

مقررات ملی ساختمان

مبحث دهم

فصل ۱۰-۴ ساخت، نصب و کنترل

مبحث یازدهم

طرح و اجرای صنعتی ساختمان ها

در صورتی که دستگاه نظارت لازم بداند، پیمانکار موظف است تیرها و ستون‌های فولادی را در محل کارخانه یا پای کار پیش‌نصب نماید. هدف از پیش‌نصب تیرها و ستون‌ها حصول اطمینان از دقت ساخت و کیفیت جفت و جور شدن قطعات در هنگام نصب می‌باشد. همچنین در هنگام پیش‌نصب، خیز شاه‌تیر تحت بار خود اندازه‌گیری شده و با خیز مندرج در نقشه‌ها مقایسه خواهد شد. جفت و جور شدن قطعات مهاربندی‌ها نیز با بستن تعدادی از آنها مورد کنترل قرار خواهد گرفت.

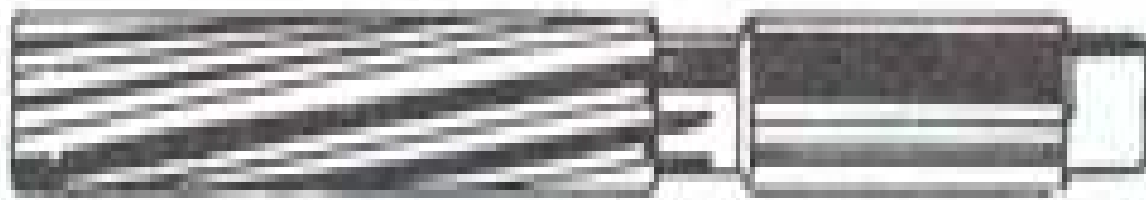
به‌هنگام پیش‌نصب باید حداقل ۲۵ درصد از پیچ‌های هر اتصال که کمتر از دو پیچ نباشد، بسته شوند. پیچ‌های پیش‌نصب می‌تواند از نوع پیچ‌های معمولی انتخاب گردد. از این پیچ‌ها بعداً به‌عنوان پیچ‌های اصلی نباید استفاده نمود.

قطعات پیش‌نصب‌شده، بعد از علامت‌گذاری، باز شده و به‌همراه ورق‌های اتصال برای حمل به کارگاه، انبار خواهند شد.

۱۰-۴-۴-۶ اتصال با پیچ

۱۰-۴-۴-۱-۶ اصلاح سوراخ‌ها

برای مونتاژ نهایی قطعات، بعد از آنکه قطعات علامت‌گذاری شده بر روی خرک چیده شدند و ورق‌های اتصال بر روی سوراخ‌ها قرار گرفتند، قطعات به وسیله سمبه‌هایی که از سوراخ‌های اتصال می‌گذرند در جای خود ثابت می‌شوند. در کارگاه ساخت، انطباق سوراخ‌ها مورد کنترل دقیق قرار می‌گیرد. ولی باز هم امکان دارد که حداکثر تا ۱۵ درصد سوراخ‌های یک محل به علت عدم دقت‌های ساخت کاملاً منطبق نباشند. در چنین حالتی باید این سوراخ‌ها را با گذراندن یک پیچ امتحانی پیدا کرده، به وسیله برقو زدن آنها را اصلاح نمود. حداکثر قطر برقوی مصرفی ۳ میلی‌متر بزرگتر از قطر پیچ می‌باشد و برقوزنی نباید قطر سوراخ را بیش از ۵ میلی‌متر افزایش دهد. استفاده کردن از برش شعله برای گشاد کردن سوراخ‌ها مجاز نیست.



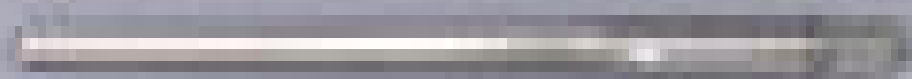
برقوی مارپیچ



برقوی مستقیم



برقوی قابل تنظیم



۱۱-۱-۸-۳ نصب

۱۱-۱-۸-۳-۱ نصب هر قطعه باید بر اساس شماره آن قطعه در موقعیت تعیین شده طبق نقشه‌های نصب صورت گیرد.

۱۱-۱-۸-۳-۲ ترتیب و مراحل نصب قطعات و اجرای اتصالات در کل سازه باید مطابق مشخصات فنی تهیه شده توسط طراح پروژه باشد.

۱۱-۱-۸-۳-۳ قطعاتی که در مراحل نصب، خودایستا نباشند، باید توسط مهار موقت به نحو مطمئنی نگهداری شوند. زمان برچیدن این مهارها باید طبق نظر ناظر تعیین گردد.

۱۱-۱-۸-۳-۴ برای نصب قطعات باید وسایل بلندکننده متناسب با وزن قطعات مهیا گردند. باید با تمهیدات مختلف از قبیل تعبیه وزنه‌های کافی در محل مناسب روی دستگاه بلندکننده، از واژگونی دستگاه جلوگیری نمود. همچنین تکیه‌گاه‌های دستگاه بلندکننده روی زمین باید از ایستایی کافی با توجه به وضع خاک موجود برخوردار باشند.

در صورتیکه اجزای سازه با اتصالات پیچی به یکدیگر متصل شوند، باید تمهیداتی از قبیل پیش‌نصب و ساخت براساس اندازه‌های دقیق بکار رود تا از تناسب و جفت شدن قطعات به یکدیگر در زمان نصب اطمینان حاصل شود.

۱۱-۱-۸-۳-۵ باید تمهیدات لازم برای حمل و جابجا کردن درست قطعات از قبیل نصب گیره‌هایی با مقاومت و تعداد کافی در محل‌های مناسب قطعات به عمل آید. قطعاتی که در موقع حمل دچار آسیب‌دیدگی شده‌اند باید قبل از نصب، ترمیم و سپس در جای خود نصب شوند. این ترمیم ممکن است بوسیله حرارت و یا چکش‌کاری به شرطی که باعث از بین رفتن خواص باربری قطعه نگردد، با تأیید ناظر انجام شود.

۱۱-۱-۸-۳-۶ پیچ‌های مهاری داخل پی‌ها که ستون‌ها به آنها بسته می‌شوند، باید قبل از بتن‌ریزی از نظر فواصل و محورها در تمام ارتفاع و ترازها در هر مرحله دقیقاً کنترل و گزارش مربوطه تهیه گردد تا صحت اجرای پی قبل از نصب ستونها محرز گردد. در صورت عدم احراز شرط فوق باید قبل از شروع نصب، تمهیدات لازم از نظر اصلاح پی‌ها و یا در صورت امکان اصلاحات روی قطعات سازه فولادی پیش‌بینی و اجرا گردد.

۱۱-۱-۸-۳-۷ تراز کردن کف ستون‌ها توسط مهره‌های قابل تنظیم در زیر آنها و پر کردن زیر کف ستون با ملات مقاوم بدون وارفتگی و تأمین کننده تماس کامل بین کف ستون و ملات انجام می‌شود.

۱۱-۱-۸-۳-۸ برای نصب اولیه قطعات می‌توان از پیچ‌های پیش‌نصب بصورت موقت استفاده نمود و پس از اطمینان از صحت نصب، پیچ‌های اصلی را جایگذاری و محکم نمود.

۱۱-۱-۸-۳-۹ طریقه ایجاد کشش اولیه و محکم کردن پیچ‌ها طبق بندهای ۱۱-۱-۸-۳-۱۴ تا ۱۱-۱-۸-۳-۳۱ این مقررات باید انجام شود.

۱۱-۱-۸-۳-۱۰ رواداری‌های نصب باید طبق بخش ۱۱-۱-۹-۲ این مقررات کنترل و تأیید گردد.

۱۱-۱-۸-۳-۱۱ تکمیل اتصالات سازه‌ای و پر کردن ملات زیر ورق‌های کف ستون نصب شده، نباید تا هنگامی که بخش قابل قبولی از سازه، تراز، شاقول، همبر و مهاربندی شده باشد، انجام شود. اتصالات سازه‌ای پیش از تکمیل باید دارای مقاومت کافی برای تحمل بارهای ضمن نصب با ضریب اطمینان کافی باشند. در این امر باید از مشخصات فنی طرح و نقشه‌های نصب و نظر ناظر پیروی شود.

۱۱-۱-۸-۳-۱۲ باید توجه کافی به اثر تغییرات دمای محیط بر ابعاد قطعات سازه‌ای و وسایل فلزی اندازه‌گیری طول در هنگام پیاده کردن نقشه و نصب سازه شود. همچنین باید از یک درجه حرارت مرجع مطابق مشخصات فنی طرح یا نظر ناظر پیروی شود.

- **2.2 Base Plate Material Selection**

- *Base plates should be designed using ASTM A36 material unless the availability of an alternative grade is confirmed prior to specification. Since ASTM A36 plate is readily available, the plates can often be cut from stock material.*
- *For posts and light HSS columns, the minimum plate thickness is typically 1/2 in., and for other structural columns a plate thickness of 3/4 in. is commonly accepted as the minimum thickness specified.*

- **2.3 Base Plate Fabrication and Finishing**

- *Typically, base plates are thermally cut to size. Anchor rod and grout holes may be either drilled or thermally cut. Section M2.2 of the AISC Specification lists requirements for thermal cutting as follows:*
- *“...thermally cut free edges that will be subject to calculated static tensile stress shall be free of round-bottom gouges greater than 5 mm. deep ... and sharp V-shaped notches. Gouges deeper than 5 mm. ... and notches shall be removed by grinding and repaired by welding.”*

Table 2.1. Base Plate Materials

Thickness (t_p)	Plate Availability
$t_p \leq 4$ in.	ASTM A36 ^[a] ASTM A572 Gr 42 or 50 ASTM A588 Gr 42 or 50
4 in. < $t_p \leq 6$ in.	ASTM A36 ^[a] ASTM A572 Gr 42 ASTM A588 Gr 42
$t_p > 6$ in.	ASTM A36

^[a] Preferred material specification

- **Anchor Rod Material**

- As shown in Table 2.2, the preferred specification for anchor rods is ASTM F1554, with Grade 36 being the most common strength level used. The availability of other grades should be confirmed prior to specification.

- ASTM F1554 Grade 55 anchor rods are used when there are large tension forces due to moment connections or uplift from overturning. ASTM F1554 Grade 105 is a special high-strength rod grade and generally should be used only when it is not possible to develop the required strength using larger Grade 36 or Grade 55 rods.

- Unless otherwise specified, anchor rods will be supplied with unified coarse (UNC) threads with a Class 2a tolerance, as permitted in ASTM F1554. While ASTM F1554 permits standard hex nuts, all nuts for anchor rods, especially those used in base plates with large oversize holes, should be furnished as heavy hex nuts, preferably ASTM A563 Grade A or DH for Grade 105.

- ASTM F1554 anchor rods are required to be color coded to allow easy identification in the field. The color codes are as follows:

- Grade 36 Blue

- Grade 55 Yellow

- Grade 105 Red

Table 2.2. Anchor Rod Materials

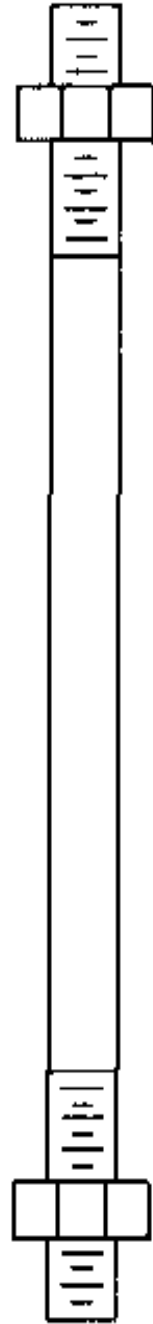
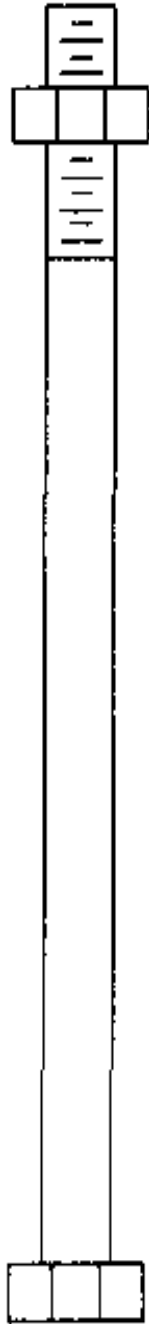
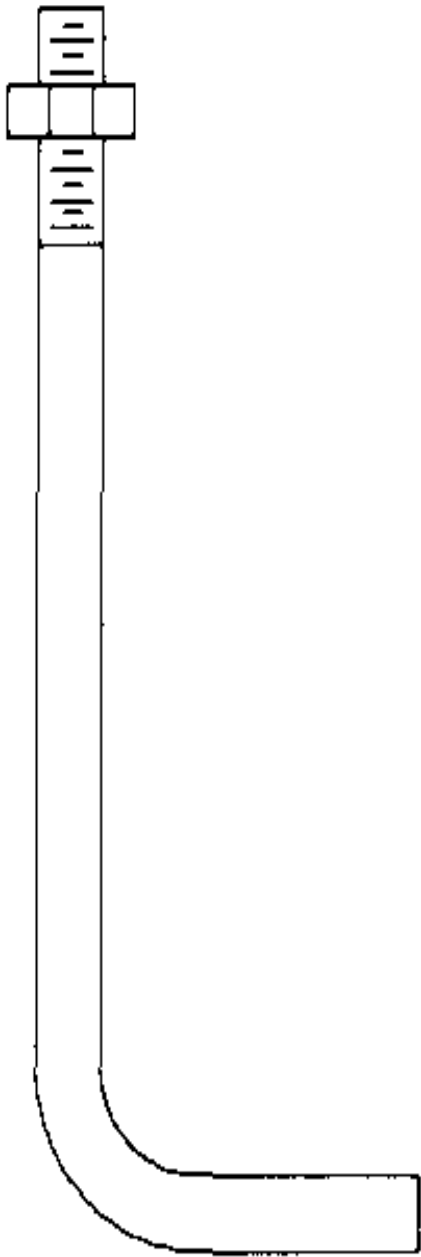
Material ASTM		Tensile Strength, F_u (ksi)	Nominal Tensile Stress, ^[a] $F_{nt} = 0.75F_u$ (ksi)	Nominal Shear Stress (X type), ^[a, b] $F_{nv} = 0.50F_u$ (ksi)	Nominal Shear Stress (N type), ^[a, c] $F_{nv} = 0.40F_u$ (ksi)	Maximum Diameter, in.
F1554	Gr 36 ^[d]	58	43.5	29.0	23.2	4
	Gr 55	75	56.3	37.5	30.0	4
	Gr 105	125	93.8	62.5	50.0	3
A449		120	90.0	60.0	48.0	1
		105	78.8	57.5	42.0	1½
		90	67.5	45.0	36.0	3
A36	58	43.5	29.0	23.2	4	
A307	58	43.5	29.0	23.2	4	
A354 Gr BD	150	112	75.0	60.0	2½	
	140	105	70.0	56.0	4	

^[a] Nominal stress on unthreaded body for cut threads (based on major thread diameter for rolled threads)

^[b] Threads excluded from shear plane

^[c] Threads included in the shear plane

^[d] Preferred material specification



• **Anchor Rod Holes and Washers**

- The AISC-recommended hole sizes for anchor rods are given in Table 2.3.
- For anchor rods for columns designed for axial compression only, the designer may consider using a smaller hole diameter of 27 mm. with 20 mm. diameter rods and base plates less than 32 mm. thick, as allowed in Footnote 3 in Table 2.3. This will allow the holes to be punched up to this plate thickness , and the use of ASTM F844 (USS Standard) washers in lieu of the custom washers of dimensions shown in the table. This potential fabrication savings must be weighed against possible problems with placement of anchor rods out of tolerance.
- *For anchor rods designed to resist moment or axial tension, the hole and washer sizes recommended in Table 2.3 should be used. The added setting tolerance is especially important when the full or near-full strength of the rod in tension is needed for design purposes, because almost any field fix in this case will be very difficult.*

Table 2.3. Recommended Sizes for Anchor Rod Holes in Base Plates

Anchor Rod Diameter, in.	Hole Diameter, in.	Min. Washer Dimension, in.	Min. Washer Thickness, in.
$\frac{3}{4}$	$1\frac{5}{16}$	2	$\frac{1}{4}$
$\frac{7}{8}$	$1\frac{9}{16}$	$2\frac{1}{2}$	$\frac{5}{16}$
1	$1\frac{13}{16}$	3	$\frac{3}{8}$
$1\frac{1}{4}$	$2\frac{1}{16}$	3	$\frac{1}{2}$
$1\frac{1}{2}$	$2\frac{5}{16}$	$3\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
$1\frac{3}{4}$	$2\frac{3}{4}$	4	$\frac{5}{8}$
2	$3\frac{1}{4}$	5	$\frac{3}{4}$
$2\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{4}$	$5\frac{1}{2}$	$\frac{7}{8}$

Notes: 1. Circular or square washers meeting the size shown are acceptable.

2. Adequate clearance must be provided for the washer size selected.

3. See discussion below regarding the use of alternate $1\frac{1}{16}$ -in. hole size for $\frac{3}{4}$ -in.-diameter anchor rods, with plates less than $\frac{1}{4}$ in. thick.

- *Additional recommendations regarding washers and anchor*
- *rod holes are as follows:*
- *1- Washers should not be welded to the base plate, except when the anchor rods are designed to resist shear at the column base (see Section 3.5).*
- *2- ASTM F436 washers are not used on anchor rods because they generally are of insufficient size.*
- *3- Washers for anchor rods are not, and do not need to be, hardened.*

- **Finish of Column Bases**

- *Column bases and base plates shall be finished in accordance with the following requirements:*
- *(1) Steel bearing plates 2 in. (50 mm) or less in thickness are permitted without milling provided a satisfactory contact bearing is obtained. Steel bearing plates over 2 in. (50 mm) but not over 4 in. (100 mm) in thickness are permitted to be straightened by pressing or, if presses are not available, by milling for bearing surfaces, except as noted in subparagraphs 2 and 3 of this section, to obtain a satisfactory contact bearing. Steel bearing plates over 4 in. (100 mm) in thickness shall be milled for bearing surfaces, except as noted in subparagraphs 2 and 3 of this section.*
- *(2) Bottom surfaces of bearing plates and column bases that are grouted to ensure full bearing contact on foundations need not be milled.*
- *(3) Top surfaces of bearing plates need not be milled when complete-joint-penetration groove welds are provided between the column and the bearing plate.*

- **Fit of Column Compression Joints and Base Plates**

- *Lack of contact bearing not exceeding a gap of 1/16 in. (2 mm), regardless of the type of splice used (partial-joint-penetration groove welded or bolted), is permitted. If the gap exceeds 1/16 in. (2 mm), but is equal to or less than 1/4 in. (6 mm), and if an engineering investigation shows that sufficient contact area does not exist, the gap shall be packed out with nontapered steel shims. Shims need not be other than mild steel, regardless of the grade of the main material.*

- **Base Plate Welding**

- *A few basic guidelines on base plate welding are provided here:*
- *Fillet welds are preferred to groove welds for all but large moment-resisting bases.*
- *The use of the weld-all-around symbol should be avoided, especially on wide-flange shapes, since the small amount of weld across the toes of the flanges and in the radius between the web and flange add very little strength and are very costly.*

- *For most wide-flange columns subject to axial compression only, welding on one side of each flange (see Figure 2.1) with 8-mm. fillet welds will provide adequate strength and the most economical detail. When these welds are not adequate for columns with moment or axial tension, consider adding fillet welds on all faces up to 20 mm. in size before using groove welds.*
- *For rectangular HSS columns subject to axial compression only, welding on the flats of the four sides only will avoid having to make an out-of-position weld on the corners. Note, however, that corners must be welded for HSS columns moment or axial tension and anchor rods at the corners of the base plate since the critical yield line will form in the plate at the corners of the HSS.*
- *The minimum fillet weld requirements have been changed in the 2010 AISC Specification. The minimum-size fillet weld is now based on the thinner of the materials being joined.*

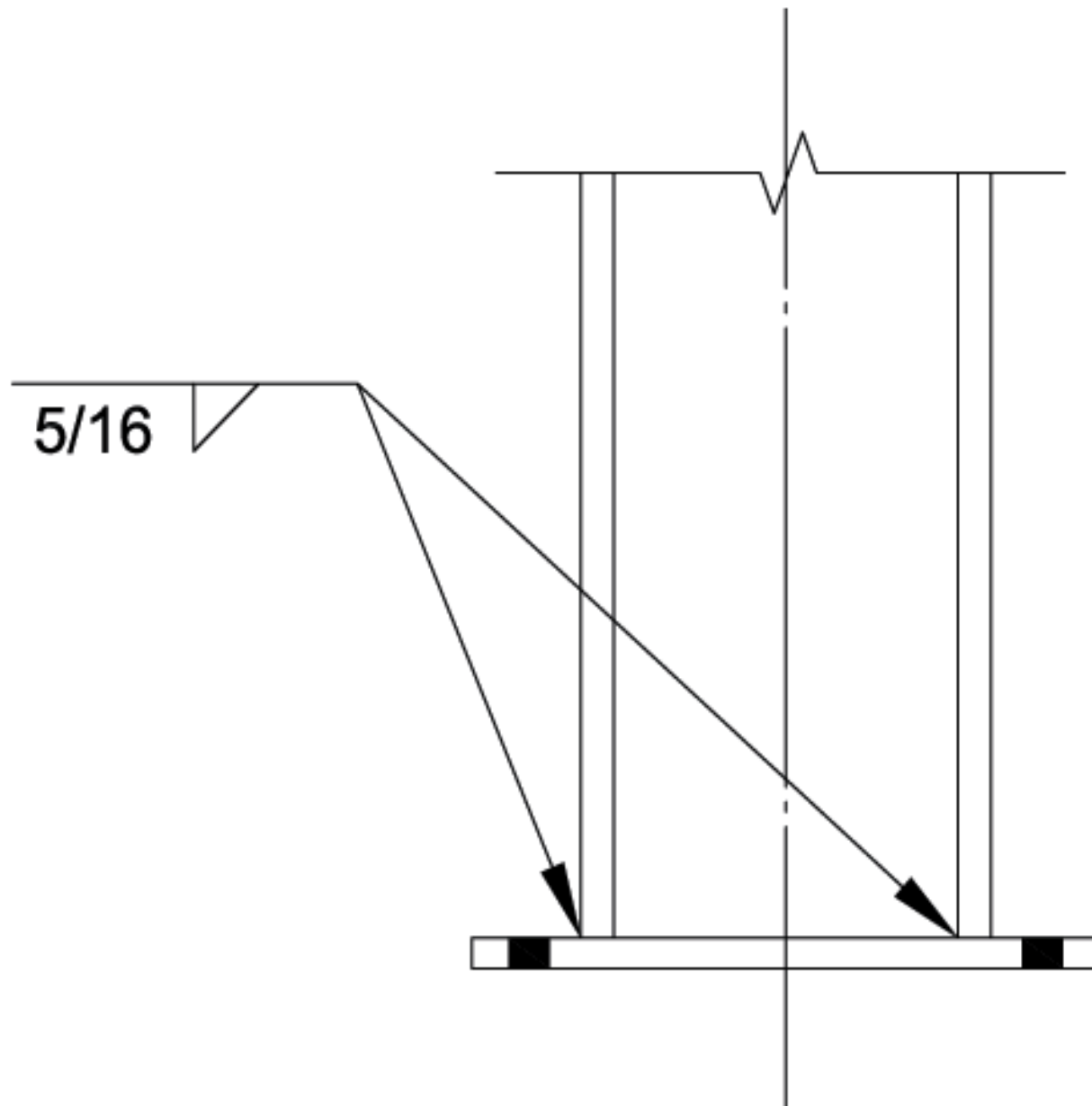
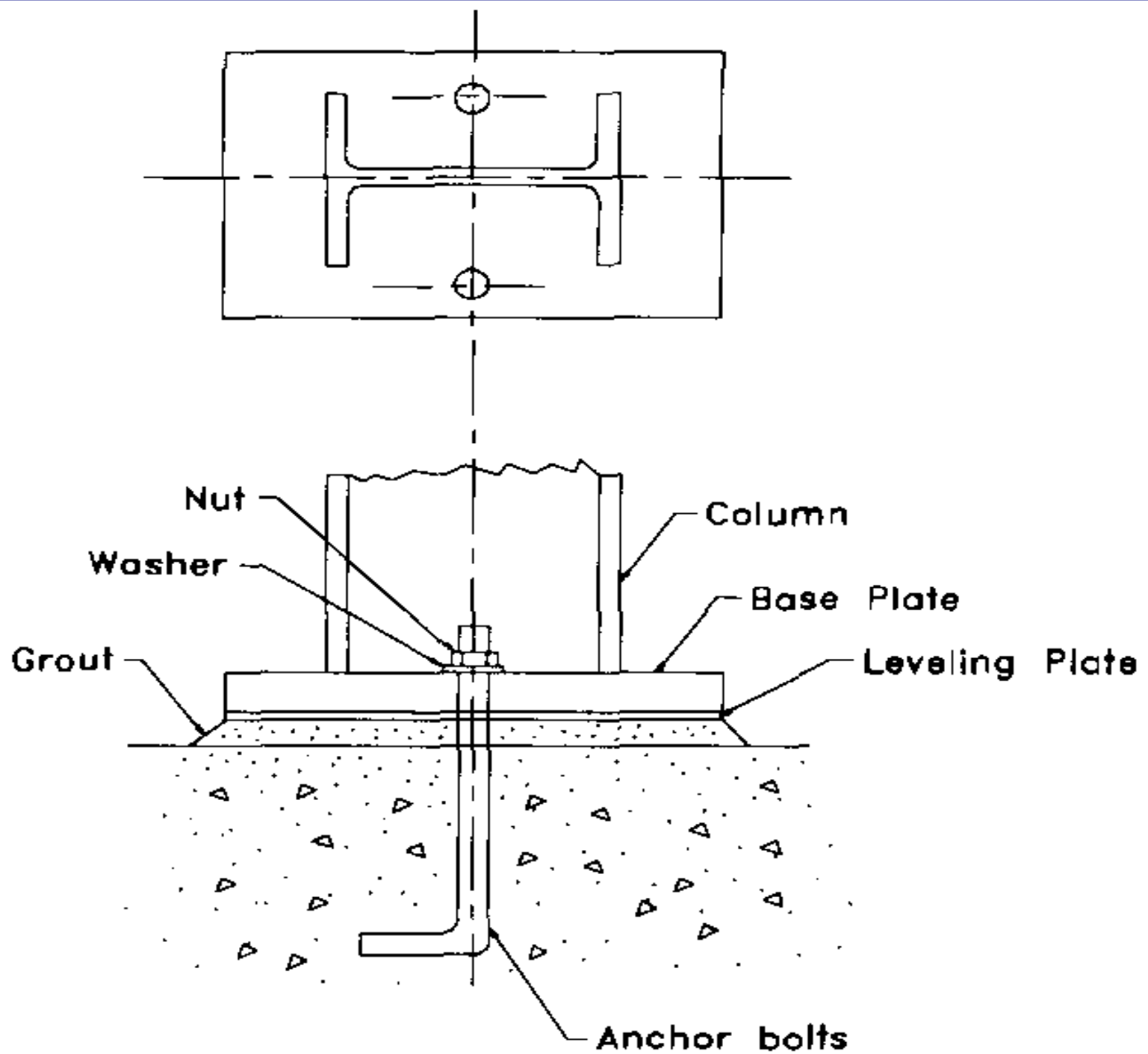


Figure 2.1. Typical gravity column base plate weld.

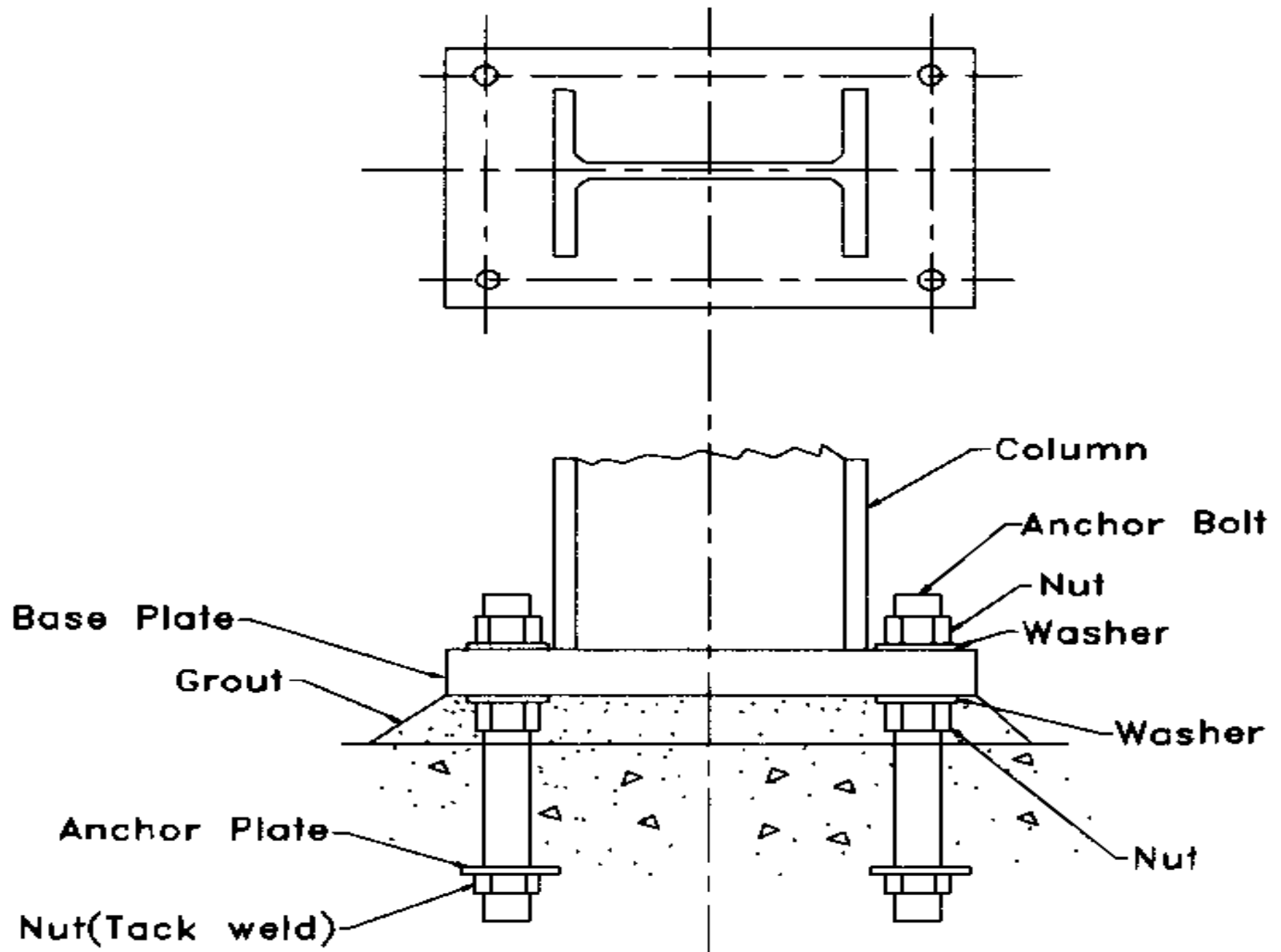
LEVELING PLATES

- For small- to medium-sized base plates, say up to 22 in., the use of leveling plates is probably the most effective method to prepare for column erection.
- The leveling plates are usually $\frac{1}{4}$ in. thick and are sheared to the same size as the base plates.
- Sometimes the leveling plates are made about 1 in. larger in each direction than the base plate, but this is not necessary.
- The holes in the leveling plates are usually made $\frac{3}{16}$ in. larger than the anchor bolt diameter, but this is not a firm figure and may vary among fabricators.
- Leveling plates are sent to the field in advance of the main column and grouted in place, usually by the general contractor or foundation subcontractor.



LEVELING NUTS

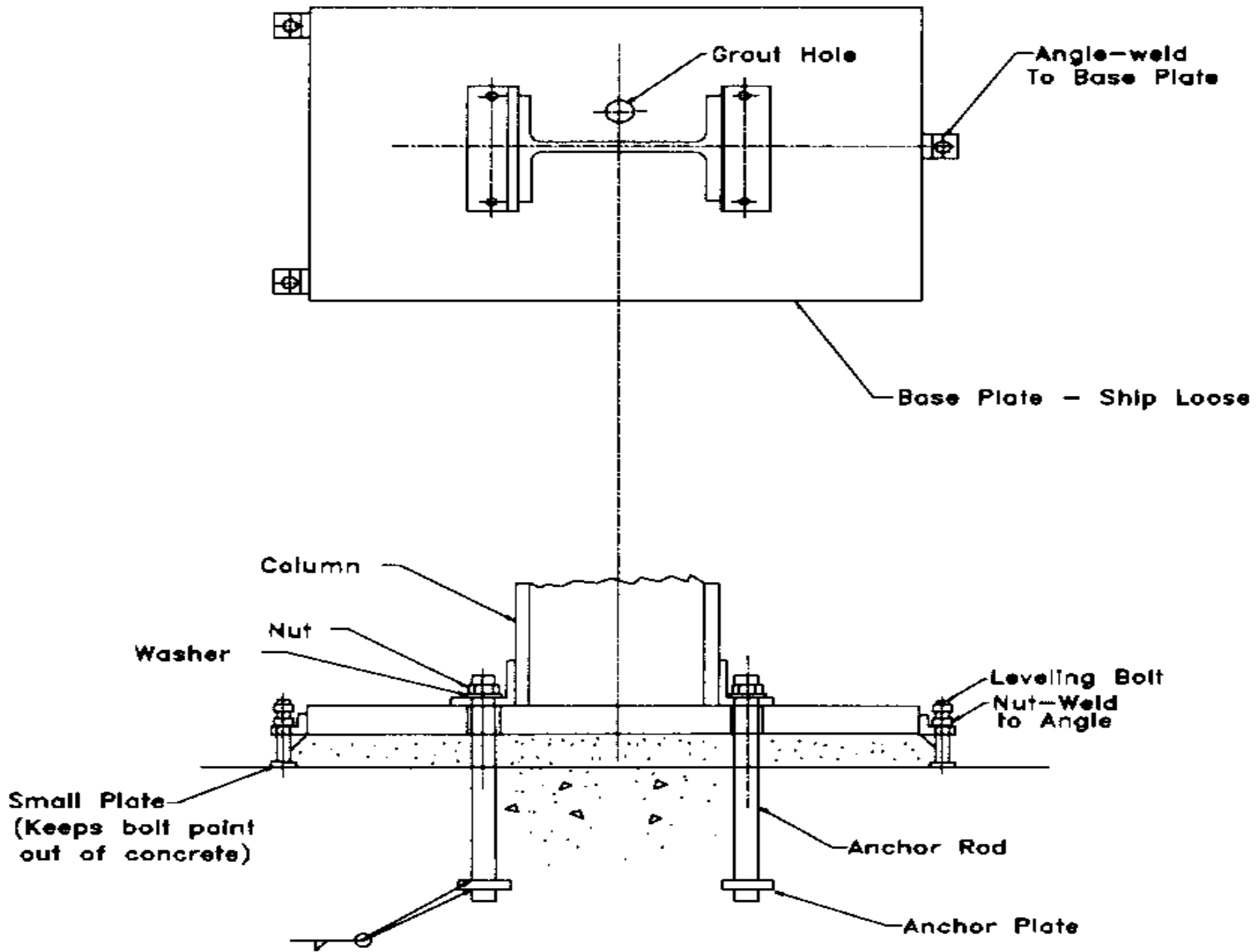
- Fortunately, when the size of the base plate becomes so large as to make the use of a leveling plate impractical , there is another method available for setting column base plates.
- In this procedure, generally, four or more anchor bolts are utilized, each bolt having two nuts and two heavy washers.
- The anchor bolts must be set far enough apart to be able to develop an effective resisting moment to overturning.
- The base plate is generally large enough so that the bolts can be located outside the perimeter of the column near the corners of the base plate.
- Leveling nuts are best used for base plates ranging up to about 36 in. in size . Beyond this size, bending of the base plate may become a problem, and shipping the base plate separately should be considered.

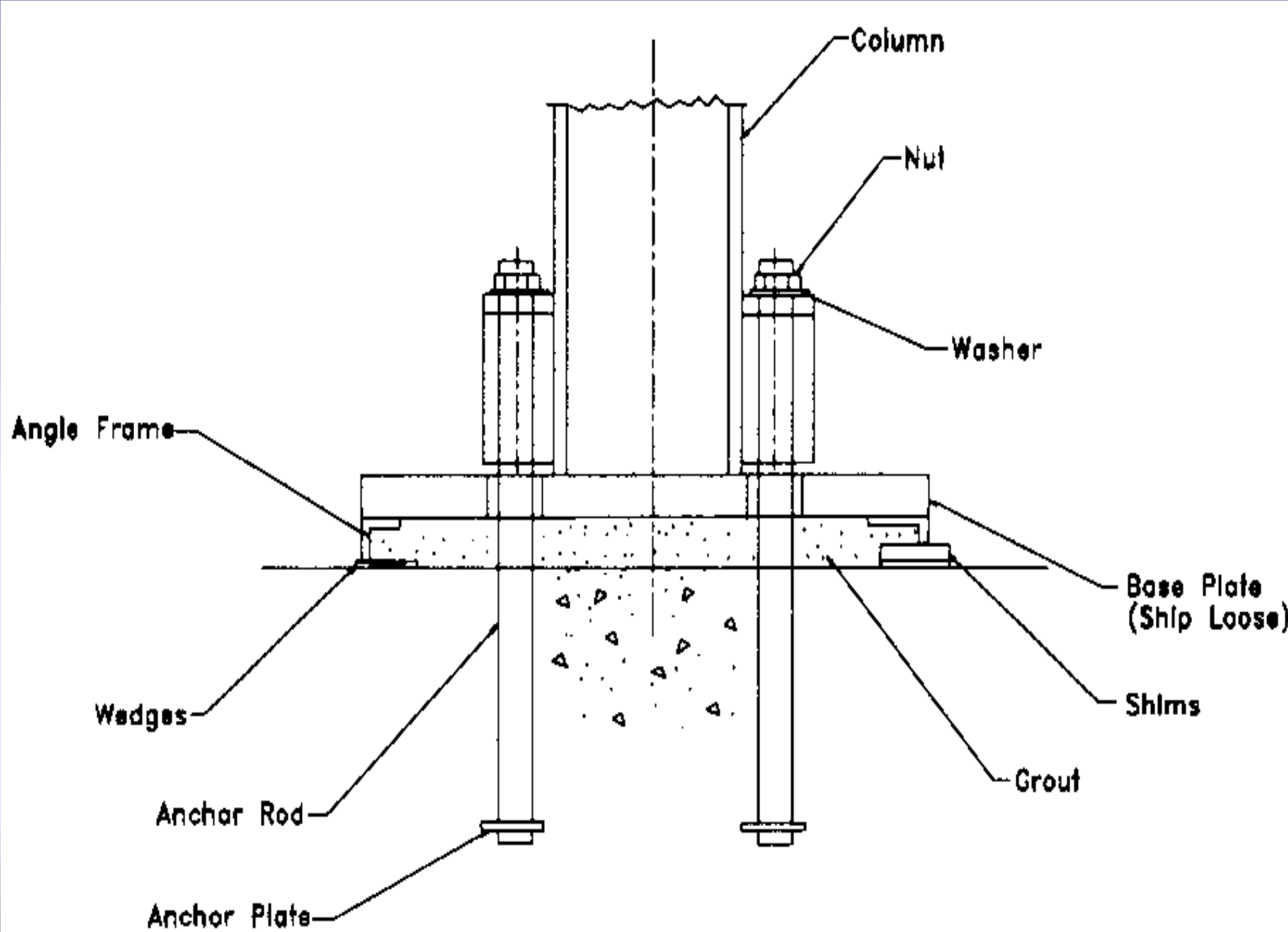


PRESET BASE PLATES

- Large-sized base plates (36 in. and larger) are often shipped to the job site and set in advance of the start of erection. This is done because these large plates are often so heavy and cumbersome that they make shipping and handling of the column very difficult if not impossible.
- A three-point support (like a milking stool) is satisfactory. If leveling bolts are provided, small steel plates must be placed under the points of the bolts so they won't dig into the concrete.
- When colossal-sized (say over four tons in weight) base plates are required, an angle frame is often supplied in advance.
- This angle frame is carefully leveled and filled with concrete which is screeded off accurately and results in a level concrete pad of proper elevation on which the column base plate is directly placed







- **Required edge distances, spacing , and thicknesses to preclude splitting failure**
- *17.7.1 - Unless determined in accordance with 17.7.4, minimum center-to-center spacing of anchors shall be $4d_a$ for cast-in anchors that will not be torqued, and $6d_a$ for torqued cast-in anchors and post-installed anchors.*
- *17.7.2 - Unless determined in accordance with 17.7.4, minimum edge distances for cast-in anchors that will not be torqued shall be based on specified cover requirements for reinforcement in 20.6.1. For cast-in anchors that will be torqued, the minimum edge distances shall be $6d_a$.*

- *17.7.3 - Unless determined in accordance with 17.7.4, minimum edge distances for post-installed anchors shall be based on the greater of specified cover requirements for reinforcement in 20.6.1, or minimum edge distance requirements for the products as determined by tests in accordance with ACI 355.2 or ACI 355.4, and shall not be less than twice the maximum aggregate size. In the absence of product-specific ACI 355.2 or ACI 355.4 test information, the minimum edge distance shall not be less than:*

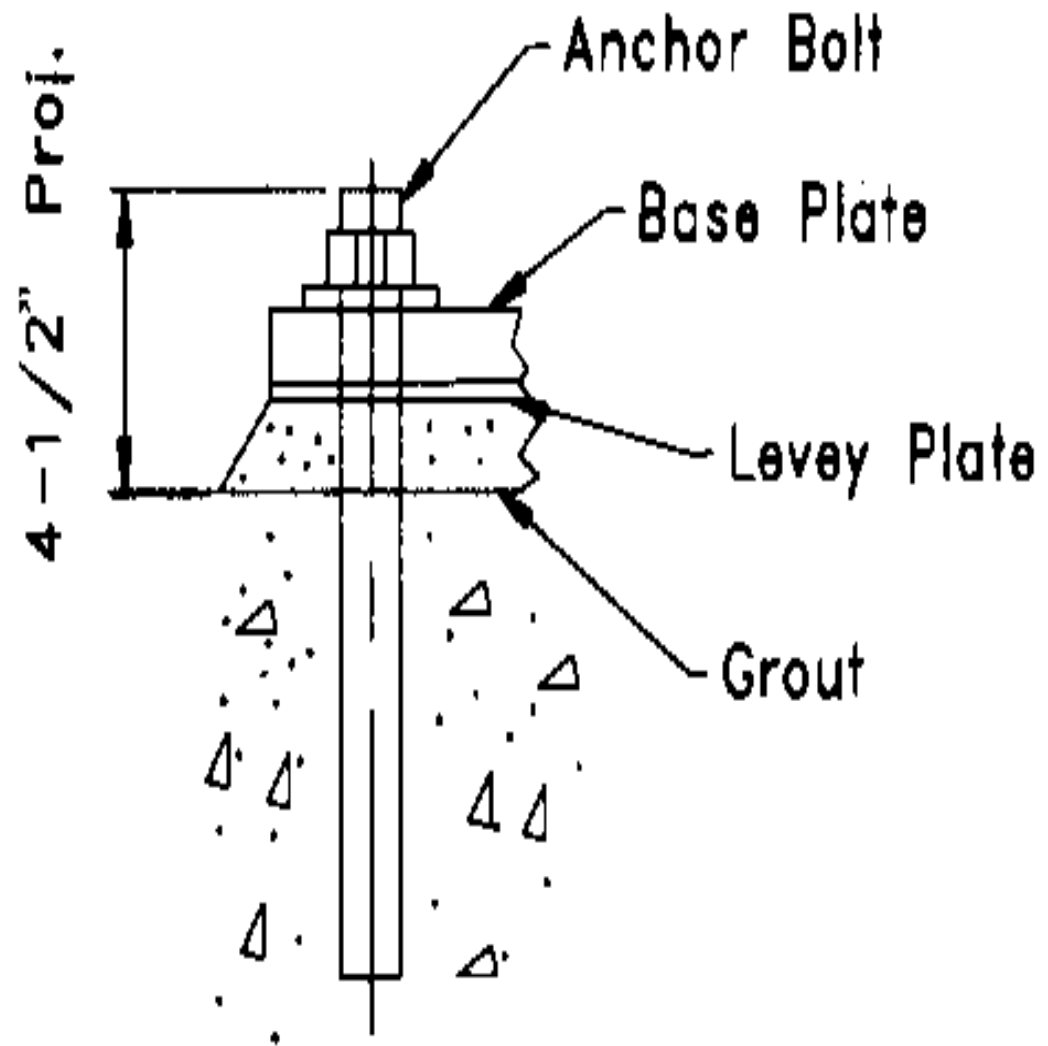
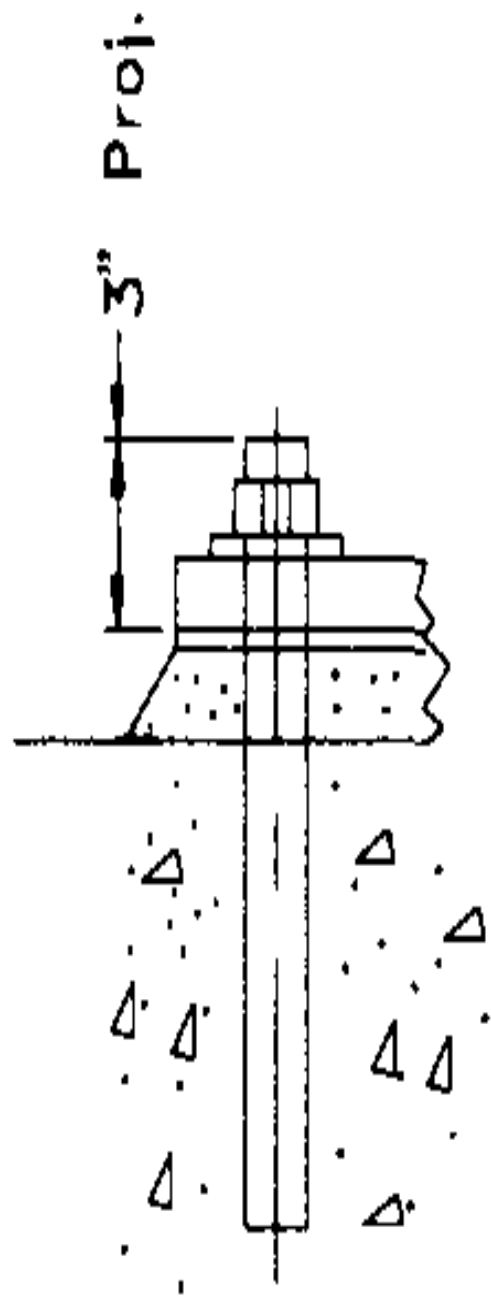
- *Adhesive anchors..... 6da*
- *Undercut anchors..... 6da*
- *Torque-controlled anchors..... 8da*
- *Displacement-controlled anchors..... 10da*

- *17.7.4 - For anchors where installation does not produce a splitting force and that will not be torqued, if the edge distance or spacing is less than those specified in 17.7.1 to 17.7.3, calculations shall be performed by substituting for d_a a smaller value $d_{a'}$ that meets the requirements of 17.7.1 to 17.7.3. Calculated forces applied to the anchor shall be limited to the values corresponding to an anchor having a diameter of $d_{a'}$.*
- *17.7.5 - Unless determined from tests in accordance with ACI 355.2, the value of h_{ef} for an expansion or undercut post-installed anchor shall not exceed the greater of 2/3 of the member thickness, h_a , and the member thickness minus 4 in. 17.7.6*

ANCHOR RODS

- Anchor bolts vary in size from approximately 3/4in. diameter to 2 1/2 in. diameter with 3/4, 7/8 , 1 in., 1 1/4 in., and 1 1/2 in. being the most common diameters.
- Avoid specifying bolt diameters in sixteenths and eights (except 7/8 in. and 1 1/8 in.) as these sizes may not be readily available.
- Anchor bolts, subject to corrosive conditions, may be galvanized. When ordering galvanized bolts, specify that the threads be "chased" so the nuts will work freely.
- If anchor bolts must be galvanized, it is best to specify A307 and A36 material to avoid the embrittlement sometimes resulting when high-strength steels are galvanized.
- Most anchor bolts are made from A36 material. Other materials used are A307, A325, A572, and A588. When higher strength is required, 4140 steel is sometimes used.

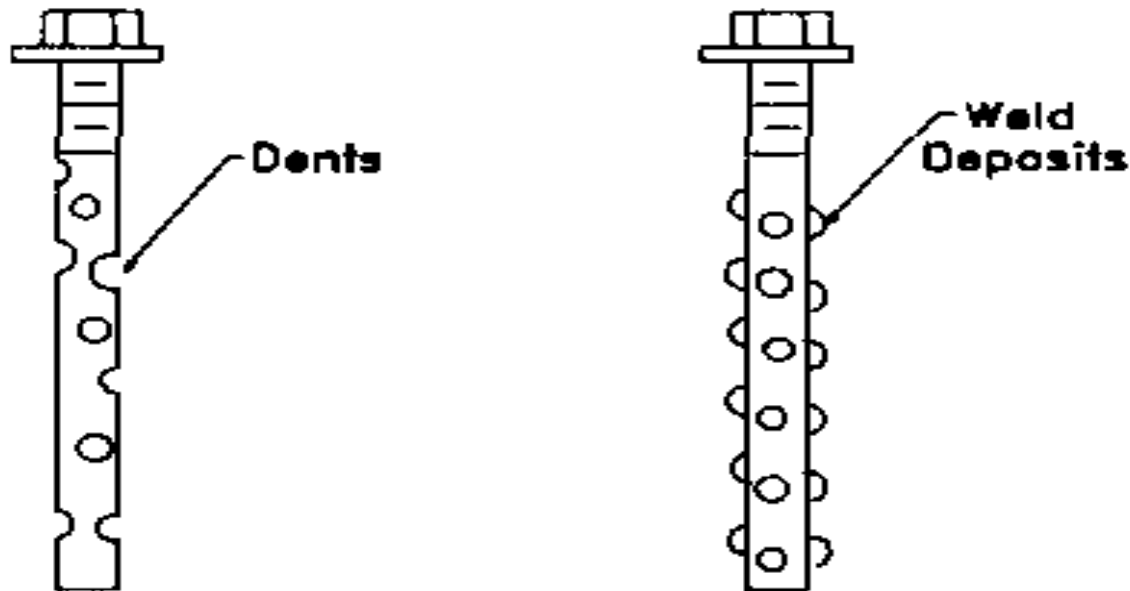
- Generally, because most base plates will be provided with oversized holes, it is necessary to provide thick erection washers under the nuts. These are usually $5/16$ to $1/2$ in. thick and must be accounted for when the bolt projection is established.
- The use of lock washers on anchor bolts is seldom justified. Split-ring type lock washers have a relatively small outside diameter and have been known to suck down into the oversized holes resulting in an ineffective anchor bolt. It is better to spike the threads or use double nuts than to use lock washer.
- Anchor bolt projection is shown in one of two ways, depending on the custom of the fabricator-erector. The top end of the anchor bolt may be dimensioned either down to the underside of the base plate, or down to the top of the concrete.



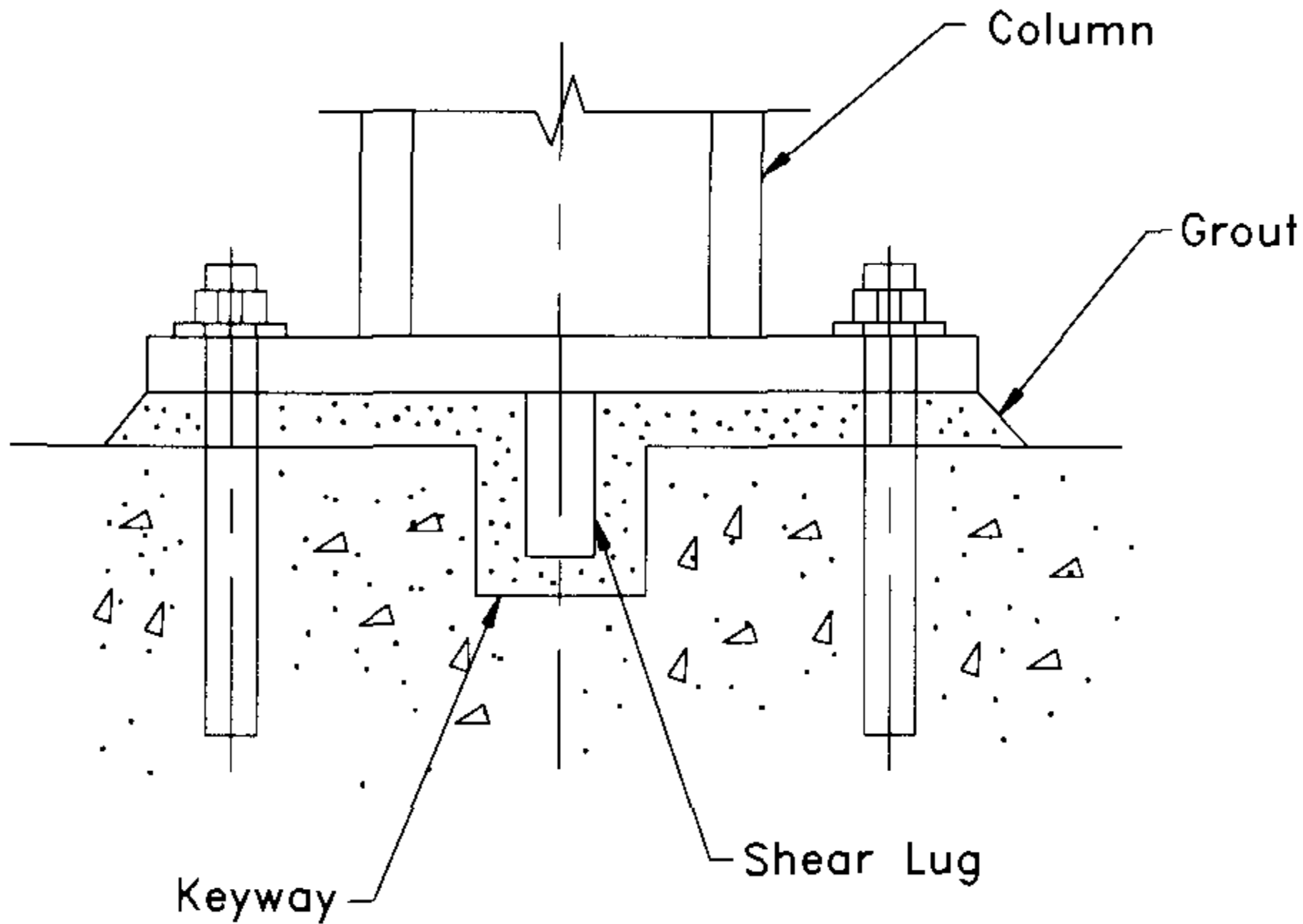
When anchorage is required in concrete which is already poured, a hole is core drilled in the concrete and a straight anchor bolt with a swaged shank may be grouted in place.

The swaging consists of dents pounded randomly in the shank. A similar result can be obtained by depositing little blobs of weld metal on the shank.

Concrete reinforcing rods with threaded ends have been successfully used for this application.



- Anchor bolts should not be used to resist shear forces in a column base. Shear forces can be resisted by some device attached to the underside of the base plate and inserted into a groove or key way in the concrete foundation.
- The shear forces can also be resisted by the encasement of concrete around a column base. More commonly, the shear resistance is developed by the friction developed between the bottom of the base plate and the top of the concrete foundation.



GROUTING

- Three-fourths to 1 ½ in. are common grout thicknesses, the lesser figure being common for smaller plates while the higher figure favors larger leveling plates.
- For small to medium-sized base plates (say, to 36 in. square) a common method to ensure total bearing is to start the grout in one side of the plate, continuing the process until it comes out the far side.
- For large base plates (say, over 36 in.) it may be necessary to drill a hole in the base plate near the center but not so as to foul the column section.
- The grout is fed through this hole and urged with the handy blunt board to fill the void beneath the base plate. This grout hole should be approximately 3 in. diameter.
- For very large plates or long rectangular plates, two grout holes may be required.

- The more space left between the bottom of the base plate and the top of the concrete, the easier will be the lateral flow of grout. Spaces 3 to 4 inches are not uncommon for large plates.
- *In summary, the grout thickness for the leveling plate method should be in the $\frac{3}{4}$ to $1\frac{1}{2}$ in. range.*
- *For the leveling nut method, allow between $1\frac{1}{2}$ and 3 in. of grout, depending on anchor bolt diameter and the corresponding nut height.*
- *Extra-large base plates require more grout thickness in general*

• **Anchor Rod Placement and Tolerances**

• *(a) The variation in dimension between the centers of any two Anchor Rods within an Anchor-Rod Group shall be equal to or less than 3 mm.*

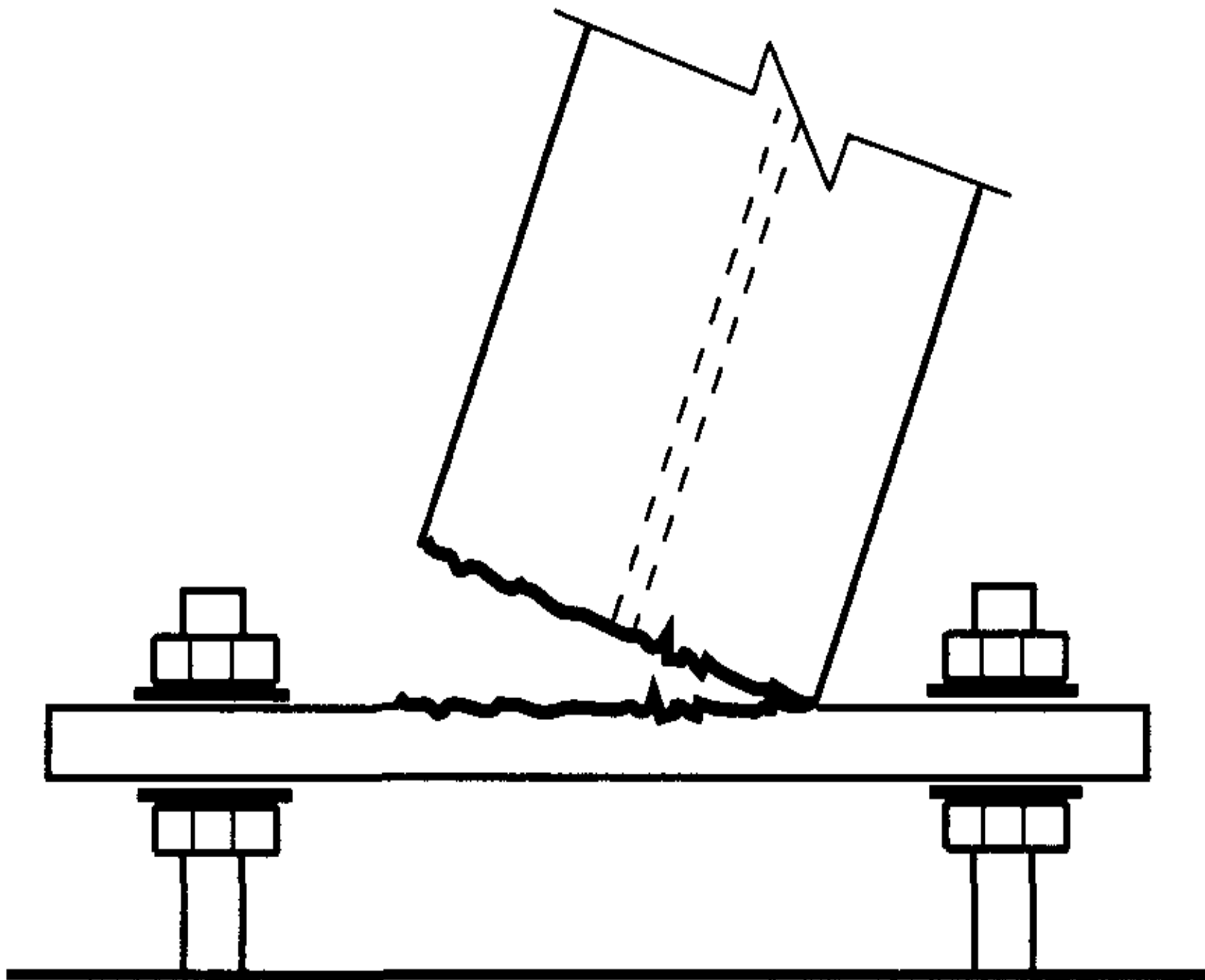
• *(b) The variation in dimension between the centers of adjacent Anchor-Rod Groups shall be equal to or less than 6 mm.”*

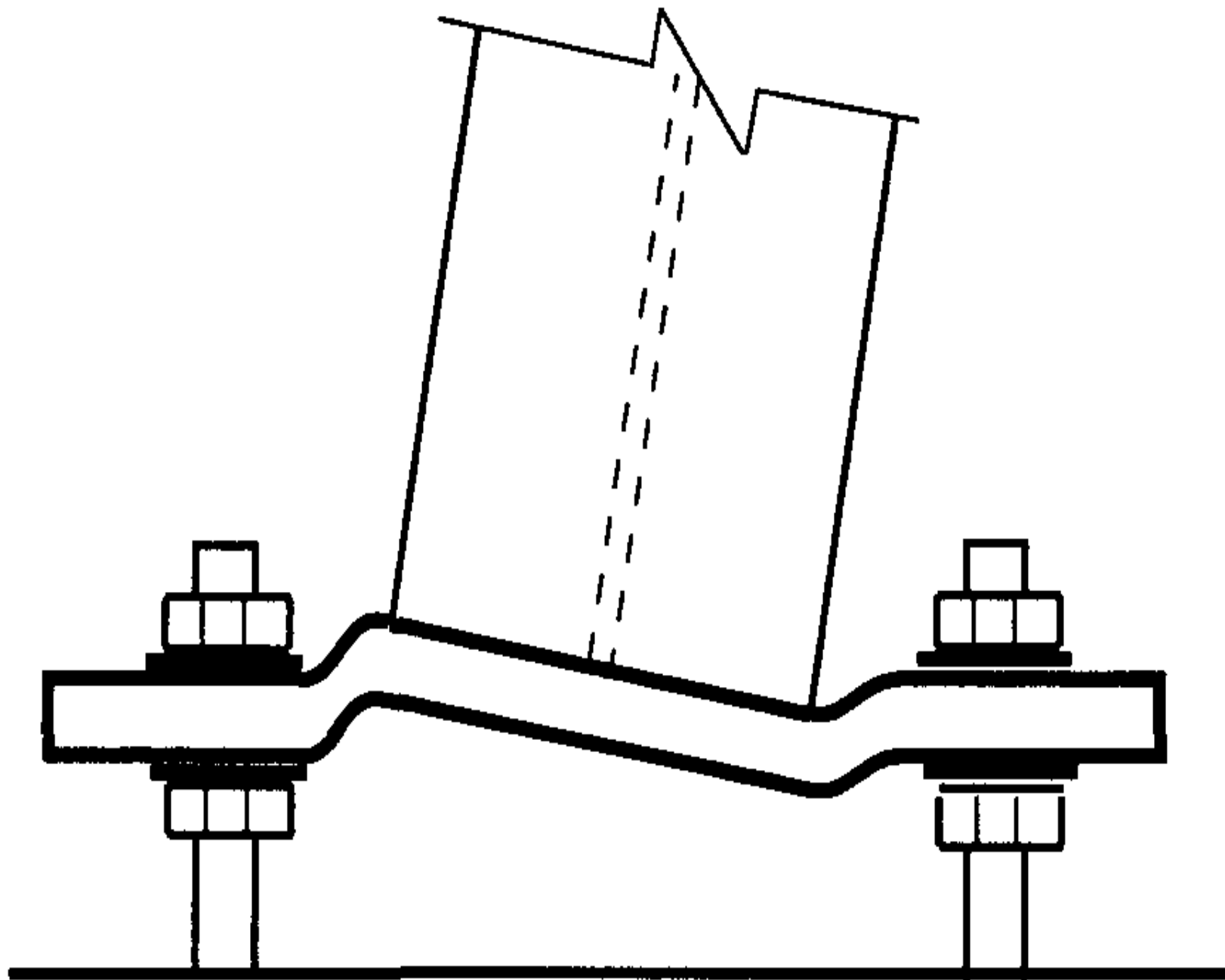
• *(c) The variation in elevation of the tops of Anchor Rods shall be equal to or less than plus or minus 12 mm.*

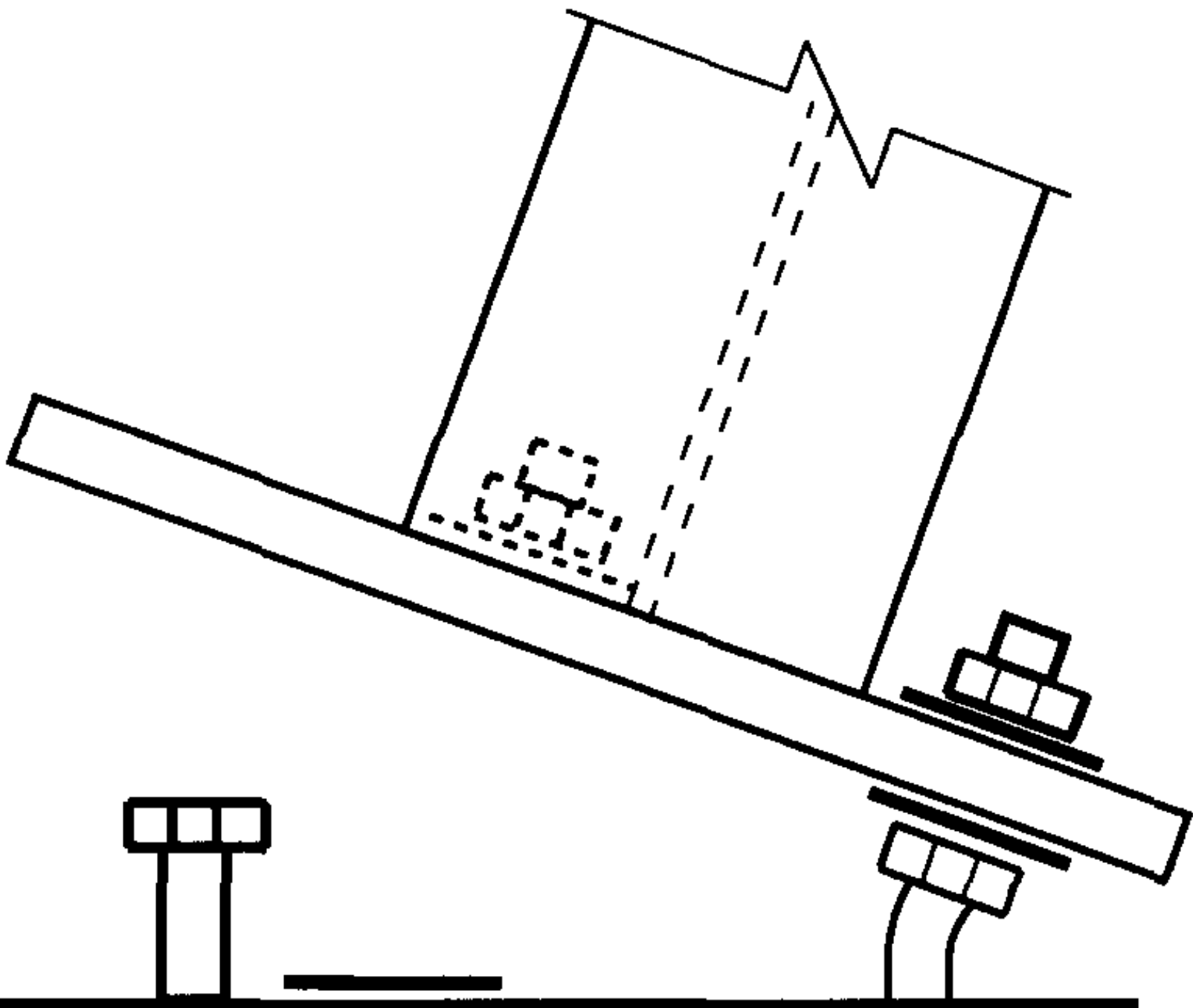
• *(d) The accumulated variation in dimension between centers of Anchor-Rod Groups along the Established Column Line through multiple Anchor-Rod Groups shall be equal to or less than 6 mm. per 30 m. , but not to exceed a total of 25 mm.*

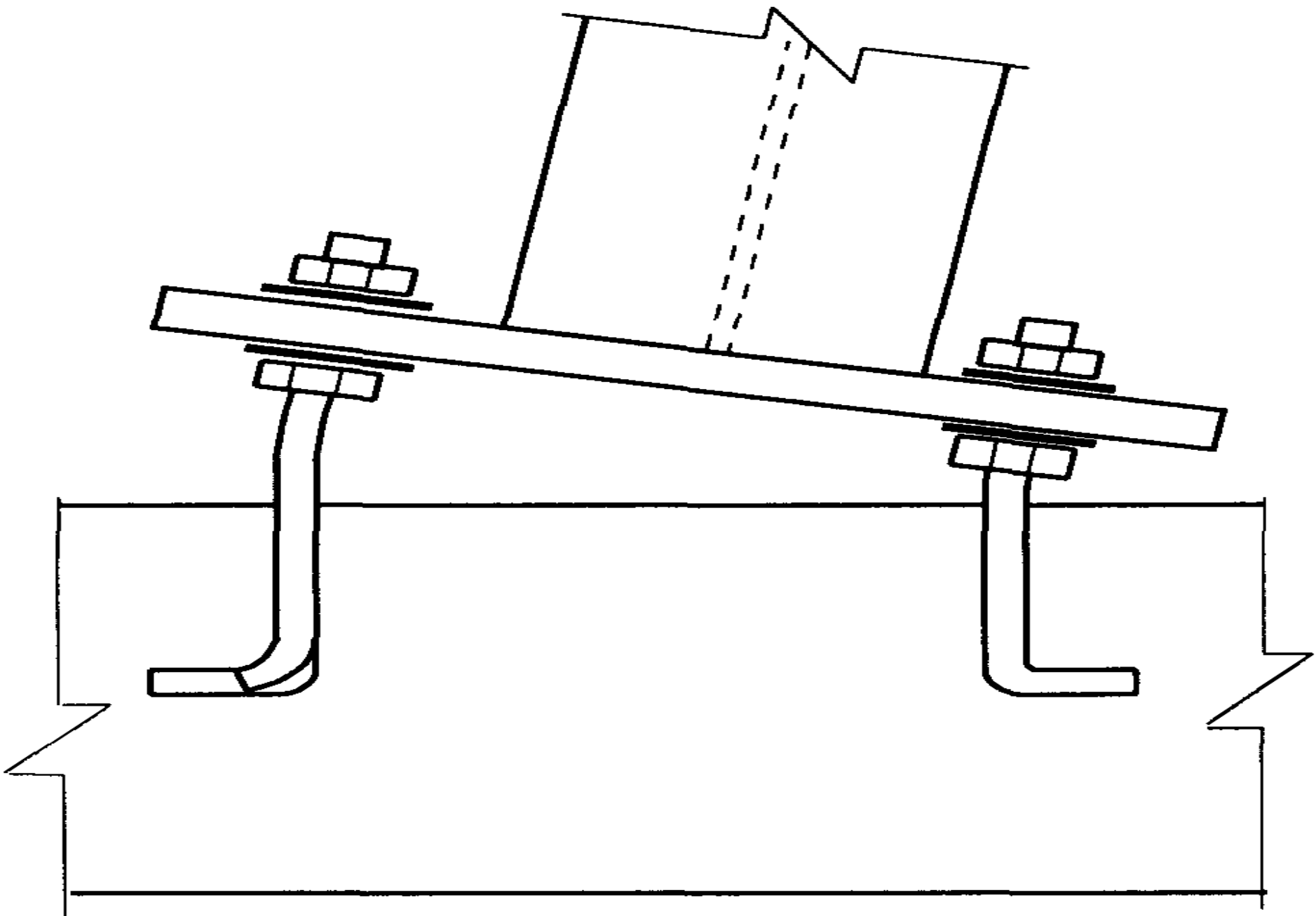
• *(e) The variation in dimension from the center of any Anchor- Rod Group to the Established Column Line through that group shall be equal to or less than 6 mm.*

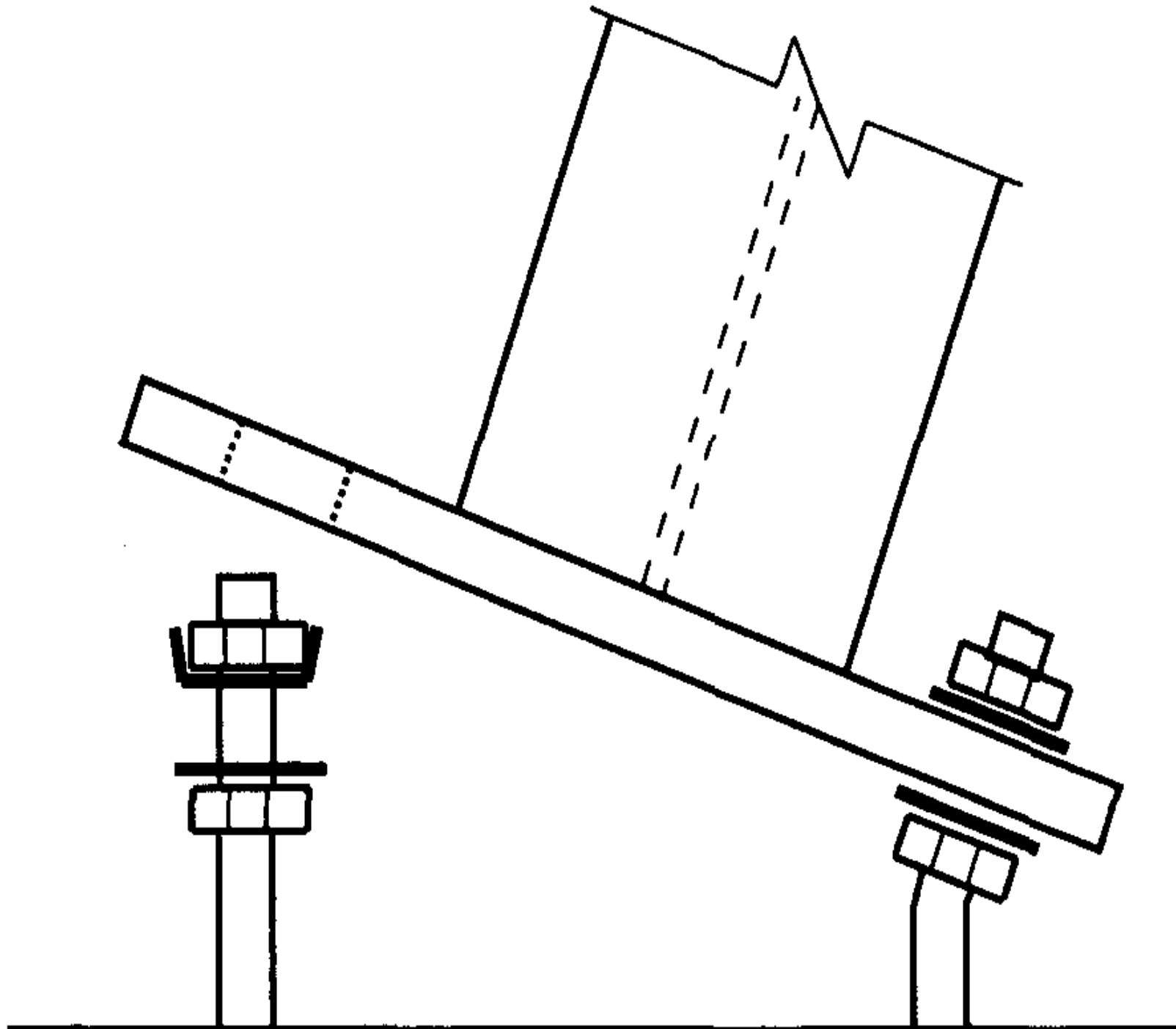
• *Unless otherwise specified in the contract documents, anchor rods shall be set with their longitudinal axis perpendicular to the theoretical bearing surface.*

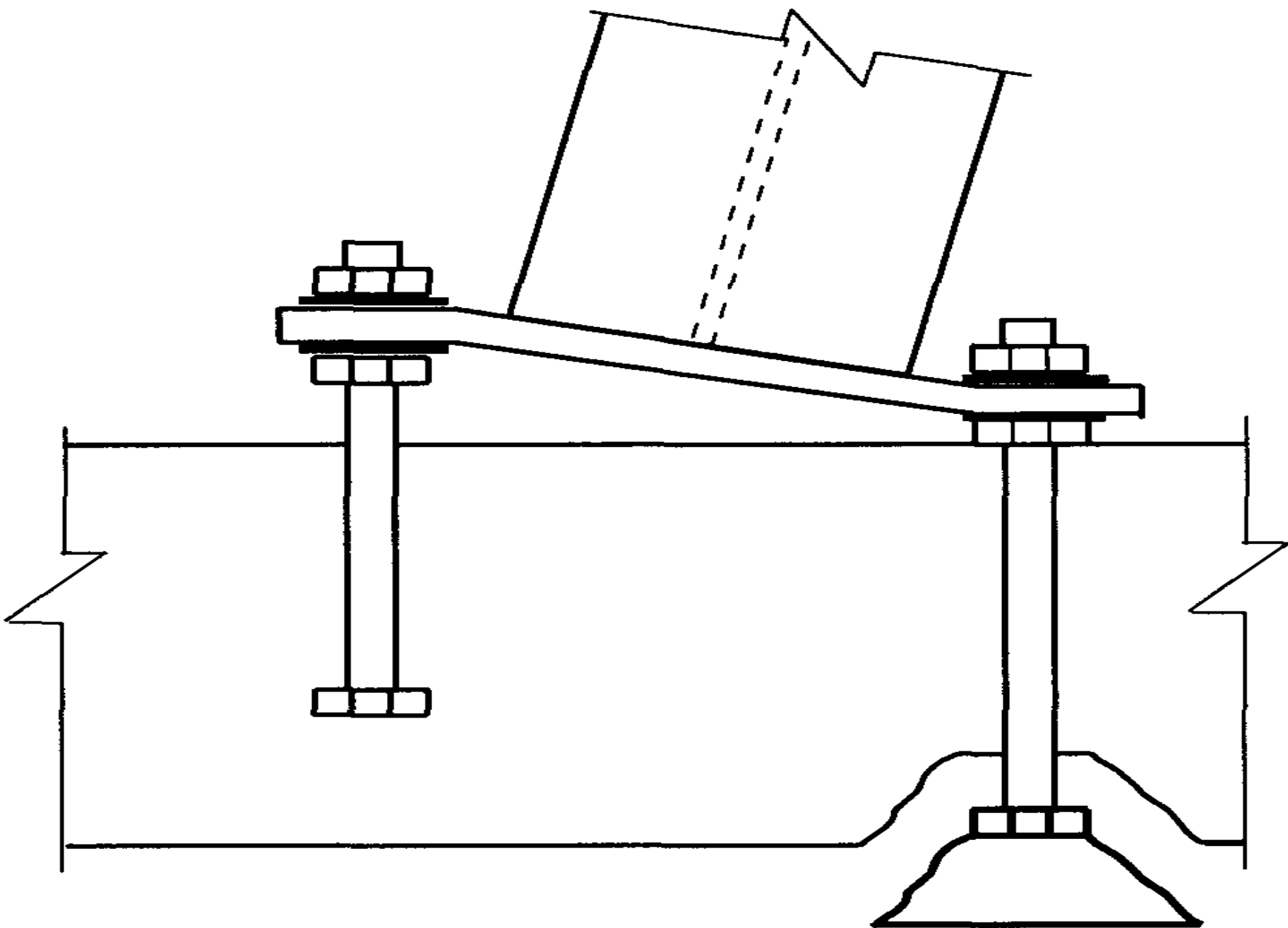


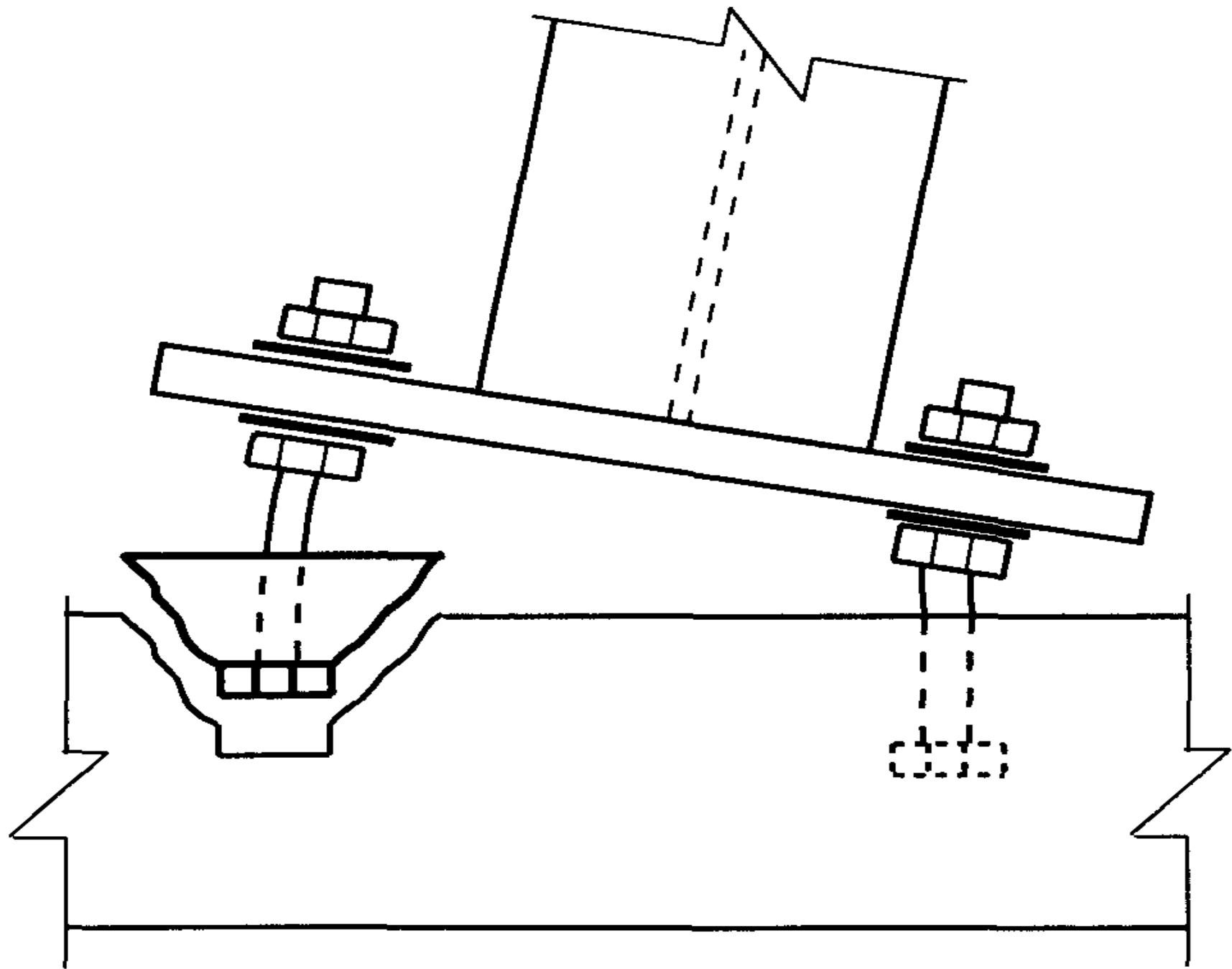


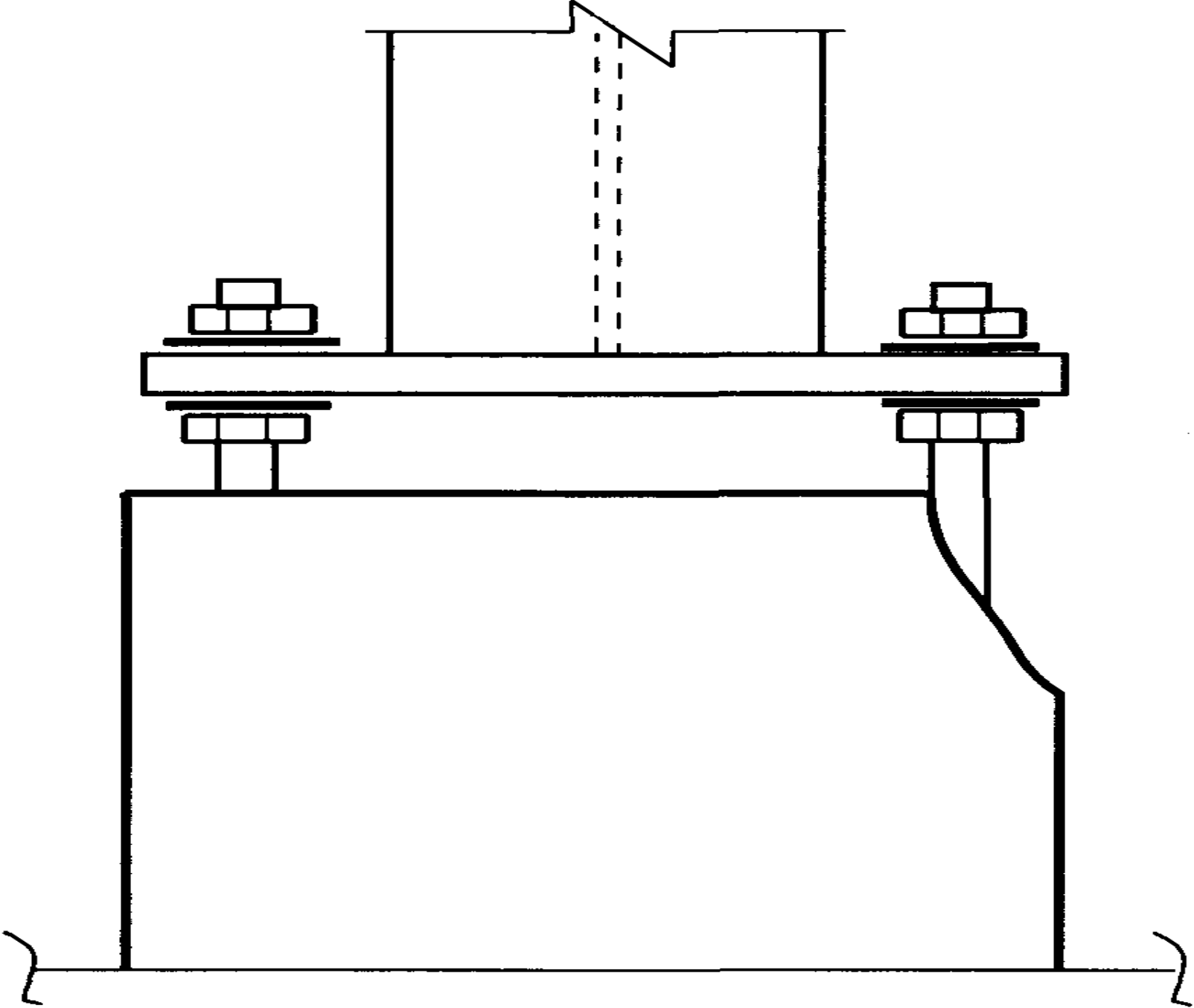












۱۱-۱-۸-۳-۱۳ نصب سازه زمانی پایان یافته تلقی می‌شود که کلیه قطعات طبق نقشه در محل خود قرار گرفته و اتصالات آنها طبق مشخصات فنی، کاملاً تکمیل شده باشند و ستونها تا حد رواداری مجاز شاقول و تیرها نیز در همین حد تراز باشند. تشخیص و تأیید این امر بوسیله ناظر صورت می‌گیرد.

۱۱-۱-۸-۳-۱۴ مشخصات مکانیکی پیچ‌ها باید مطابق ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۱-۸-۳-۱۵ باید تا حد ممکن از کاربرد پیچ‌های هم‌اندازه با رده‌های مقاومتری مختلف در یک سازه پرهیز نمود.

۱۱-۱-۸-۳-۱۶ طول پیچ باید به اندازه‌ای باشد که پس از محکم کردن آن، حداقل سه دندانه کامل پیچ از مهره بیرون بماند.

۱۱-۱-۸-۳-۱۷ در اتصالات پیچی با عملکرد اصطکاکی با استفاده از پیچ‌های با مقاومت تسلیم ۹۰۰ مگاپاسکال، در صورتیکه مصالح فولادی اعضای متصل شونده دارای مقاومت تسلیم کمتر از ۲۸۰ مگاپاسکال باشند، استفاه از واشر سخت زیر پیچ و مهره الزامی است.

- **6. USE OF WASHERS**

- **6.1. Snug-Tightened Joints**

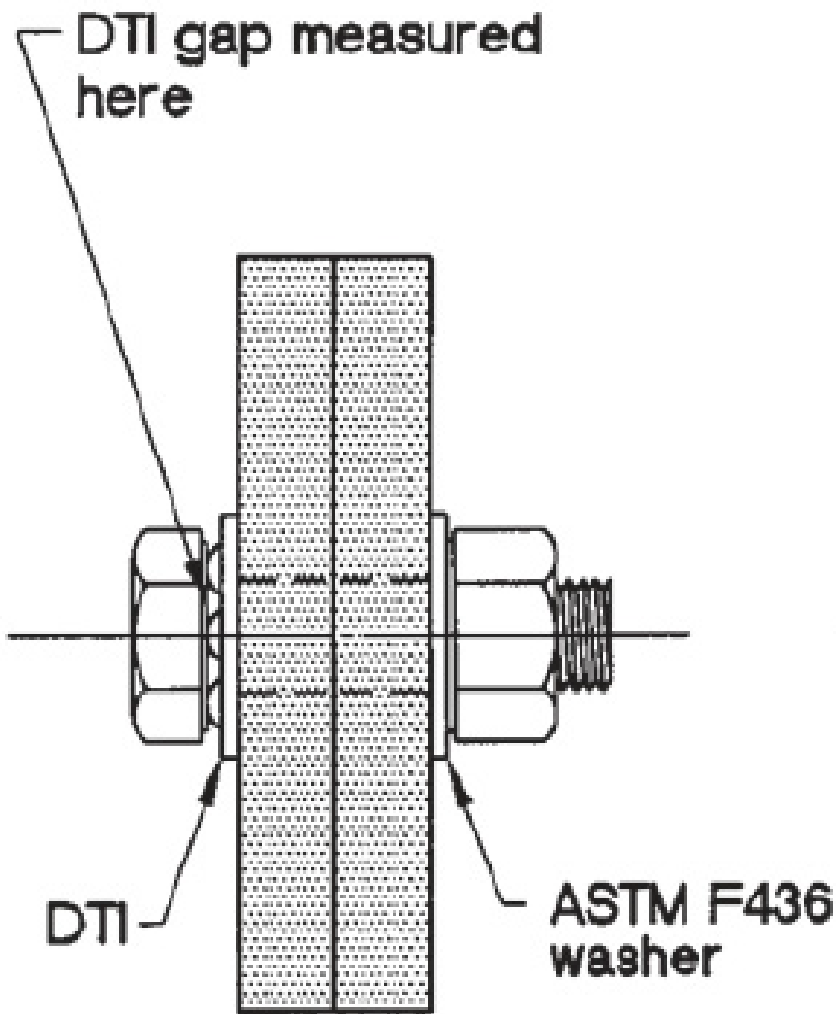
- *Washers are not required in snug-tightened joints, except as required in Sections 6.1.1 and 6.1.2.*

- **6.1.1. Sloping Surfaces:** *When the outer face of the joint has a slope that is greater than 1:20 with respect to a plane that is normal to the bolt axis, an ASTM F436 beveled washer shall be used to compensate for the lack of parallelism.*

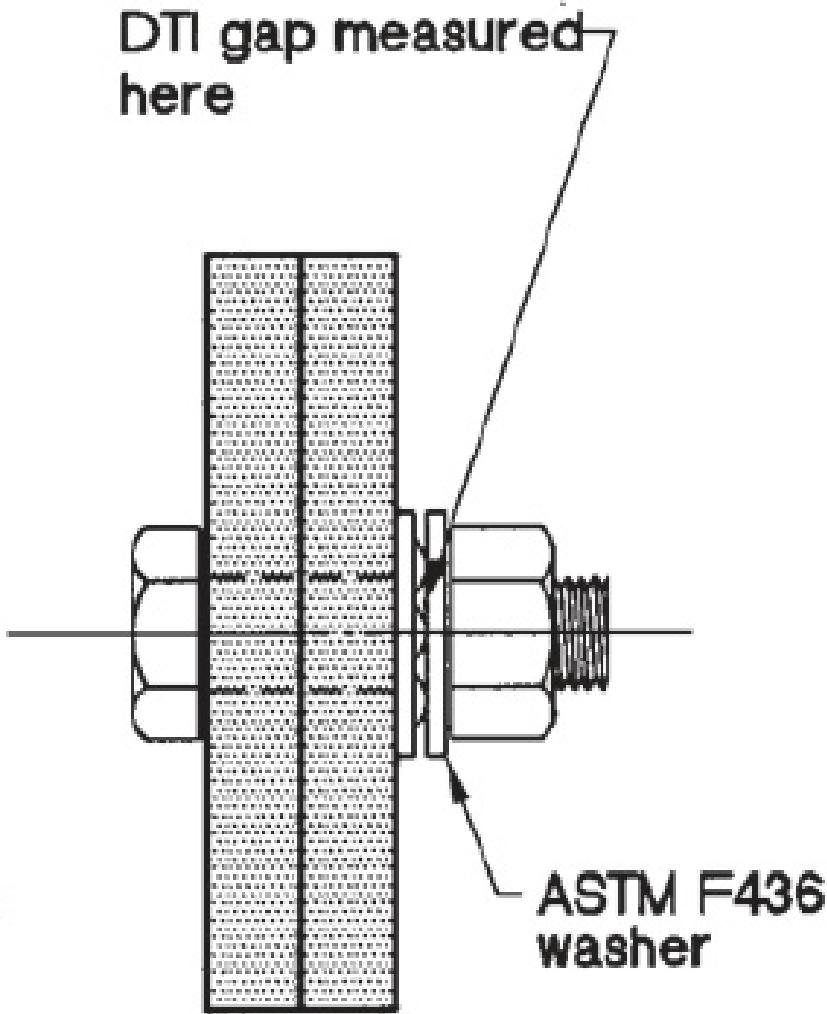
- **6.1.2. Slotted Hole:** *When a slotted hole occurs in an outer ply, an ASTM F436 washer or 5/16 in(8 mm). thick common plate washer shall be used as required to completely cover the hole.*

- **6.2. Pretensioned Joints and Slip-Critical Joints**
- *Washers are not required in pretensioned joints and slip-critical joints, except as required in Sections 6.1.1, 6.1.2, 6.2.1, 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4 and 6.2.5.*
- **6.2.1. Specified Minimum Yield Strength of Connected Material Less Than 40 ksi:** *When ASTM A490 or F2280 bolts are pretensioned in connected material of specified minimum yield strength less than 40 ksi, ASTM F436 washers shall be used under both the bolt head and nut, except that a washer is not needed under the head of an ASTM F2280 round head twist-off bolt.*
- **6.2.2. Calibrated Wrench Pretensioning:** *When the calibrated wrench pretensioning method is used, an ASTM F436 washer shall be used under the turned element.*
- **6.2.3. Twist-Off-Type Tension-Control Bolt Pretensioning:** *When the twist-off-type tension-control bolt pretensioning method is used, an ASTM F436 washer shall be used under the nut as part of the fastener assembly.*

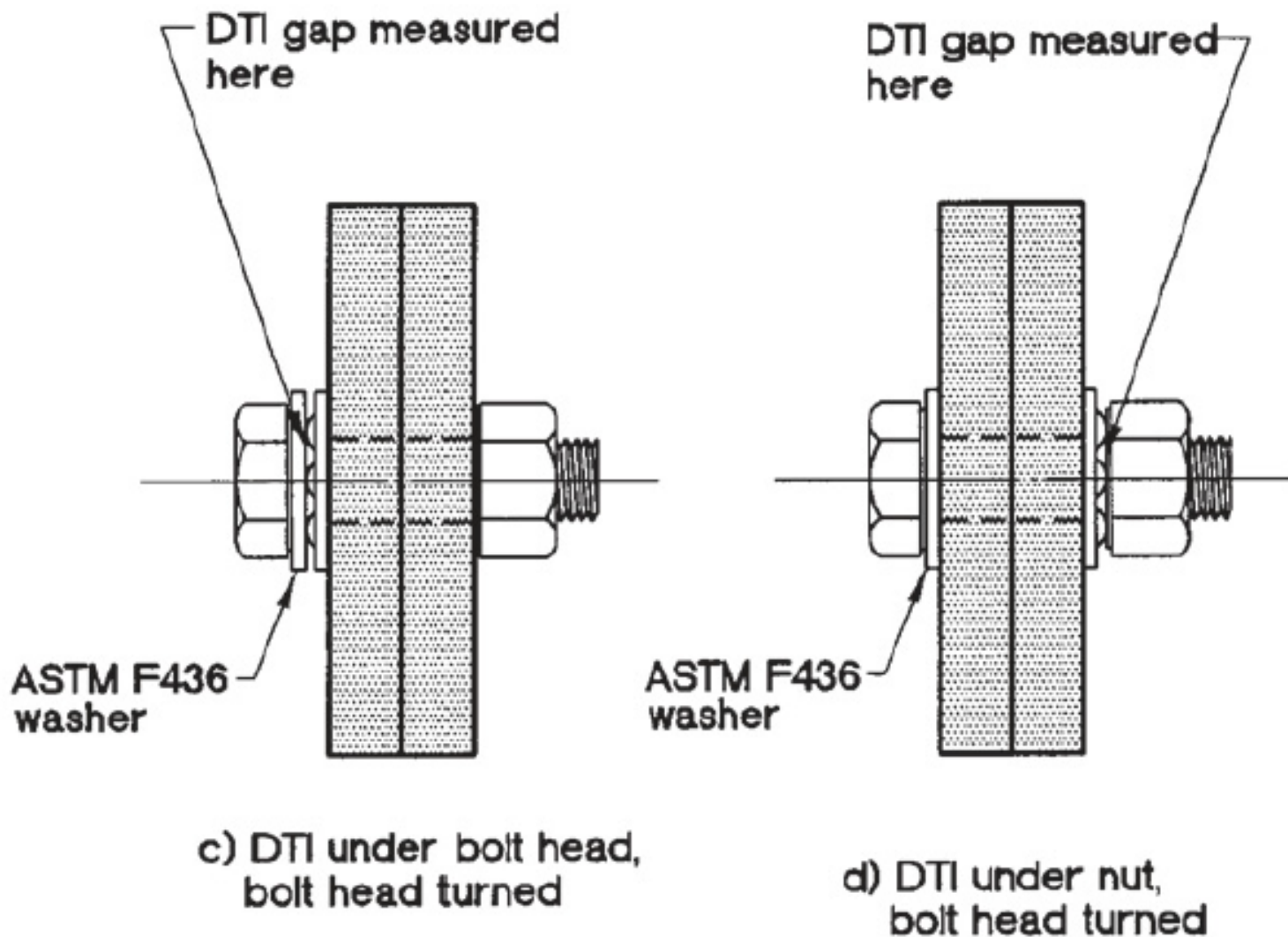
- **6.2.4. Direct-Tension-Indicator Pretensioning:** *When the direct-tension-indicator pretensioning method is used, an ASTM F436 washer shall be used as follows:*
- *(1) When the nut is turned and the direct tension indicator is located under the bolt head, an ASTM F436 washer shall be used under the nut;*
- *(2) When the nut is turned and the direct tension indicator is located under the nut, an ASTM F436 washer shall be used between the nut and the direct tension indicator;*
- *(3) When the bolt head is turned and the direct tension indicator is located under the nut, an ASTM F436 washer shall be used under the bolt head; and,*
- *(4) When the bolt head is turned and the direct tension indicator is located under the bolt head, an ASTM F436 washer shall be used between the bolt head and the direct tension indicator*



a) DTI under bolt head, nut turned



b) DTI under nut, nut turned



Note: See Section 6, for general requirements for the use of washers.

Figure C-8.1. Proper use and orientation of ASTM F959 direct-tension indicator

- ***6.2.5. Oversized or Slotted Hole:*** *When an oversized or slotted hole occurs in an outer ply, the washer requirements shall be as given in Table 6.1. The washer used shall be of sufficient size to completely cover the hole.*

Table 6.1. Washer Requirements for Pretensioned and Slip-Critical Bolted *Joints* with Oversized and Slotted Holes in the Outer Ply

ASTM Designation	Nominal Bolt Diameter, d_b , in.	Hole Type in Outer Ply		
		Oversized	Short-Slotted	Long-Slotted
A325 or F1852	$\frac{1}{2} - 1 \frac{1}{2}$	ASTM F436 ^a		$\frac{5}{16}$ in. thick plate washer or continuous bar ^{b,c}
	≤ 1			
A490 or F2280	> 1	ASTM F436 extra thick ^{a,b,d}		ASTM F436 washer with either a $\frac{3}{8}$ in. thick plate washer or continuous bar ^{b,c}

^a This requirement shall not apply to heads of round head tension-control bolt assemblies that meet the requirements in Section 2.7 and provide a bearing circle diameter that meets the requirements of ASTM F1852 or F2280.

^b See ASTM F436 Section 1.2.2.4. Multiple washers with a combined thickness of $\frac{5}{16}$ in. or larger do not satisfy this requirement.

^c The plate washer or bar shall be of structural-grade steel material, but need not be hardened.

^d Alternatively, a $\frac{3}{8}$ in. thick plate washer and an ordinary thickness F436 washer may be used. The plate washer need not be hardened.

۱۱-۱-۸-۳-۱۸ اگر اعضای متصل شونده دارای پوشش حفاظتی باشند، لازم است که از واشر چرخنده زیر پیچ یا مهره استفاده شود.

۱۱-۱-۸-۳-۱۹ در صورتیکه پیچ در سوراخ لوبیائی یا سوراخ بزرگ شده نصب می‌شود، لازم است که از واشر مناسب زیر پیچ و مهره استفاده شود.

۱۱-۱-۸-۳-۲۰ در صورتیکه سطح فولاد مماس با پیچ دارای زاویه‌ای بیش از ۳ درجه نسبت به صفحه عمود بر محور پیچ باشد، باید از واشر سخت گوه‌ای در زیر پیچ یا مهره استفاده شود.

۱۱-۱-۸-۳-۲۱ هیچ نوع مصالح قابل تراکم مانند واشرهای لاستیکی یا مواد عایق‌بندی نباید در لایه‌های اتصال وجود داشته باشد مگر آنکه در نقشه‌های اجرائی بوسیله طراح قید شده باشد.

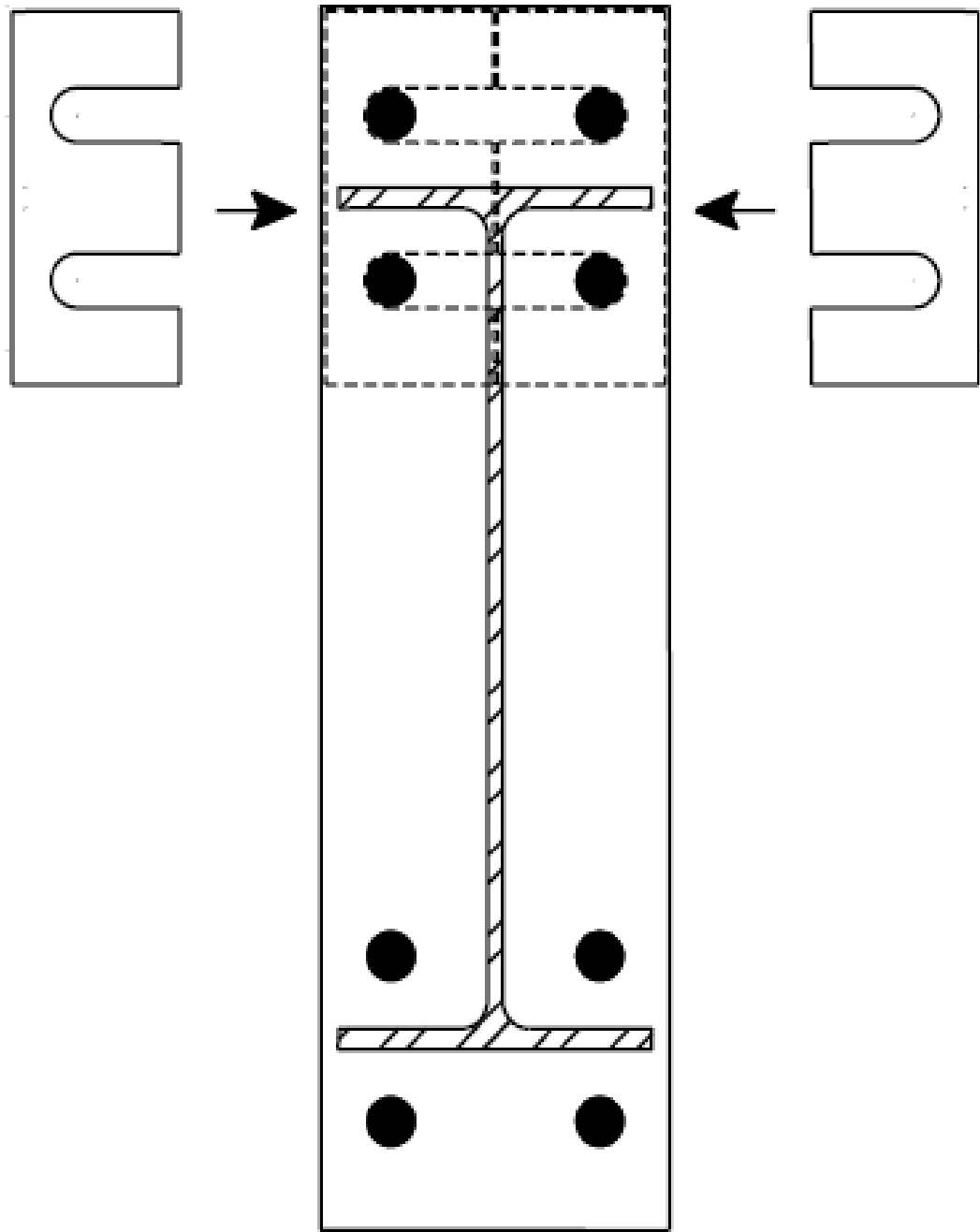
۱۱-۱-۸-۳-۲۲ تمامی سطوح اتصال باید از هر گونه مواد خارجی، آلودگی و پوسته به جز پوسته‌های محکم طبیعی فولاد، تمیز باشند.

۱۱-۱-۸-۳-۲۳ در اتصالات پیچی با عملکرد اتکائی، وجود رنگ با هر ترکیب شیمیائی در سطح مجاور سوراخ پیچ مجاز است.

۱۱-۱-۸-۳-۲۴ بستن و محکم کردن پیچ‌ها با عملکرد اصطکاکی و اتکایی باید مطابق با ضوابط مبحث دهم مقررات ملی ساختمان باشد.

۱۱-۱-۸-۳-۲۵ وسائل اتصال شامل پیچ، مهره و واشر را باید در برابر آلودگی و رطوبت در کارگاه حفاظت نمود. فقط تعداد لازم وسائل اتصال برای یک نوبت کاری را باید از انبار محفوظ خارج نمود. وسائل اتصال مصرف نشده در هر نوبت کاری را باید پس از اتمام نوبت، به انبار محفوظ باز گرداند. نباید روغن مخصوصی را که در کارخانه روی سطح وسائل اتصال پخش شده است، پاک نمود. وسائل اتصال مورد نظر برای اتصالات پیچی با عملکرد اصطکاکی، باید از زنگ و آلودگی ناشی از محیط کارگاه پاک شوند و در اینصورت پیش از نصب، دندانه‌های آنها با روغن مخصوص استاندارد مجدداً روغن زده شود.

۱۱-۱-۸-۳-۲۶ ابزارهای نمایشگر نیرو در اتصالات پیچی با عملکرد اصطکاکی را می‌توان در ترکیب با پیچ و مهره و واشر مطابق روش مذکور در بند ۱۱-۱-۸-۳-۳۰-د بکار برد. روش نصب و بازرسی این ابزارها باید توسط سازنده ارائه شود و به تأیید ناظر برسد.





۱۱-۱-۸-۳-۲۷ قبل و حین اجرای اتصالات پیچی با عملکرد اصطکاکی و یا اتصالات پیچی تحت کشش مستقیم، لازم است موارد زیر در نظر گرفته شود:

(الف) حصول اطمینان از ایجاد شدن نیروی کششی لازم در پیچ‌ها

(ب) تنظیم ابزارهای مورد استفاده در محکم کردن پیچ‌ها

۱۱-۱-۸-۳-۲۸ در اتصالات زیر، پیچ‌ها باید در سوراخ‌های هم محور پیچ نصب شوند و فقط لازم است که تا حد بست اولیه مطابق بند ۱۱-۱-۸-۳-۲۹ محکم شوند:

(الف) اتصالات پیچی با عملکرد اتکایی

(ب) اتصالات پیچی بدون کشش مستقیم

۱۱-۱-۸-۳-۲۹ حد بست اولیه نشان دهنده حالتی است که تمامی سطوح یک اتصال در تماس کامل با یکدیگر باشند، اگر در این وضع، فضایی خالی بین سطوح اتصال موجود باشد به نحوی که تماس کامل برقرار نشود، باید اتصال باز شود و پس از قرار دادن ورق پر کننده مناسب و انجام اصلاحات لازم، تماس کامل برقرار شود. اگر نتوان سوراخ‌های پیچ‌ها را به وسیله میله‌های تنظیم در یک راستا قرار داد، می‌توان در صورت مجاز بودن از نظر طرح اتصال، با استفاده از برقو، سوراخ پیچ‌ها را گشاد کرد و از پیچ‌های با قطر بزرگتر استفاده نمود.

- **8. INSTALLATION**

- **8.1. Snug-Tightened Joints**

- *All bolt holes shall be aligned to permit insertion of the bolts without undue damage to the threads. Bolts shall be placed in all holes with washers positioned as required in Section 6.1 and nuts threaded to complete the assembly. Compacting the joint to the snug-tight condition shall progress systematically from the most rigid part of the joint. Snug tight is the condition that exists when all of the plies in a connection have been pulled into firm contact by the bolts in the joint and all of the bolts in the joint have been tightened sufficiently to prevent the removal of the nuts without the use of a wrench.*

۱۰-۴-۴-۶-۲ بستن و محکم کردن پیچ‌های اصطکاکی

محکم کردن پیچ‌های هر اتصال در دو مرحله انجام می‌گیرد. اول، تعدادی از پیچ‌ها تا حد سفتی کامل محکم می‌شوند، تا اطمینان حاصل شود که سطوح تماس کاملاً بهم چسبیده‌اند، سپس تمام پیچ‌ها در سوراخ قرار گرفته کاملاً سفت می‌شوند. در مرحله دوم، با چرخاندن اضافی مهره، پیچ‌ها پیش‌تنیده می‌گردند. در هر یک از مراحل محکم کردن پیچ‌ها باید از قسمتی که اتصال صلب‌تر است و صفحات تغییرشکل کمتری می‌دهند شروع به بستن پیچ‌ها کرد. در وصله‌ها، قسمت صلب اتصال، وسط ورق اتصال می‌باشد. بعد از محکم کردن پیچ‌های وسط با حفظ تقارن و ترتیب، پیچ‌های کناری تا لبه آزاد ورق اتصال محکم می‌شوند. سپس می‌توان به پیچ‌های وسط پرداخت تا اطمینان حاصل شود سفت کردن پیچ‌های کناری، آنها را از حالت کاملاً سفت خارج نکرده است. در تمام مراحل محکم کردن پیچ‌ها باید دقت کرد که از چرخیدن پیچ و مهره با هم جلوگیری به عمل آید.

سفتی کامل را در پیچ به حالتی می گویند که کارگر ماهر با آچار معمولی بدون آنکه با وزن خود به دسته آچار نیرو وارد کند، با به کارگیری آخرین توان خود نتواند پیچ را از آن محکم تر نماید. ۱۱-۱-۸-۳-۳۰ در اتصالات پیچی با عملکرد اصطکاکی و اتصالات پیچی تحت کشش مستقیم، باید پیچ و مهره و واشر در سوراخ‌های هم محور نصب شوند و به یکی از روش‌های الف تا د مذکور در این بند تا رسیدن به حداقل کشش تعیین شده در طرح محکم شوند.

الف) چرخش مهره

در این روش، ابتدا همه پیچ‌ها از صلب‌ترین قسمت اتصال تا حد بست اولیه محکم می‌شوند و این کار به طرف لبه‌های آزاد اتصال ادامه می‌یابد. برای اطمینان از محکم شدن همه پیچ‌ها تا حد بست اولیه، این کار یک یا چند بار دیگر نیز تکرار می‌شود. پس از محکم شدن کلیه پیچ‌ها تا حد بست اولیه، باید کشش نهایی لازم در پیچ‌ها را با انجام چرخش اضافی مطابق مشخصات طرح ایجاد نمود. حصول پیش‌تنیدگی باید توسط آچار مدرج (تورک‌متر) تأیید گردد.

جدول ۱۰-۴-۲ چرخش اضافی لازم برای پیش تنیده کردن پیچ‌ها

تعداد دور اضافه برای پیش تنیده کردن پیچ‌ها	طول پیچ (L)
دور $\frac{1}{3}$	$L \leq 4D$
دور $\frac{1}{2}$	$4D < L \leq 8D$
دور $\frac{2}{3}$	$8D < L \leq 12D$

D قطر پیچ می‌باشد.

- **8.2.1. Turn-of-Nut Pretensioning:** *All bolts shall be installed in accordance with the requirements in Section 8.1, with washers positioned as required in Section 6.2. Subsequently, the nut or head rotation specified in Table 8.2 shall be applied to all fastener assemblies in the joint, progressing systematically from the most rigid part of the joint in a manner that will minimize relaxation of previously pretensioned bolts.*
- *The part not turned by the wrench shall be prevented from rotating during this operation. Upon completion of the application of the required nut rotation for pretensioning, it is not permitted to turn the nut in the loosening direction except for the purpose of complete removal of the individual fastener assembly. Such fastener assemblies shall not be reused except as permitted in Section 2.3.3.*

**Table 8.2. Nut Rotation from Snug-Tight Condition
for Turn-of-Nut Pretensioning^{a,b}**

Bolt Length ^c	Disposition of Outer Faces of Bolted Parts		
	Both faces normal to bolt axis	One face normal to bolt axis, other sloped not more than 1:20 ^d	Both faces sloped not more than 1:20 from normal to bolt axis ^d
Not more than $4d_b$	$\frac{1}{3}$ turn	$\frac{1}{2}$ turn	$\frac{2}{3}$ turn
More than $4d_b$ but not more than $8d_b$	$\frac{1}{2}$ turn	$\frac{2}{3}$ turn	$\frac{5}{6}$ turn
More than $8d_b$ but not more than $12d_b$	$\frac{2}{3}$ turn	$\frac{5}{6}$ turn	1 turn

^a Nut rotation is relative to bolt regardless of the element (nut or bolt) being turned. For all required nut rotations, the tolerance is plus 60 degrees ($\frac{1}{6}$ turn) and minus 30 degrees.

^b Applicable only to *joints* in which all material within the *grip* is steel.

^c When the bolt length exceeds $12d_b$, the required nut rotation shall be determined by actual testing in a suitable *tension calibrator* that simulates the conditions of solidly fitting steel.

^d Beveled washer not used.

ب) آچار تنظیم

برای محکم کردن پیچ‌ها می‌توان از آچار تنظیم استفاده نمود به این شرط که از صحت و دقت عملکرد آن با کنترل و تنظیم روزانه اطمینان حاصل شود و نیز از واشر سخت در زیر اعضای تحت چرخش استفاده شود. در این روش باید اطمینان حاصل شود که مقدار چرخش نسبی پیچ و مهره از حد مجاز طبق مشخصات طرح بیشتر نشود. مراحل محکم کردن پیچ‌ها مانند بند الف فوق است.

اگر در چرخاندن پیچ‌ها از آچارهای بادی استفاده شود، باید فشار باد را طوری تنظیم کرد که در یک مرحله، مهره‌ها را بدون چرخیدن پیچ تا مرحله سفتی کامل برساند و در مرحله بعد با ازدیاد فشار باد یا با دست به‌روشی که در بالا گفته شد پیچ‌ها را پیش‌تنیده کرد. تنظیم باد کمپرسور متضمن استفاده از آچار مدرج (تورک متر) یا آزمون و خطاهای متوالی می‌باشد و باید در آن دقت کامل به‌عمل آید. باز کردن و استفاده مجدد از پیچ‌هایی که به‌حد پیش‌تنیدگی رسیده‌اند، مجاز نمی‌باشد.

در اتصال پیچ پرمقاومت، سطوحی که در تماس با سرپیچ و یا مهره آن قرار می‌گیرند نباید شیبی بیش از یک بیستم نسبت به صفحه عمود بر محور پیچ داشته باشند. در صورت عدم تأمین این شرط باید با استفاده از واشر شیبدار، موازی نبودن سطوح را جبران کرد.

قطعاتی که با پیچ پرمقاومت به یکدیگر متصل می‌شوند، باید کاملاً بهم جفت شده باشند و نباید ورق پرکننده یا هر نوع مصالح تغییر شکل پذیر دیگری بین آنها گذارده شود، لیکن استفاده از ورق‌های پرکننده با مقاومت نظیر قطعات اتصال و ضخامت یکنواخت مجاز است.

هنگامی که قطعات نصب می‌شوند، باید کلیه سطوح اتصال (شامل سطوح مجاور کله پیچ‌ها و مهره‌ها) از قسمت‌های پوسته شده و دیگر مواد زاید عاری باشد، مخصوصاً سطوح تماس اتصالات اصطکاکی باید کاملاً تمیز باشد و اثری از پوسته زنگ، رنگ، لاک، انواع روغن و مصالح دیگر در آنها وجود نداشته باشد.

جدول ۱۰-۴-۳ نیروی پیش‌تنیدگی و لنگر پیچشی پیش‌تنیدگی متناظر برای پیچ‌های ۸.۸

لنگر پیچشی لازم (KN.m)		نیروی پیش‌تنیدگی (kN)	قطر اسمی (mm)
گریسکاری با MOS _۲	روغن کاری شده		
۰/۲	۰/۲۸	۹۱	M۱۶
۰/۳۶	۰/۴۸	۱۴۲	M۲۰
۰/۵۲	۰/۷۲	۱۷۶	M۲۲
۰/۶۴	۰/۸۸	۲۰۵	M۲۴
۱/۰	۱/۳۲	۲۶۷	M۲۷
۱/۳۲	۱/۷۶	۳۲۶	M۳۰
۲/۲۴	۳/۰۴	۴۷۵	M۳۶

جدول ۴-۴-۱۰ نیروی پیش‌تنیدگی و لنگر پیچشی پیش‌تنیدگی متناظر برای پیچ‌های ۱۰.۹

لنگر پیچشی لازم (KN.m)		نیروی پیش‌تنیدگی (kN)	قطر اسمی (mm)
گریسکاری با MOS _۲	روغن کاری شده		
۰/۲۵	۰/۳۵	۱۱۴	M۱۶
۰/۴۵	۰/۶	۱۷۹	M۲۰
۰/۶۵	۰/۹	۲۲۱	M۲۲
۰/۸	۱/۱	۲۵۷	M۲۴
۱/۲۵	۱/۶۵	۳۳۴	M۲۷
۱/۶۵	۲/۲	۴۰۸	M۳۰
۲/۸	۳/۸	۵۹۵	M۳۶

- **8.2.2. Calibrated Wrench Pretensioning:** *The pre-installation verification procedures specified in Section 7 shall be performed daily for the calibration of the installation wrench. Torque values determined from tables or from equations that claim to relate torque to pretension without verification shall not be used.*
- *All bolts shall be installed in accordance with the requirements in Section 8.1, with washers positioned as required in Section 6.2. Subsequently, the installation torque determined in the pre-installation verification of the fastener assembly (Section 7) shall be applied to all bolts in the joint, progressing systematically from the most rigid part of the joint in a manner that will minimize relaxation of previously pretensioned bolts. The part not turned by the wrench shall be prevented from rotating during this operation. Application of the installation torque need not produce a relative rotation between the bolt and nut that is greater than the rotation specified in Table 8.2.*

پ) پیچ‌های ویژه

در این روش از پیچ‌هایی استفاده می‌شود که با رسیدن به نیروی کششی خاص، عضو شاخص متصل به کله آنها به صورت پیچشی کنده می‌شود. در این روش باید اطمینان حاصل شود که نیروی کششی در لحظه کنده شدن عضو فوق‌الذکر، با مشخصات طرح مطابقت داشته باشد. مراحل محکم کردن این پیچ‌ها نیز مانند بند الف فوق است.

ت) واشرهای ویژه

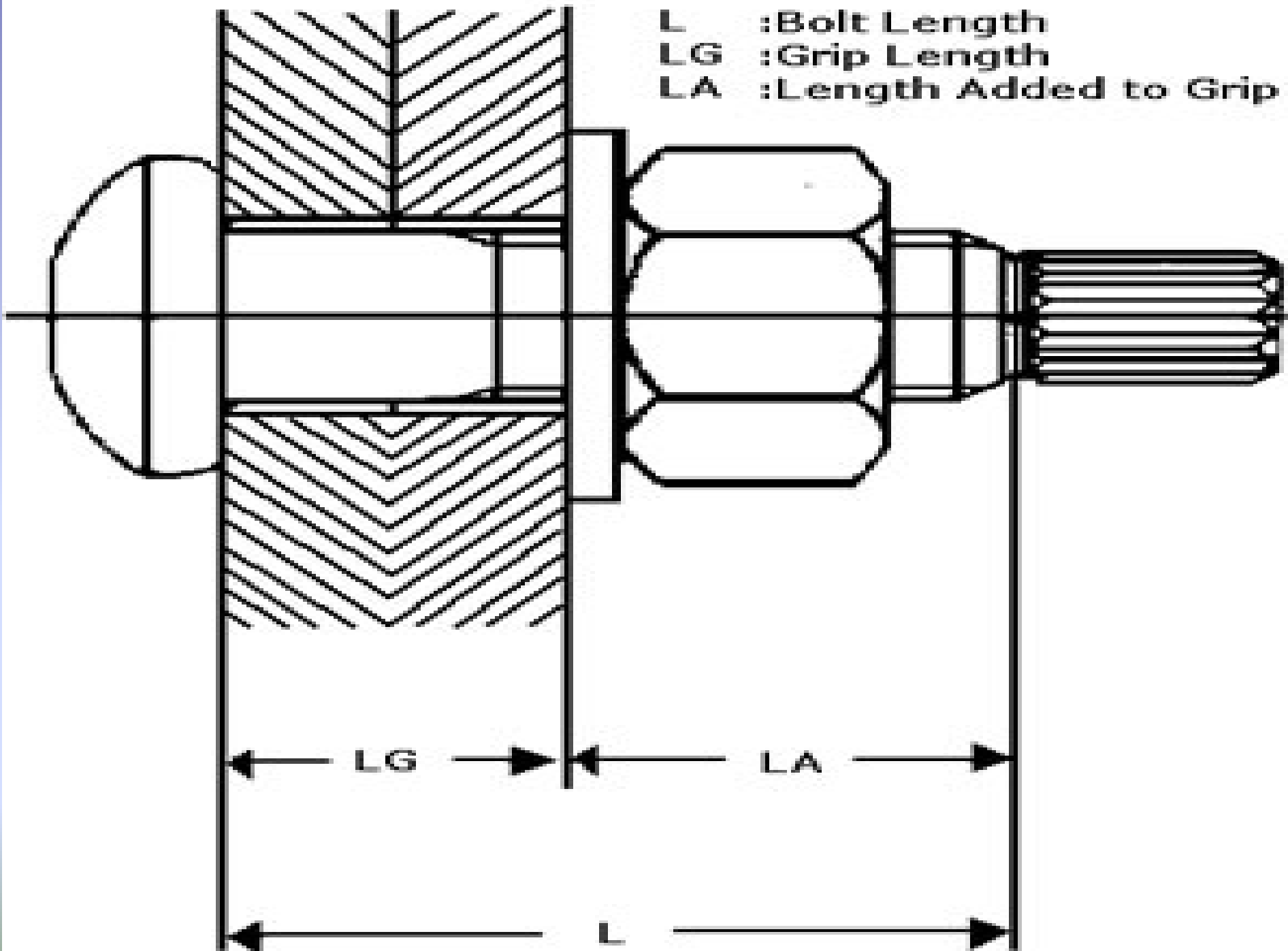
در این روش از واشرهای ویژه‌ای زیر کله پیچ یا مهره استفاده می‌شود و فشردگی برآمدگی‌های واشر تا حد معینی نشان‌دهنده رسیدن نیروی محوری پیچ به حد مورد نظر است. در این روش باید اطمینان حاصل شود که نیروی متناظر با رسیدن واشر به فرم نهایی خود، با خواسته‌های طرح مطابقت داشته باشد. مراحل محکم کردن این پیچ‌ها نیز مطابق بند الف فوق است.

- **8.2.3. Twist-Off-Type Tension-Control Bolt Pretensioning:** *Twist-off-type tension-control bolt assemblies that meet the requirements of ASTM F1852 or F2280 shall be used.*
- *All fastener assemblies shall be installed in accordance with the requirements in Section 8.1 without severing the splined end and with washers positioned as required in Section 6.2. If a splined end is severed during this operation, the fastener assembly shall be removed and replaced. Subsequently, all bolts in the joint shall be pretensioned with the twist-off-type tension-control bolt installation wrench, progressing systematically from the most rigid part of the joint in a manner that will minimize relaxation of previously pretensioned bolts.*

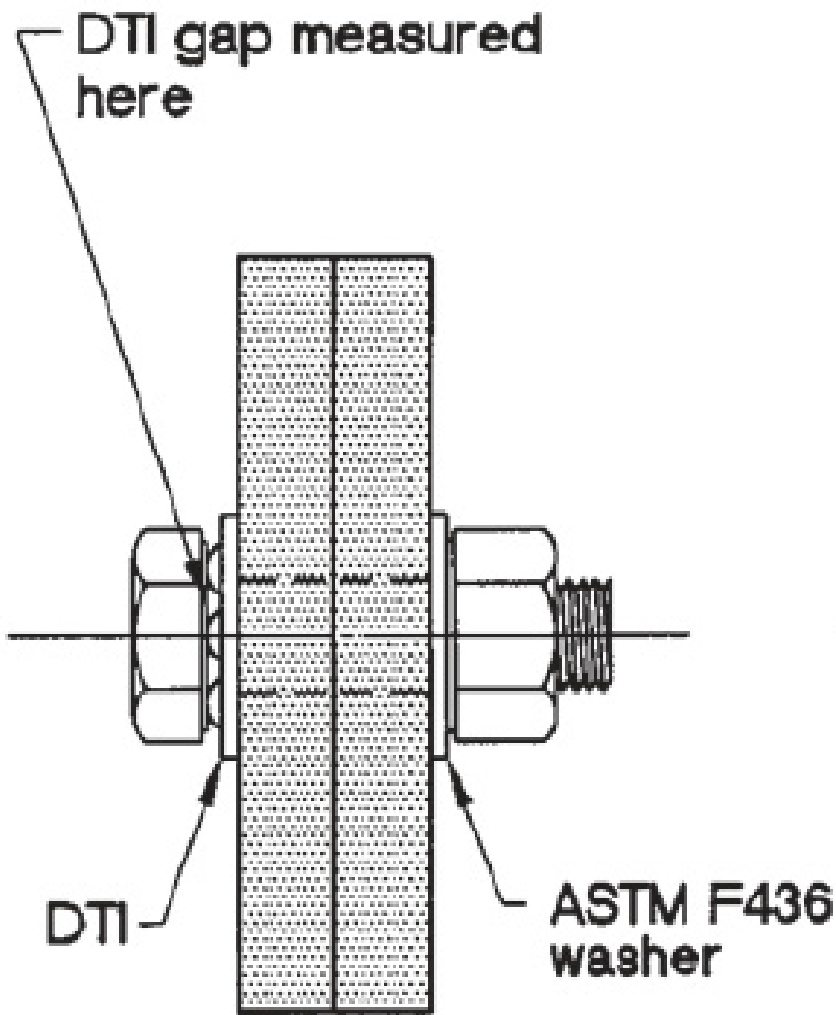




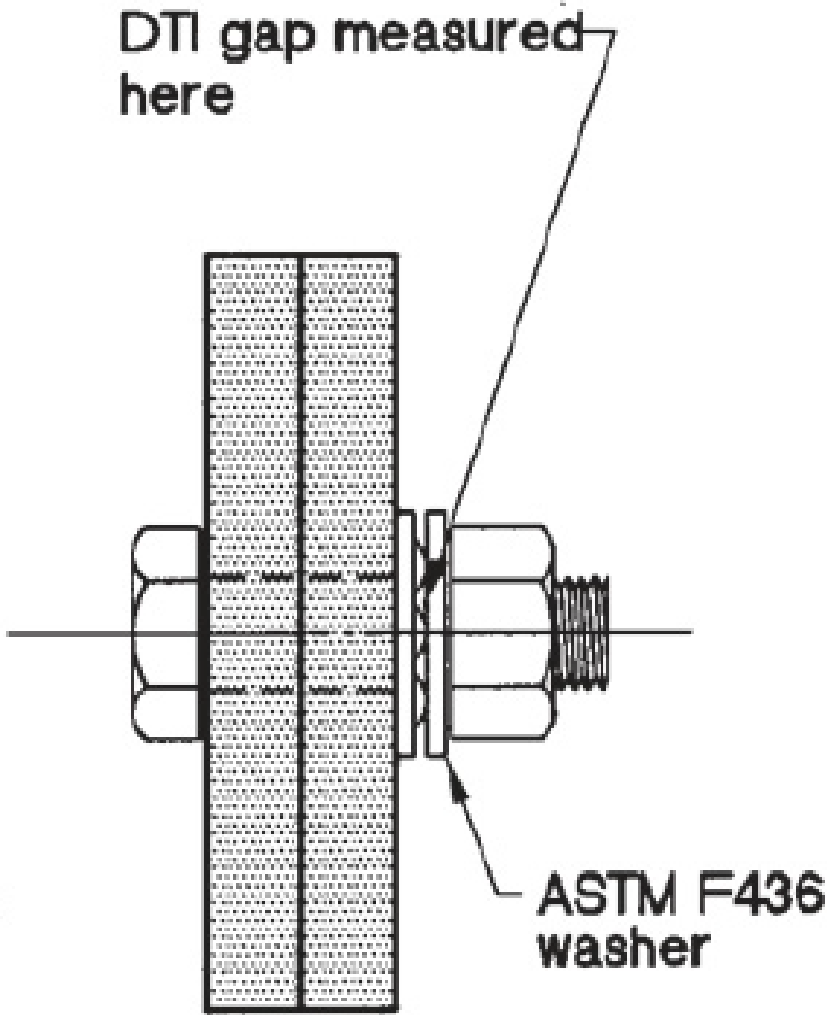
L : Bolt Length
LG : Grip Length
LA : Length Added to Grip



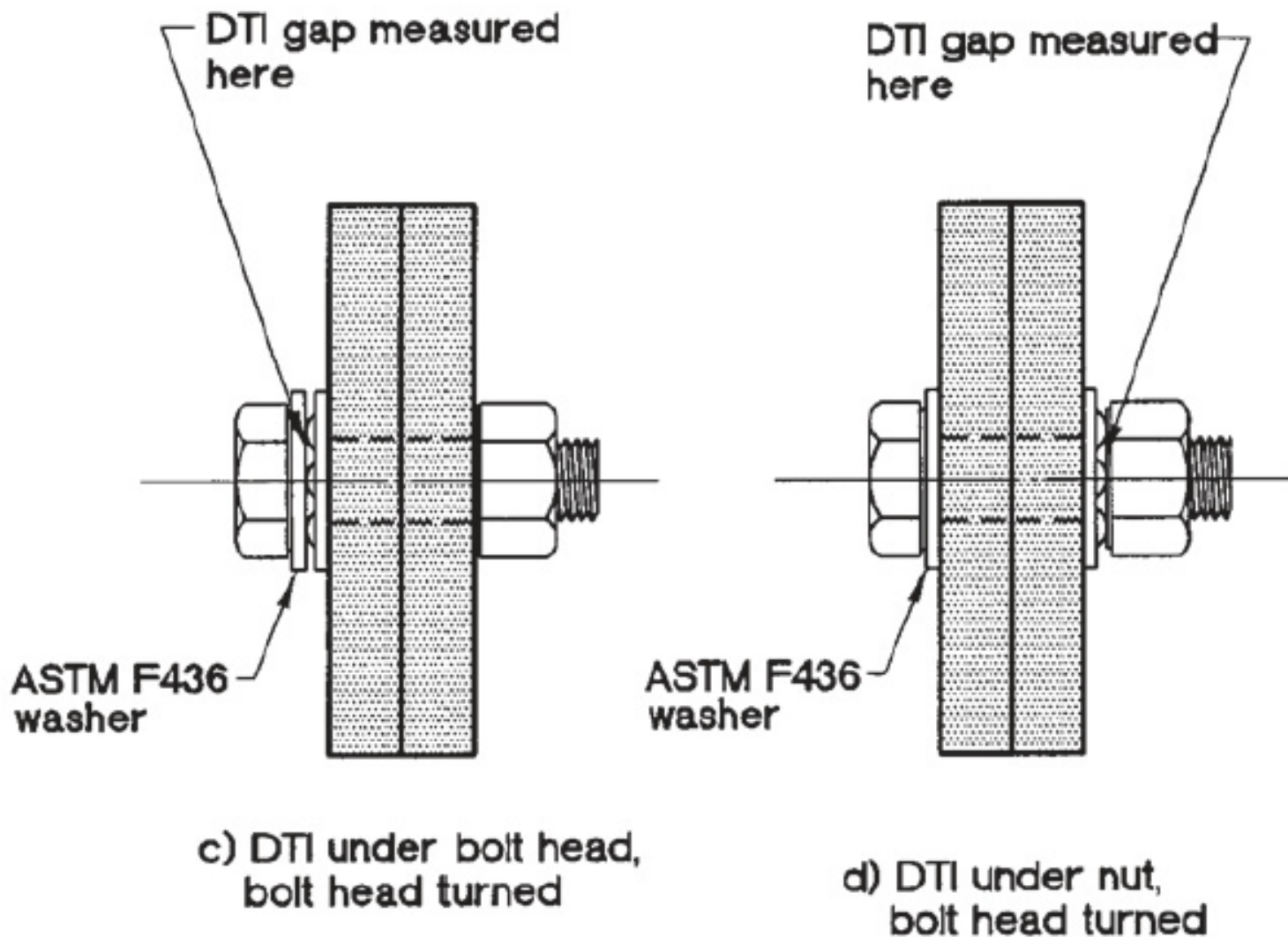
- **8.2.4. Direct-Tension-Indicator Pretensioning:** *Direct tension indicators that meet the requirements of ASTM F959 shall be used. The pre-installation verification procedures specified in Section 7 shall demonstrate that, when the pretension in the bolt reaches that required in Table 7.1, the gap is not less than the job inspection gap in accordance with ASTM F959.*
- *All bolts shall be installed in accordance with the requirements in Section 8.1, with washers positioned as required in Section 6.2. The installer shall verify that the direct-tension-indicator protrusions have not been compressed to a gap that is less than the job inspection gap during this operation, and if this has occurred, the direct tension indicator shall be removed and replaced. Subsequently, all bolts in the joint shall be pretensioned, progressing systematically from the most rigid part of the joint in a manner that will minimize relaxation of previously pretensioned bolts. The installer shall verify that the direct tension indicator protrusions have been compressed to a gap that is less than the job inspection gap.*



a) DTI under bolt head, nut turned



b) DTI under nut, nut turned



Note: See Section 6, for general requirements for the use of washers.

Figure C-8.1. Proper use and orientation of ASTM F959 direct-tension indicator

۱۰-۴-۴-۶-۳ کنترل پیش‌تنیدگی پیچ‌ها

پیمانکار موظف است کنترل کیفیت دقیقی بر عملیات بستن پیچ و مهره‌ها در کارگاه نصب اعمال داشته، گزارش‌های مربوط به این کنترل‌ها را جهت بررسی و تأیید مهندس ناظر اعلام نماید. مهندس ناظر می‌تواند رأساً یا از طریق آزمایشگاه با صلاحیت، مستقلاً پیش‌تنیدگی پیچ‌ها را کنترل نماید. در هر صورت تصمیم مهندس ناظر در مورد کفایت پیش‌تنیدگی پیچ‌ها قطعی خواهد بود.

برای پیچ‌های پرمقاومت به کار گرفته شده در اتصالات اصطکاکی، نیروی پیش‌تنیدگی لازم برای سفت کردن پیچ‌ها باید مطابق مقادیر جدول ۱۰-۲-۹-۷ اختیار شود. لازم به ذکر است که با پیچاندن اضافی مهره‌ها ممکن است کشش پیچ از مقادیر جدول ۱۰-۲-۹-۷ بیشتر شوند که این موضوع مشکلی برای طرح ایجاد نخواهد کرد.

در پیچ‌هایی که به وسیله چرخاندن اضافه مهره طبق جدول ۱۰-۴-۲ پیش‌تنیده می‌شوند، بعد از آنکه پیچ‌ها کاملاً سفت شدند به وسیله یک گچ رنگی نقطه‌ای از پیچ و مهره را که روبروی هم قرار دارند، علامت‌گذاری کرده سپس کنترل می‌گردد که چرخش اضافی مطابق جدول ۱۰-۴-۳ به میزان کافی انجام شده باشد. برای کنترل پیش‌تنیدگی پیچ‌ها باید از آچار متر (تورک‌متر) مناسب که قبلاً در یک آزمایشگاه مورد قبول کالیبره شده است، استفاده به عمل آورد.

در تمامی روش‌های فوق، حداقل ۳ نمونه پیچ و مهره از هر قطر، طول و مقاومت مورد استفاده، باید در ابتدای کار مورد آزمایش قرار گیرند. در این آزمایش باید به کمک یک ابزار دقیق اندازه‌گیری کشش، نشان داده شود که روش مورد استفاده برای محکم کردن پیچ، می‌تواند کششی حداقل برابر ۱۰۵٪ کشش خواسته شده در طرح را در پیچ ایجاد کند.

۱۱-۱-۸-۳-۳۱ محکم کردن پیچ‌های شل شده ناشی از محکم شدن پیچ‌های مجاور تا حد بست اولیه بلامانع است. اگر یک مهره یا پیچ پس از محکم شدن کامل، به دلائلی باید شل شود، لازم است که مجموعه پیچ و مهره کلاً تعویض شود.







Use with impacting wrench
CLAMPS TO BEAM!



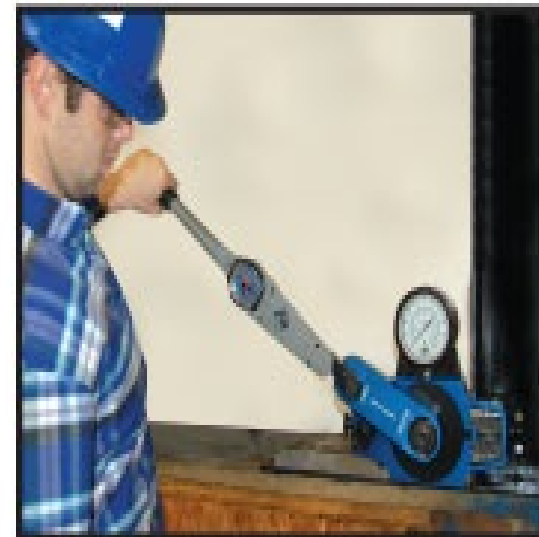
Use with low profile
hydraulic wrench



Use with Pneumatic or
Electric torque wrench!



Use with Hydraulic Wrench



Use with multiplier or hand
operated torque wrench

۱۰-۴-۴-۷ انبار کردن، حمل و رفع معایب

انبار نمودن و حمل قطعات فولادی در کارگاه ساخت و محل نصب باید به نحوی صورت گیرد که قطعات تغییرشکل نداده و تنش‌های بیش از حد مجاز در آن ایجاد نشود و هیچ آسیبی به آن وارد نیاید. قطعاتی که به هر علتی تغییرشکل داده یا آسیب دیده‌اند، باید قبل از به‌کارگیری به نحو رضایت‌بخشی با تأیید مهندس ناظر اصلاح و مرمت گردند. در صورتی که تعمیر قسمت‌های معیوب بدون کم کردن مقاومت آن میسر نباشد باید آن قسمت‌ها تعویض گردند.

قطعات فولادی باید در محیطی دور از رطوبت انبار گردند. در صورت انبار کردن قطعات در محیط باز، باید زیر قطعات سکوه‌های مناسبی قرار داد تا قطعه با زمین فاصله داشته باشد. تعداد و فاصله سکوها باید به نحوی انتخاب گردد که قطعات دچار تنش یا تغییرشکل بیش از حد نگردند.

جابه‌جا کردن قطعات باید با در نظر گرفتن ضوابط ایمنی با وسایل مناسب و به نحوی انجام گیرد که تنش‌های اضافی در این قطعات ایجاد نشود. قطعات سنگین با شکل و فرم خاص باید با قلاب نمودن در نقاط مناسب و یا نقاطی که قبلاً تعیین و علامت‌گذاری شده است بلند شوند تا هنگام جابه‌جا کردن و نصب، تنش و تغییرشکل زیاد در هیچ قسمتی ایجاد نشده و به اتصالات و سوراخ‌های پیچ‌ها نیز آسیبی وارد نگردد.

۱۱-۱-۸-۴ حمل و انبار قطعات

۱۱-۱-۸-۴-۱ برای ارسال اقلام کوچک نظیر ورق‌های اتصال و پیچ و مهره و مانند آنها لازم است که این قطعات در جعبه‌های مناسب که شماره قطعات روی آنها درج شده باشد، حمل شوند.

۱۱-۱-۸-۴-۲ قطعاتی مانند مهاربندها، لاپه‌ها، میل مهارها و مانند آن باید به نحوی به یکدیگر بسته شوند که از گم شدن و یا آسیب دیدن در حین بارگذاری و تخلیه آنها جلوگیری شود.

۱۱-۱-۸-۴-۳ تمامی قطعات دارای پوشش رنگ و یا پوشش محافظ باید با دقت جابجا و بارگیری شوند تا از وارد شدن آسیب به پوشش آنها جلوگیری شود. استفاده از مواد نرم مانند چوب یا گونی مابین قطعات و در محل تماس با قلاب یا زنجیر بارگیری به حفاظت این پوشش‌ها کمک می‌کند.

۱۱-۱-۸-۴-۴ درمورد قطعات بسیار بلند یا بسیار بزرگ، باید از تکیه‌گاه‌هایی در فواصل منظم از یکدیگر برای بلند کردن و استقرار این قطعات استفاده کرد تا از اعوجاج و آسیب دیدن قطعات تحت اثر وزن و نیز بر اثر ارتعاشات ناشی از حمل و نقل جلوگیری شود.

۱۱-۱-۸-۴-۵ در هنگام بارگیری قطعات برای حمل زمینی به پای کار، لازم است قطعات بزرگتر قبل از قطعات کوچکتر یا سبک‌تر روی وسیله نقلیه قرار گیرند تا از صدمه دیدن قطعات کوچک جلوگیری شود.

۱۱-۱-۸-۴-۶ برای حمل و نقل قطعاتی که بدلیل شکل غیر متقارن و یا وجود زائده‌هایی در سطح خود، نمی‌توانند به طور مطمئن روی وسیله نقلیه مستقر شوند، لازم است که با تعبیه تکیه‌گاه‌های خاص، وزن قطعه به صورت یکنواخت در سطح بزرگی توزیع شود تا از تمرکز تنش در قطعه و در وسیله حمل و نقل جلوگیری گردد.

۱۱-۱-۸-۴-۷ بستن قطعه به وسیله نقلیه باید در قوی‌ترین قسمت قطعه و یا در نقاط مهار پیش‌بینی شده در مرحله ساخت، صورت گیرد. سخت‌کننده‌هایی که برای حمل و نقل به قطعات متصل شده‌اند، ممکن است در عملیات نصب نیز مورد استفاده قرار گیرند. بنابراین نباید تا حصول اطمینان از عدم نیاز به آنها، از قطعه اصلی جدا شوند.

۱۱-۱-۸-۴-۸ هنگامی که فاصله حمل بسیار زیاد باشد و یا در هنگام صدور قطعات می‌توان از محفظه‌های مخصوص برای جا دادن حداکثر تعداد قطعات ممکن در کنار یکدیگر استفاده کرد. قطعات بلند یا سنگین باید در زیر قرار گیرند و قطعات کوچکتر در فضای باقیمانده به نحوی چیده شوند که از آسیب رسیدن به آنها جلوگیری شود. همچنین باید به امکان جابجا شدن قطعات در حین حمل و نقل توجه نمود تا با چیدن مناسب از آسیب دیدن آنها جلوگیری گردد.

۱۱-۱-۸-۴-۹ قطعات ساخته شده که پیش از حمل یا پیش از نصب، انبار می‌شوند باید از زمین فاصله داشته باشند.

۱۱-۱-۸-۴-۱۰ قطعات انبار شده نباید در معرض باران و برف قرار گیرند و محل انبار باید طوری باشد که از تجمع آب باران در زیر قطعات جلوگیری شود.

۱۱-۱-۸-۴-۱۱ تکیه‌گاه‌های مناسب برای قطعات انبار شده باید فراهم شود به نحوی که از تغییر شکل دائم آنها جلوگیری شود.

۱۱-۱-۸-۴-۱۲ شماره مشخصه هر یک از قطعات انبار شده باید بدون نیاز به جابجایی قطعات، قابل تشخیص باشد.