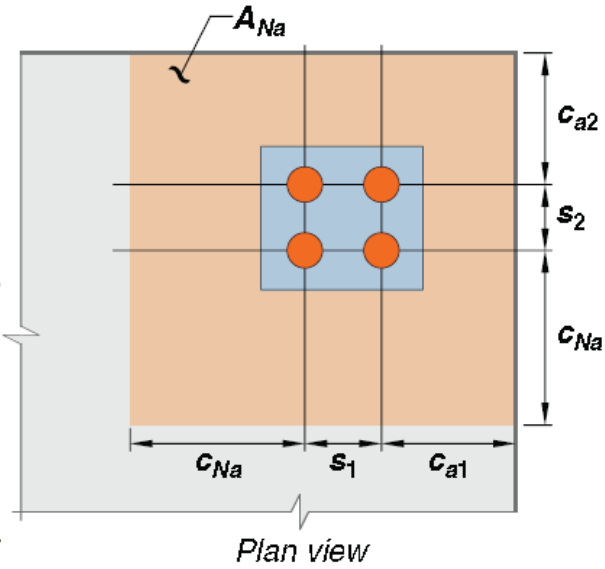
Temperature range	Concrete		(psi)	(psi)	(psi)	(psi)	(psi)	(psi)	(psi)	(psi)	(psi)
Temperature range C ²	Characteristic bond strength in uncracked concrete	$f_{k,uncr}$	MPa	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9	9.9
	Characteristic bond strength in cracked concrete	$f_{k,cr}$	MPa	5.8	5.9	5.9	5.9	5.9	4.6	4.6	
Permissible Installation Conditions	Dry concrete	Anchor Category	-					1			
		ϕ_d	-					0.65			
Permissible Installation Conditions	Water saturated concrete	Anchor Category	-					2			
		ϕ_{ms}	-					0.55			
Reduction for seismic tension	Hammer drilled	$\alpha_{N,seis}$	-			0.80			0.85	0.90	
	Core drilled + roughening	$\alpha_{N,seis}$	-		N/A		0.71	0.77	0.86	0.78	

For SI: 1 inch \equiv 25.4 mm, 1 lbf = 4.448 N, 1 psi = 0.006897 MPa.
For pound-inch units: 1 mm = 0.03937 inches, 1 N = 0.2248 lbf, 1 MPa = 145.0 psi

ضریب مربوط به داخل یا خارج سازه و نیز کیفیت اجرا، این ضریب به طور خودکار در جدول ۲-۱۸-۹ اعمال و در ۴-۱۸-۹ نیز جداگانه معرفی شده است اما اینجا با ترکیب این دو (بدون کاهش دیگری)، شرایط محطی و اعتماد به مهار معرفی و مشابه با جدول ۲-۱۸-۹ اعمال شود.

ضریب مربوط به اثرات لرزه ای که در پانویس جدول ۴-۱۸-۹ برابر ۰٫۸ قید شده است.

ج- مقاومت پیوستگی بتن



$$A_{Na} = (2 * 308 + 250)^2 = 749956 \text{ mm}^2$$

$$A_{Na0} = 2c_{Na}^2 = (2 * 308)^2 = 379456 \text{ mm}^2$$

$$\frac{A_{Na}}{A_{Na0}} = \frac{749956}{379456} = 1.97$$

$$1.97 \times 207.8 \approx 410 \text{ Kn}$$

$$410 \times 0.65 \times 0.75 \approx 200 \text{ Kn}$$

$$\frac{200.341}{4 \times 175} \cong 0.3 \text{ !!}$$