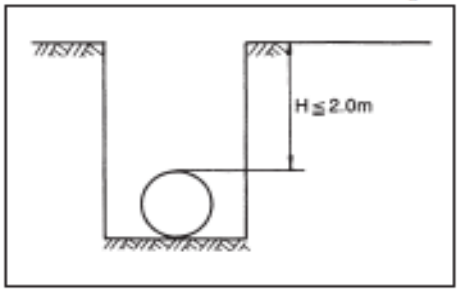
وَجَعَلْنَا مِنَ الْمَاءِ

كُلَّ شَيْءٍ حَيٍّ

DI PIPELINE DESIGN

Case A: Prism formula

Fig. 6-1



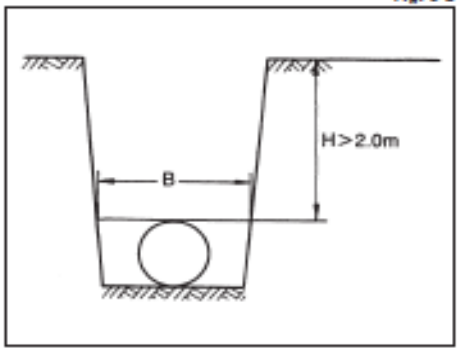
This formula is recommended where earth cover depth is 2m or less.

$$W_f = 0.001\gamma H$$

Where, W_f: Earth pressure due to earth cover (MPa)
γ : Unit weight of backfilling soil (kN/m³)
H : Depth of earth cover (m)

Case B: Marston's formula for ditch condition

Fig. 6-2



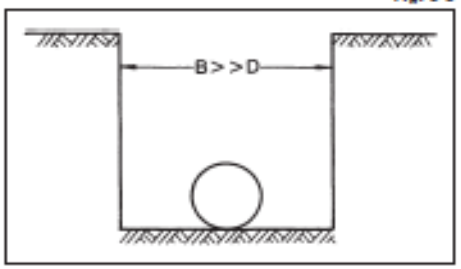
This formula is recommended where earth cover depth is more than 2m.

$$W_f = \frac{0.001\gamma}{2k\tan\phi}(1-e^{-2k\tan\phi H/B})B$$

Where, B : Width of trench at the top of pipe (m)
ϕ : Internal friction angle of backfilling soil (deg.)
k : $k = \frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$

Case C: Marston's formula for positive-projection condition

Fig. 6-3

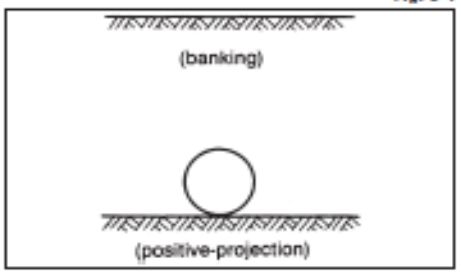


This formula is recommended where the width of trench is much greater than the pipe diameter or under positive-projection embankment condition.

$$W_f = 0.001C_c\gamma D$$

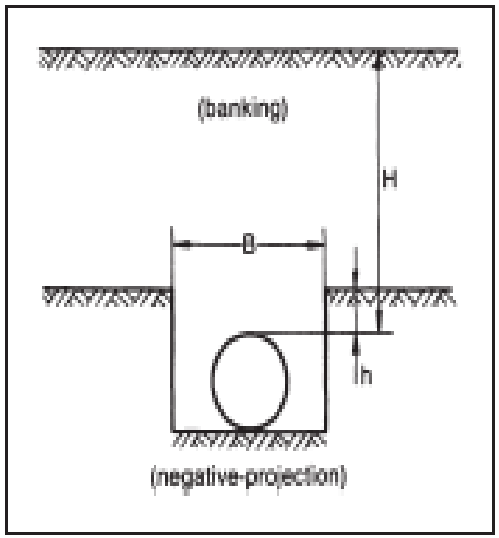
Where, C_c : Coefficient (See Fig. 6-6)
D : Diameter of pipe (m)

Fig. 6-4



Case D: Marston's formula for negative-projection condition

Fig. 6-5



This formula is recommended under negative-projection embankment condition.

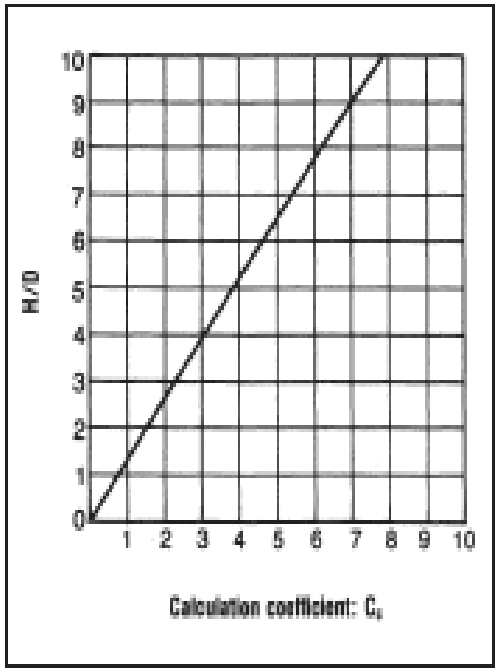
$$W_f = 0.001C_n\gamma B$$

Where, C_n: Coefficient (See Fig. 6-7)
B : Width of trench (m)

In Fig. 6-7, p' = h/B

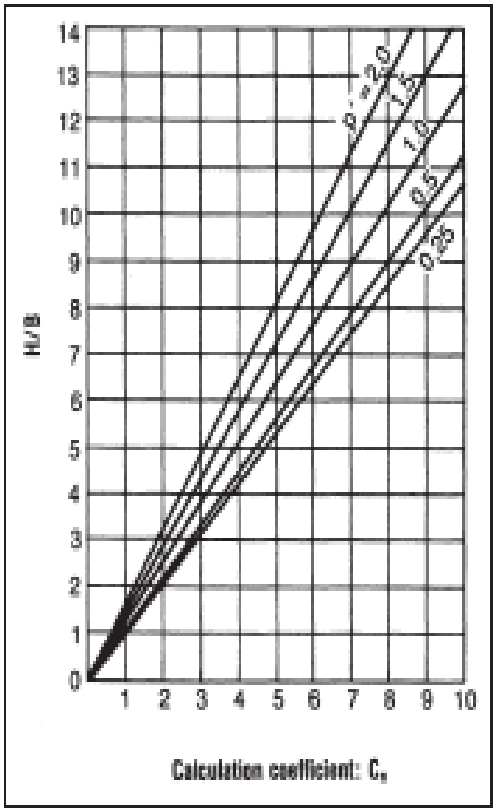
Coefficient C_c

Fig. 6-6



Coefficient C_n

Fig. 6-7



6-2-1 Truck load

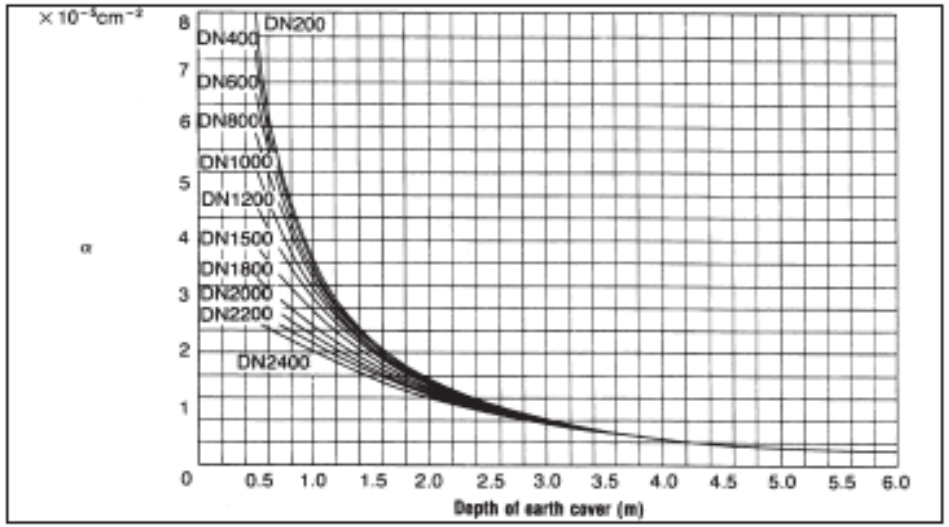
Earth pressure due to truck load is calculated by Boussinesq formula.

$$W_t = 10F\alpha P$$

Where, W_t : Earth pressure due to truck load (MPa)
F : Impact factor (= 1.5)
P : Load of one rear tire of truck (in case of 250 kN truck, P = 100 kN)
α : Coefficient (See Fig. 6-8 and 6-9)

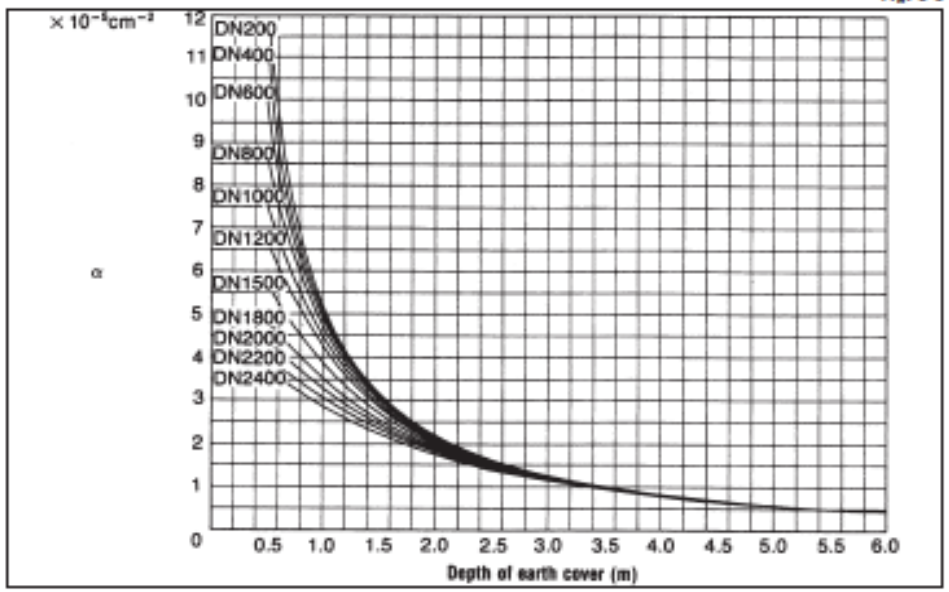
Coefficient α for one truck

Fig. 6-8



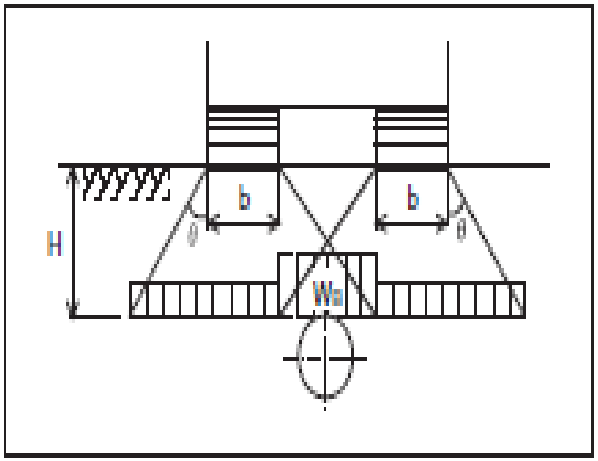
Coefficient α for two trucks

Fig. 6-9



Earth pressure due to caterpillar load by bulldozer is calculated by the below formula.

Fig. 6-10



$$W_B = \frac{nq_B(1+i)}{b+2H\tan\theta}$$

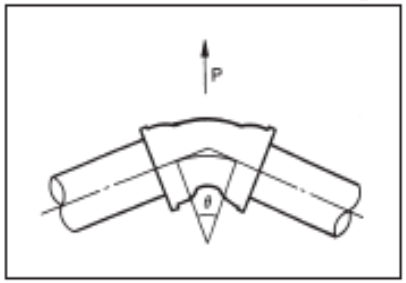
Where, W_B : Earth pressure due to caterpillar load (MPa)
n : Number of caterpillars affects on the pipe (n = 1 or 2)
H : Depth of earth cover (m)
θ : Distribution angle of caterpillar load (normally $\theta = 45^\circ$)
i : Impact factor (i = 0.2 for weak ground and i = 0 for others)
b : Width of caterpillar (m)
q_B : Vertical pressure of vehicle (MPa) (See Table 6-1)

Table 6-1

Class of Bulldozer	q_B (MPa)	b (m)	Distance of caterpillars (m)
30 kN	0.033	0.30	1.19
60 kN	0.046	0.35	1.42
80 kN	0.048	0.41	1.54
110 kN	0.058	0.46	1.88
150 kN	0.060	0.51	1.88

1) At bend

Fig. 8-1

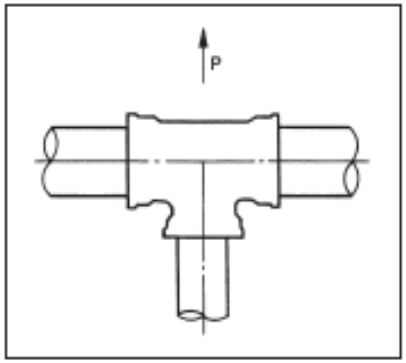


$$P = 2pA \sin\frac{\theta}{2}$$

Where, P: Thrust force
p: Internal pressure
A: Sectional area of pipe
θ : Angle of bend

2) At tee

Fig. 8-2

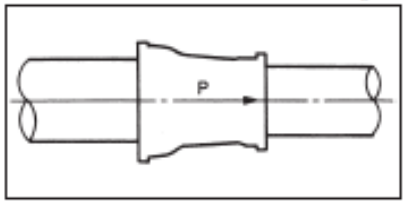


$$P = pa$$

Where, a: Sectional area of branched pipe

3) At reducer

Fig. 8-3

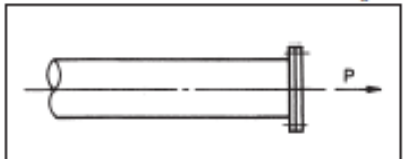


$$P = p(A-a)$$

Where, A - a: Changed sectional area

4) At pipeline end

Fig. 8-4



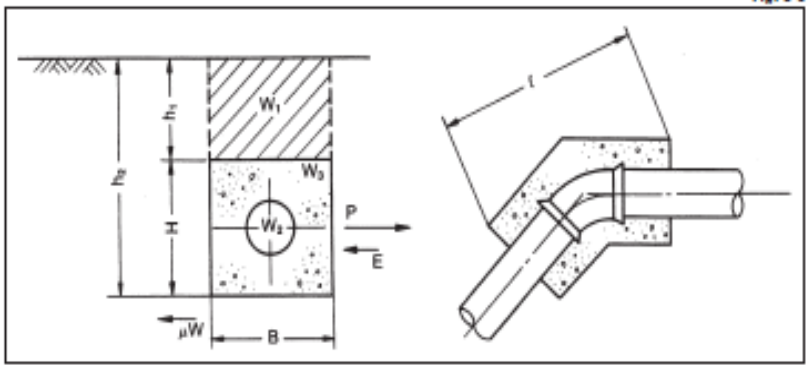
$$P = pA$$

يجب تصميم البلوك الخرساني بمقاومة كافية لتحمل قوة الدفع في جميع الظروف ، مع مراعاة ظروف التمديد والأرض ، وحجم ووزن الكتلة ، ووزن غطاء التربة على الكتلة ، وضغط التربة السلبي في الجانب الخلفي من الكتلة و قوة الاحتكاك في الجزء السفلي من الكتلة بالنسبة للأرض اللينة ، يجب استبدال التربة المحيطة بالكتلة بالرمل أو أي مادة مناسبة أخرى من شأنها توفير تفاعل تربة سلبي كافٍ يجب أيضًا فحص قدرة تحمل الأرض بعناية إذا كان المحمل السعة غير كافية ، يجب إما توسيع مساحة القاعدة للكتلة أو استخدام أكوام لدعم الكتلة

هناك عدة أنواع من الكتل الخرسانية. تغطي بعض الكتل الانحناء أو نقطة الإنطلاق بالكامل والبعض الآخر لا يغطيها.

8-4-1 Design of concrete block for horizontal bend

Fig. 8-5



Where, P : Thrust force
W : Total weight at the block bottom (= $W_1 + W_2 + W_3$)
W_1 : Weight of soil on the block
W_2 : Weight of water and pipe in the block
W_3 : Weight of block
μW : Friction force
μ : Friction coefficient between concrete block and soil
E : Passive earth pressure at the backside of the block

$$E = \frac{1}{2} C_e \gamma (h_2^2 - h_1^2) \ell$$

C_e : Coefficient of passive earth pressure

$$C_e = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

ϕ : Internal friction angle of soil
γ : Unit weight of soil
ℓ : Projection length of the block

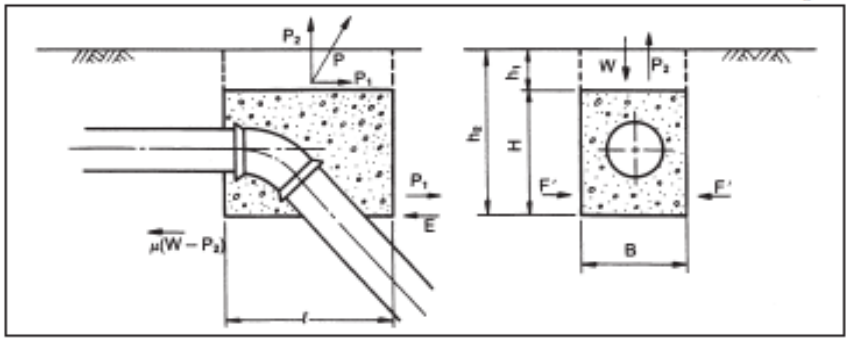
For the horizontal bend, the concrete block should satisfy:

$$P < \mu W + E$$

Note: When concrete block is constructed under the water table, buoyancy should be taken into consideration for the design.

8-4-3 Design of concrete block for upward vertical bend

Fig. 8-7



Where, P : Thrust force
P_1 : Horizontal component of the thrust force
P_2 : Vertical component of the thrust force
$\mu (W - P_2)$: Friction force
E : Passive earth pressure at the backside of the block
F : Active earth pressure at the both sides of the block

Concrete block shall be designed to satisfy the following conditions.

- Against the horizontal component of the thrust force

$$P_1 = P \sin\frac{\theta}{2} < \mu(W - P_2) + E$$

- Against the vertical component of the thrust force

$$P_2 = P \cos\frac{\theta}{2} < W + F$$

$$F = 2F' = \frac{1}{2} C_e' \gamma_s (h_2^2 - h_1^2) 2(B + \ell) \mu$$

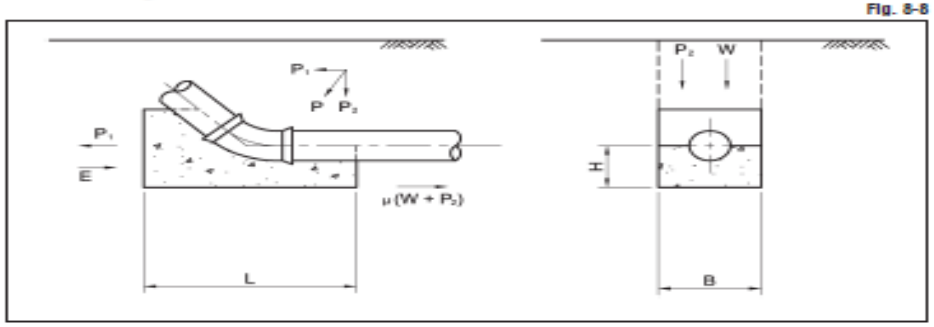
Where, B : Width of the block
ℓ : Length of the block
C_e' : Coefficient of active earth pressure

$$C_e' = \tan^2(45^\circ - \phi/2)$$

Note: When concrete block is constructed under the water table, buoyancy should be taken into consideration for the design.

8-4-4 Design of concrete block for downward vertical bend

Fig. 8-8



Concrete block shall be designed to satisfy the following conditions.

- Against the horizontal component of the thrust force

$$P_1 = P \sin\frac{\theta}{2} < \mu(W+P_2)+E$$

- Against the vertical component of the thrust force

$$P_2 = P \cos\frac{\theta}{2}$$

$$\sigma = \frac{W+P_2}{BL} < \sigma_a$$

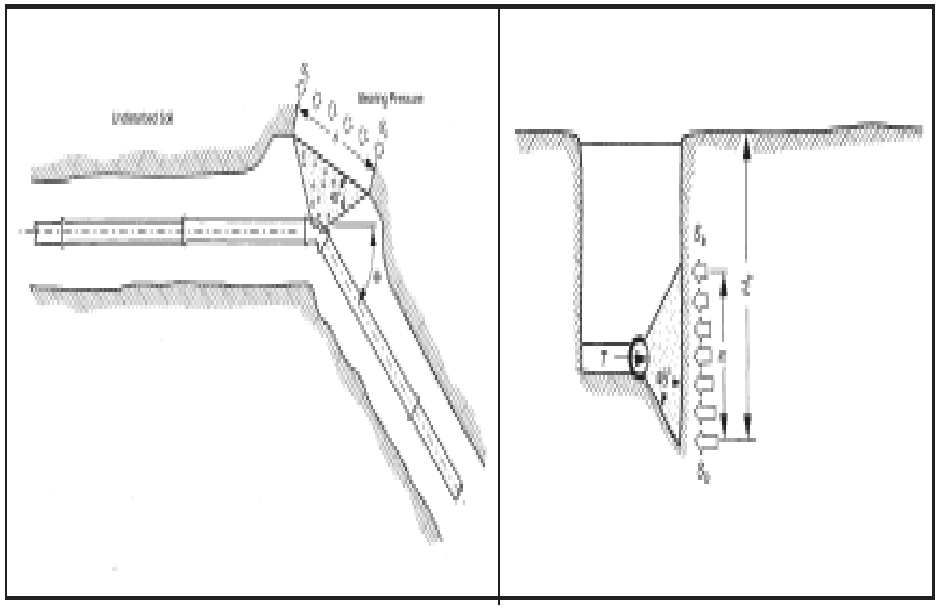
Where, σ : Required bearing capacity of the ground
σ_a : Allowable bearing capacity of the ground

When the allowable bearing capacity of the ground is not sufficient, a number of piles or other countermeasure should be required.

Note: When concrete block is constructed under the water table, buoyancy should be taken into consideration for the design.

تسمح الكتلة الخرسانية ، التي لا يتم فيها دمج الانحناء أو نقطة الإنطلاق بالكامل وتكشف مفاصلها ، بالوصول إلى الوصلات أثناء وبعد اختبار الضغط الهيدروستاتيكي الميداني تم تقديم مثال على التصميم في دليل ممارسات الإمداد بالمياه أنابيب ووصلات حديد الدكتايل من قبل جمعية أعمال المياه الأمريكية

Fig. 8-9



The required block bearing area A_b is:

$$A_b = hb = S_f P / S_b$$

Where, P : Thrust force
S_f : Safety factor (usually 1.5)
S_b : Horizontal bearing strength of soil

Then, for horizontal bend,

$$b = \frac{2 S_f p A \sin(\theta/2)}{h S_b}$$

يتم توفير المقاومة عن طريق نقل قوة الدفع إلى التربة من خلال منطقة تحمل أكبر للكتلة بحيث لا يتجاوز الضغط الناتج ضد التربة قوة تحمل التربة يتكون تصميم كتل الدفع من تحديد منطقة التحمل المناسبة للكتلة لمجموعة معينة من الشروط

ما يلي هو المعايير العامة لتصميم كتلة تحمل

يجب وضع الأسطح الحاملة ، حيثما أمكن ، ضد التربة غير المضطربة عندما لا يكون ذلك ممكنًا ، يجب ضغط الحشوة بين سطح المحمل والتربة غير المضطربة بنسبة في المائة على الأقل من كثافة بروكتور القياسية يجب أن يكون ارتفاع الكتلة مساويًا أو أقل من نصف العمق الإجمالي لقاع كتلة ، ولكن ليس أقل من القطر الخارجي للأنبوب يجب اختيار ارتفاع الكتلة بحيث يختلف عرض الكتلة المحسوب ب بين ضعف الارتفاع ،

Restrained coupling Kubolock-T

Fig. 8-10

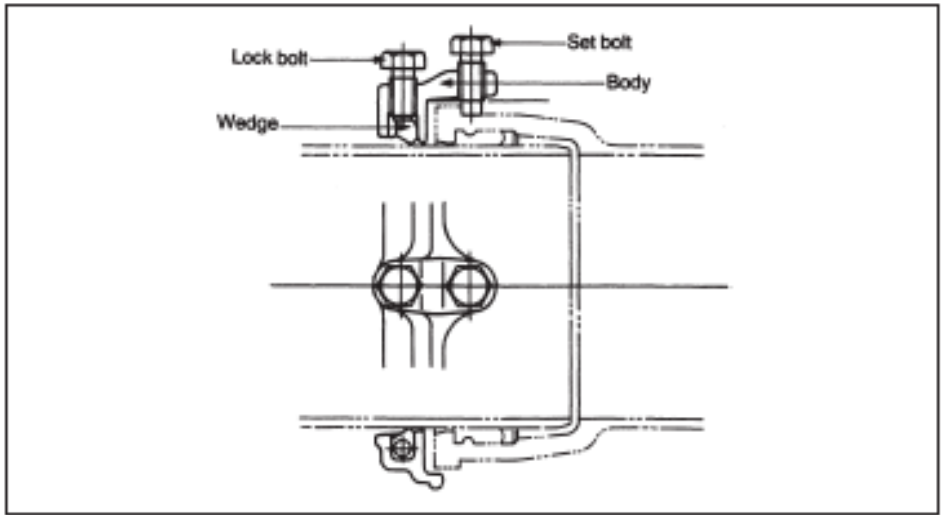


Table 8-5

DN	Allowable maximum pressure (MPa)	Allowable deflection angle
80 to 200	2.5	2°30′
250, 300	2.5	2°00′
350	2.0	2°00′
400	2.0	1°45′
450, 500	2.0	1°30′
600	1.5	1°30′

Retainer gland Kubolock-K

Fig. 8-11

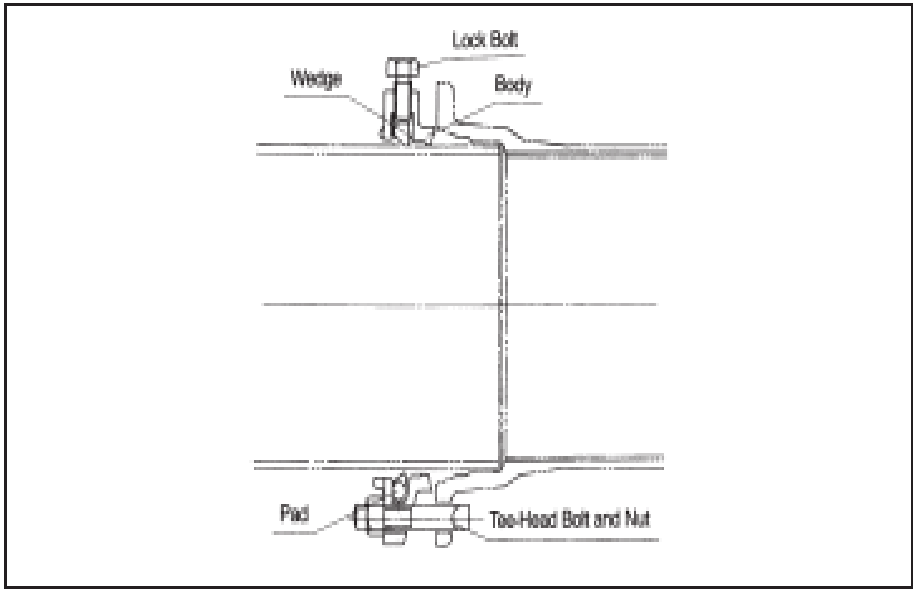


Table 8-6

DN	Allowable maximum pressure (MPa)	Allowable deflection angle
80 to 300	2.5	2°30′
350	2.5	2°25′
400	2.5	2°05′
450	2.3	1°55′
500	2.0	1°40′
600	1.7	1°25′

TF-type restrained joint

Fig. 8-12

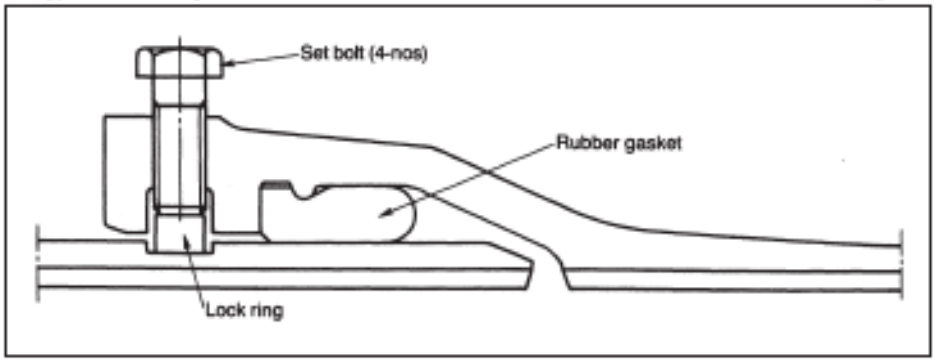
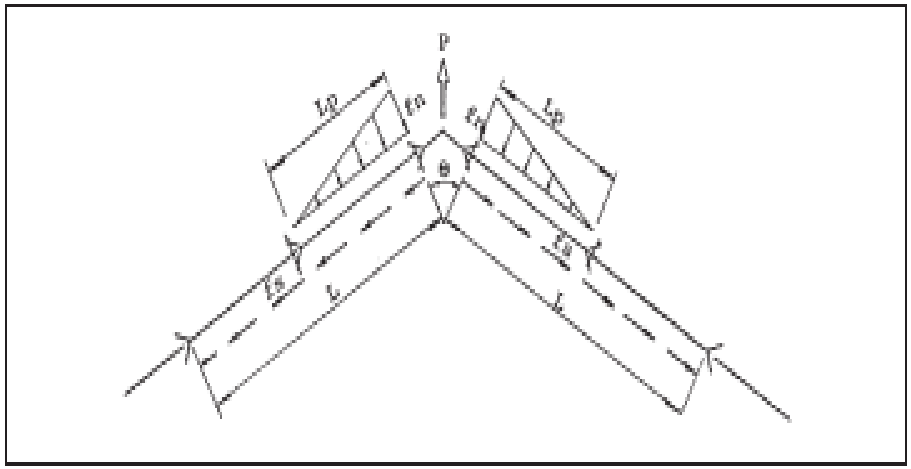


Table 8-7

DN	Allowable bending moment (kN-m)	Allowable maximum pressure (MPa)
400	100	4.3
450	110	4.3
500	120	4.3
600	140	3.0
700	170	3.0
800	190	3.0
900	220	2.0
1000	240	2.0
1100	260	2.0
1200	290	2.0
1400	340	2.0
1500	360	2.0
1600	380	2.0

Thrust Block

Fig. 8-13



The required restrained lengths on each side of bend for Kubolock at 1.0 MPa are tabulated in Table 8-9.

Required restrained lengths for Kubolock at 1.0 MPa

Table 8-9

DN	Restrained length L on each side (m)				
	90°bend	45°bend	22-1/2°bend	11-1/4°bend	Pipe end
80	2.9	1.8	1.1	0.6	5.2
100	3.4	2.1	1.3	0.7	6.2
150	4.8	3.0	1.8	1.0	8.7
200	6.3	3.8	2.3	1.3	11.1
250	8.6	4.6	2.7	1.5	13.4
300	10.8	5.4	3.2	1.8	15.6
350	13.0	6.2	3.6	2.0	17.8
400	15.0	8.3	4.0	2.2	19.8
450	17.0	10.2	4.4	2.4	21.8
500	18.9	12.1	4.8	2.7	23.7
600	22.5	15.8	5.5	3.0	27.3

Calculation conditions;

- Internal pressure: 1.0 MPa
- Earth cover depth: 1.2 m
- Unit weight of soil: 16 kN/m^3
- Internal friction angle of backfill soil: 30°
- Friction coefficient: 0.3

Where, P : Thrust force by internal pressure
f_s : Friction force
f_n : Passive earth pressure
L : Restrained length
L_p : Pipe length

(2) Earth pressure by backfill

Calculation method of earth pressure varies depending on the earth cover depth. In case that earth cover depth to the center of the pipe is 2m or less, prism formula is used. In case that over 2m, earth pressure is the larger of that calculated by prism formula at the earth cover depth to the center of pipe is 2m or that by Marston's formula.

- Prism formula

$$W_t = \gamma H_c$$

Where, W_t : Earth pressure by backfill (kN/m^2)
γ : Unit weight of backfill (kN/m^3)
H_c : Earth cover depth to the center of pipe (m)
$H_c = H_t + D/2$
H_t : Earth cover depth to the top of pipe (m)
D : Outside diameter of pipe (m)

- Marston's formula

$$W_t = \frac{\gamma}{2K \tan \phi}(1-e^{-2K\tan\phi \cdot H_t/B})B$$

Where, K : Constant

$$K=\frac{1-\sin\phi}{1+\sin\phi}$$

ϕ : Internal friction angle of soil (degree)
B : Width of trench at the top of pipe (m)

(3) Passive earth pressure

$$F_n = f_n L_p \cos\frac{\theta}{2}$$

Where, Fn: Passive earth pressure (kN)
f_n : Passive earth pressure per unit length of pipe (kN/m)

$$f_n = \frac{1}{2} C_e' \gamma (H_2^2 - H_1^2) R$$

Ce' : Coefficient
$Ce' = \tan^2(45° + \phi/2)$
H_2 : Earth cover depth to the bottom of pipe (m)
R : Reduction ratio due to circular section of pipe (= 0.5)
L_p : Nominal length of pipe (m)

(4) Friction force

$$F_s = 2 f_s L \sin\frac{\theta}{2}$$

Where, F_s : Friction force (kN)
f_s : Friction force per unit length of pipe(kN/m)

$$f_s = \mu W_t \pi D$$

W_t : Earth pressure by backfill (kN/m^2)
μ : Coefficient of friction between pipe and soil

(5) Restrained length

The restrained length shall be so decided that the friction force F_s plus passive earth pressure F_n is larger than the thrust force P.

$$P \leqq (F_s + F_n)/S_f$$

Where, S_f : Safety factor (= 1.25)

- In case of $L \leq L_p$
In this case, L_p is replaced by L.

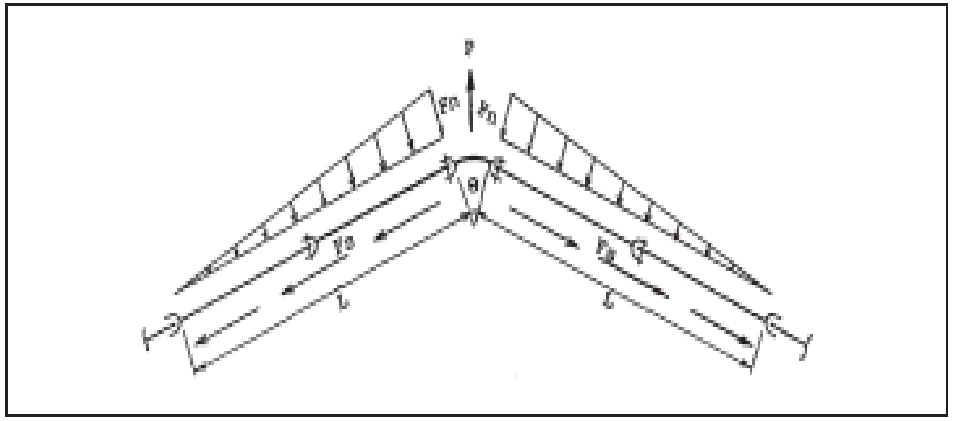
$$L \geqq \frac{S_f P}{2 f_s \sin(\theta/2) + f_n \cos(\theta/2)}$$

- In case of $L > L_p$

$$L \geqq \frac{S_f P - L_p f_n \cos(\theta/2)}{2 f_s \sin(\theta/2)}$$

الطول المقيد المطلوب لمفصل من النوع
كقوى مقاومة ، قوة الاحتكاك بين الأنابيب والتربة المحيطة و
.يؤخذ في الاعتبار ضغط الأرض السلبي في الجزء الخلفي من الأنابيب المقيدة بالكامل
يجب حساب الطول المقيَّد المطلوب للوصل المقيَّد للحامل اللحظي
بحيث لا تقل قوة المقاومة عن قوة الدفع وأيضًا
لا تتجاوز لحظة الانحناء المطبقة على المفاصل المقيدة القيمة المسموح بها
.من المفصل

Fig. 8-14



The required restrained length of pipes L_1 for the resistance forces is given by the below equation.

$$L_1 \geqq \frac{S_f P}{2f_n \sin(\theta/2)+f_n \cos(\theta/2)}$$

Where, S_f : Safety factor (= 1.25)

At the same time, the required restrained length of pipes L_2 for the bending moment is given by the below equation.

$$L_2 \geqq \frac{P_2/2+\sqrt{(P_2/2)^2-4f_n M_a/3}}{2f_n/3}$$

Where, P_2 : $P_2 = P \cos(\theta/2)$ (kN)
M_a : Allowable bending moment (kN-m)

The required restrained length of pipes shall be the larger one of L_1 and L_2.

The required restrained lengths on each side of bend for TF-type joint at 1.0 MPa are tabulated in Table 8-10.

Required restrained lengths for TF-type joint at 1.0 MPa Table 8-10

DN	Restrained length L on each side (m)				
	90°bend	45°bend	22-1/2°bend	11-1/4°bend	Pipe end
400	13.4	8.1	4.0	2.2	19.8
450	15.1	9.6	4.4	2.4	21.8
500	16.7	10.9	4.8	2.7	23.7
600	19.7	13.2	5.5	3.1	27.3
700	22.3	15.2	6.2	3.4	30.7
800	24.9	17.1	7.5	3.8	33.9
900	27.2	18.7	8.7	4.1	36.8
1000	29.3	20.3	9.8	4.4	39.6
1100	31.4	21.9	10.8	4.7	42.3
1200	33.3	23.2	11.6	5.0	44.8
1400	36.8	25.8	13.1	5.5	49.3
1500	38.4	26.9	13.8	5.7	51.4
1600	40.0	28.0	14.5	5.9	54.3

Calculation conditions;
- Internal pressure: 1.0 MPa
- Earth cover depth: 1.2 m
- Unit weight of soil: 16 kN/m³
- Internal friction angle of backfill soil: 30°
- Friction coefficient: 0.3

Note:
(1) Use of collars at each end of the restrained pipeline is recommended.
(2) In case that the total restrained length is over 100 m at one portion, combination of restrained joint and concrete block is recommended because unexpected bending moment beyond the allowable value might be applied to the joint by ground movement and so forth.

Internal coating for fittings

for water supply is normally by about 0.1 mm thick synthetic resin (epoxy) coating. For soft water or acid water, fusion-bonded epoxy coating for DN1500 and smaller fittings and high-build type liquid epoxy coating for DN1600 and larger fittings

Aggressive fluids

Acid water (see Table 9-2)special care shall be taken. Aggressive fluid for cement mortar lining
As an evaluation method of the aggressiveness of water to cement mortar lining

Sewage

When temperature is high (e.g. more than 20℃) , flow velocity is extremely low (e.g. below 0.3 m/s) and flow does not fill the pipe, sulfides in the anaerobic sewage will be reduced to hydrogen sulfide (H2S) and finally to sulfuric acid
(H2SO4) by bacteria which will damage the pipes and other facilities.

Special Lining

For aggressive fluid, special lining or other measures should be applied.

Epoxy coating

Epoxy paint is of high-build 2-part liquid type and the thickness of the coating will be 300 or 500 microns depending on the type of aggressive fluid.

Fusion-bonded epoxy coating

Fusion-bonded epoxy coating has excellent acid and chemical resistances and adhesion to the pipe. Fusion-bonded epoxy coating material is of solid powder and fuses and forms smooth and thick coating film when applied to the pre-heated pipe. Fusion-bonded epoxy coating will have a thickness of 300 or 500 microns depending on the type of aggressive fluid.Fusion-bonded epoxy coating contains

Polyurethane coating

Polyurethane coating material is of 2-part solvent free type and the standard thickness of the coating will be 1.0 to 1.5 mm.

Polyethylene sleeving method

polyethylene sleeve corrosion protection method in addition to the standard coating is recommended. In this method the entire length of pipe is encased with 0.2 mm-thick polyethylene sleeves in the trench after pipes are jointed.

9-2-4 Special coating

1) Polyethylene coating

Polyethylene coating is applied by continuous wrapping of the melted polyethylene sheet extruded from extruder. The standard thickness of the polyethylene coating is 2 to 3 mm varying depends on the pipe size. Spigot end is however free of polyethylene and is coated with epoxy paint to not hinder the assembling of the joints. After pipes are jointed, the jointed portion is normally protected with heat shrinkable sleeve or plastic tape wrapping. Polyethylene coating can be applied to pipes only.

2) Polyurethane coating

Polyurethane coating is applied by spray method. The standard thickness of polyurethane coating is 0.7 to 1 mm. Spigot end is however free of polyurethane coating and is coated with epoxy paint.

3) Tape wrapping

Pipe is wrapped spirally with PVC or polyethylene corrosion protective tape. Tape wrapping is normally applied to pipes on site.

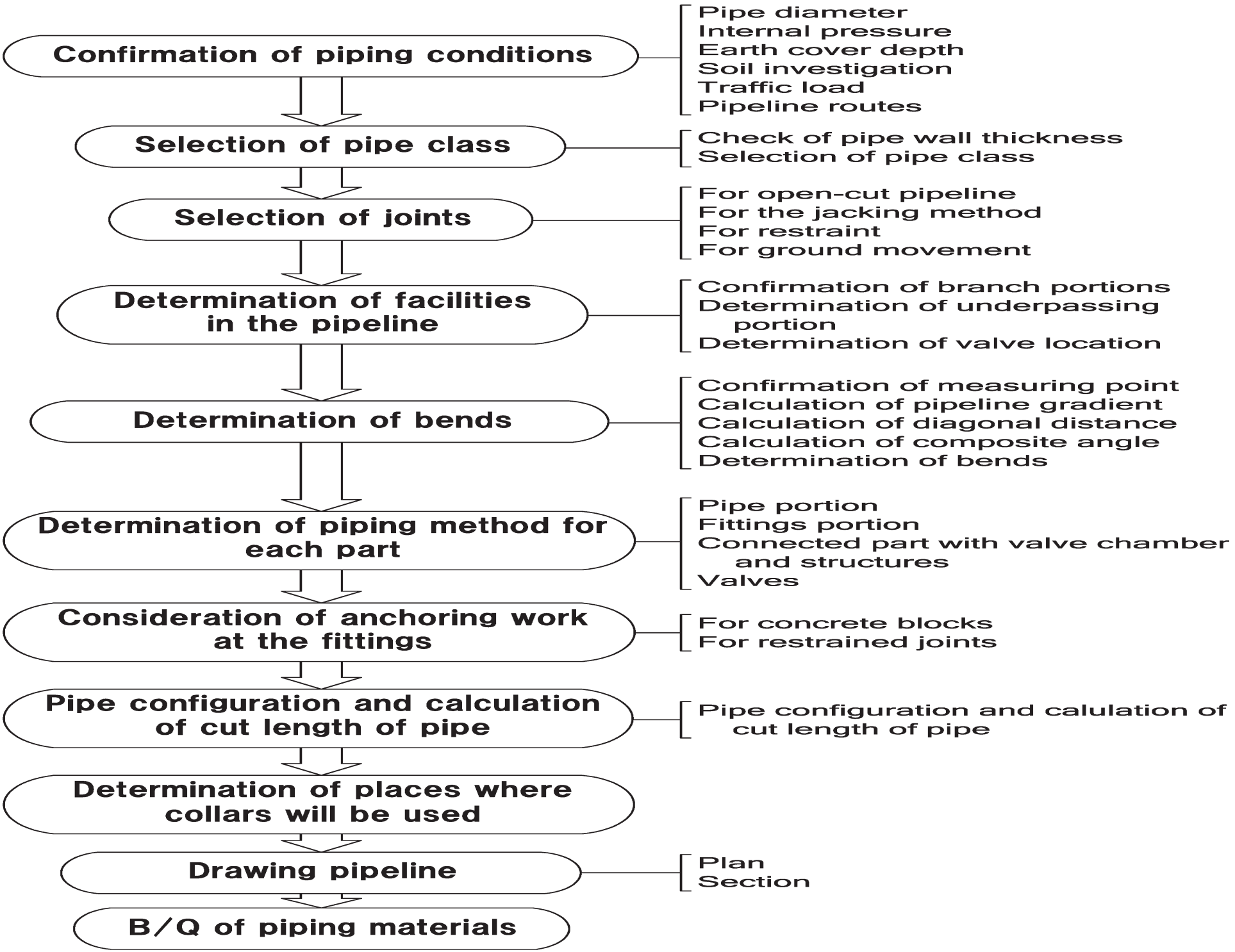
9-2-5 Coating for exposed piping

For the aboveground piping, zinc primer with finish coating
However, pipelines installed inside or immediately outside of water treatment facilities and pumping stations may be coated with paints in distinguished color. In such case,

Zinc Layer
Standard
Asphalt Topcoat

Application temperature should be below 60°C

Pipeline Drawings

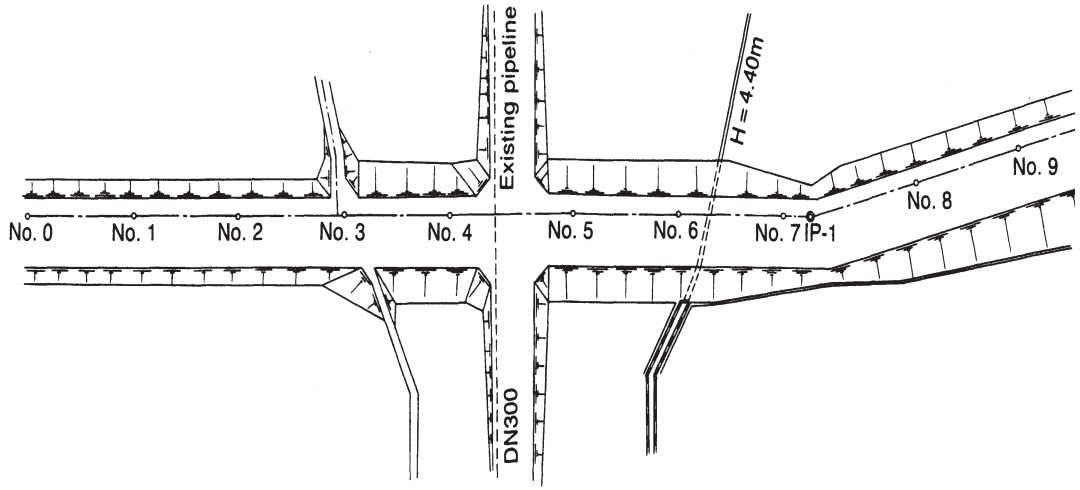


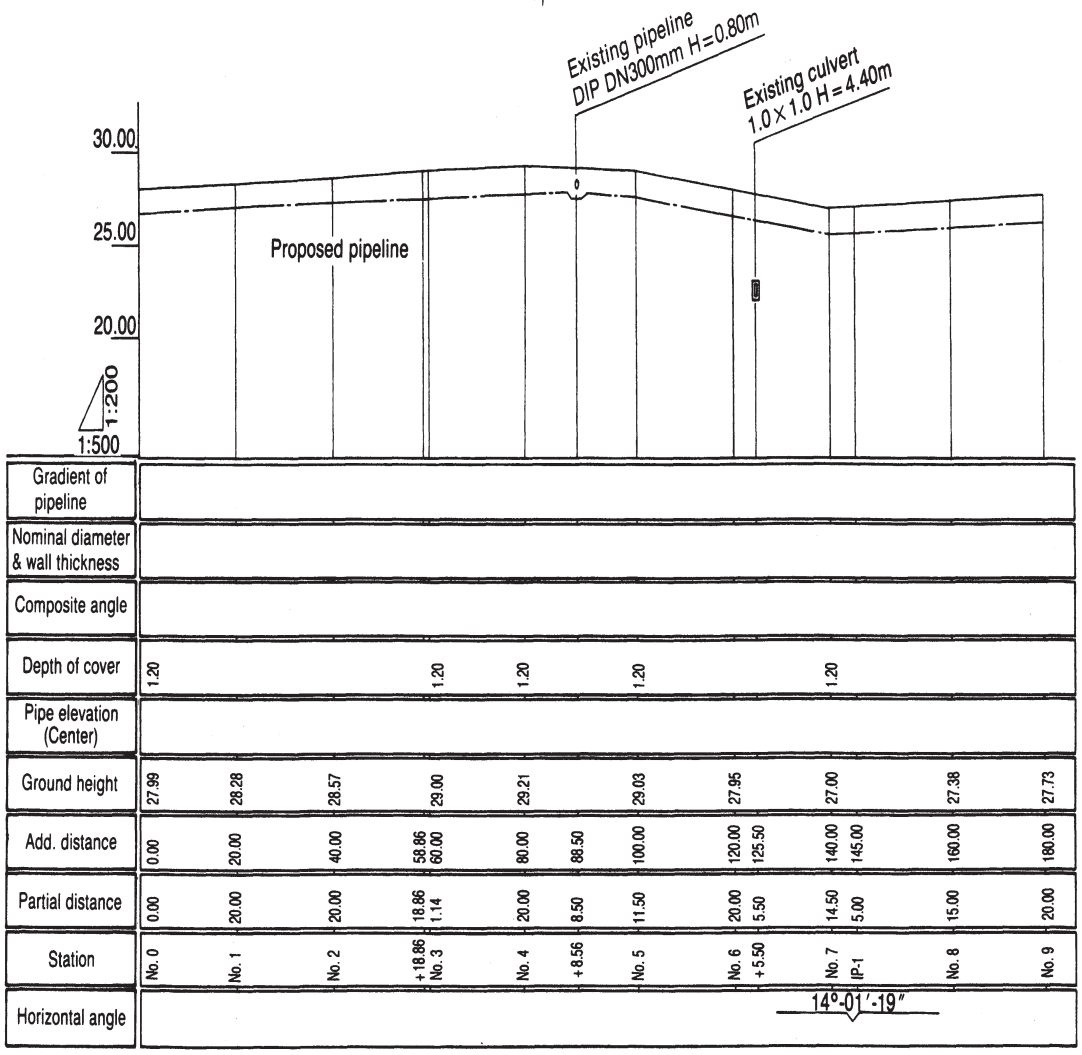
Confirmation of Piping Conditions

The following pipeline conditions are verified in accordance with the design references.

Table 10-1

Procedure	Example
(1) Pipe diameter Examine the diameter of the main pipe and branches.	Main: DN200 Branch: DN100
(2) Internal pressure Check the total pressure of static pressure and water hammer.	Static pressure: 4.5 bar Water hammer: 5.5 bar
(3) Earth cover 1) For public roads, pipes should be installed according to the corresponding regulations as well as upholding agreements with road administrator. 2) When pipes are laid in locations other than public roads, environmental conditions around the site, future planned projects, etc. should be considered. 3) Consideration should be given to the buried objects. 4) In cold regions, pipe should be buried at a level deeper than the freezing depth. 5) When buried under roadways with a shallow earth cover, pipes should be protected from damages by reinforcement work or pavement, if necessary. This protection can be accomplished by placing concrete slabs or reinforced concrete slabs on the road surface above the pipeline, or by installing gate- or box-type rigid frame.	Earth cover: 1.2 m
(4) Soil investigation Investigate the soil for the safe and economical piping design.	Sandy soil with low corrosiveness
(5) Traffic load Traffic load due to trucks or railroad should be considered.	Simultaneous passage of two 200 kN trucks
(6) Pipeline route Confirm the route and position of pipeline referring to survey maps (plan and section).	In accordance with Fig. 10-2 and 10-3





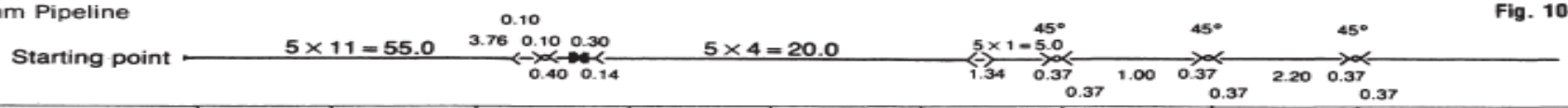
بشكل طبيعي ومع ذلك ، في حالات ، بالنسبة للأنابيب ، يتم استخدام الفئة سيتم استخدام الأنابيب من فئة أخرى اعتمادًا على حالة العمل أو حالة التمديد ؛ على سبيل المثال ، عندما يكون الغطاء الأرضي عميقًا جدًا أو ضحلًا ، أو عندما يكون ضغط العمل مرتفعًا أو منخفضًا للغاية بالنسبة للتركيبات ، تتوفر أنواع مختلفة من التركيبات من الإنتاج القياسي بقدر الإمكان عمليًا ، يجب استخدام هذه التركيبات القياسية في تصميم الأنابيب التركيبات المصممة للأغراض الخاصة متاحة أيضًا ، ولكنها قد تكون أغلى من تلك القياسية يجب اختيار اختيار المفاصل من وجهة نظر وظيفتها

Calculation chart for pipe arrangement

Table 10-6

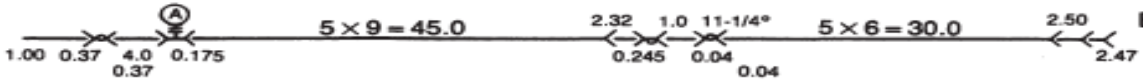
DN200mm Pipeline

Fig. 10-41



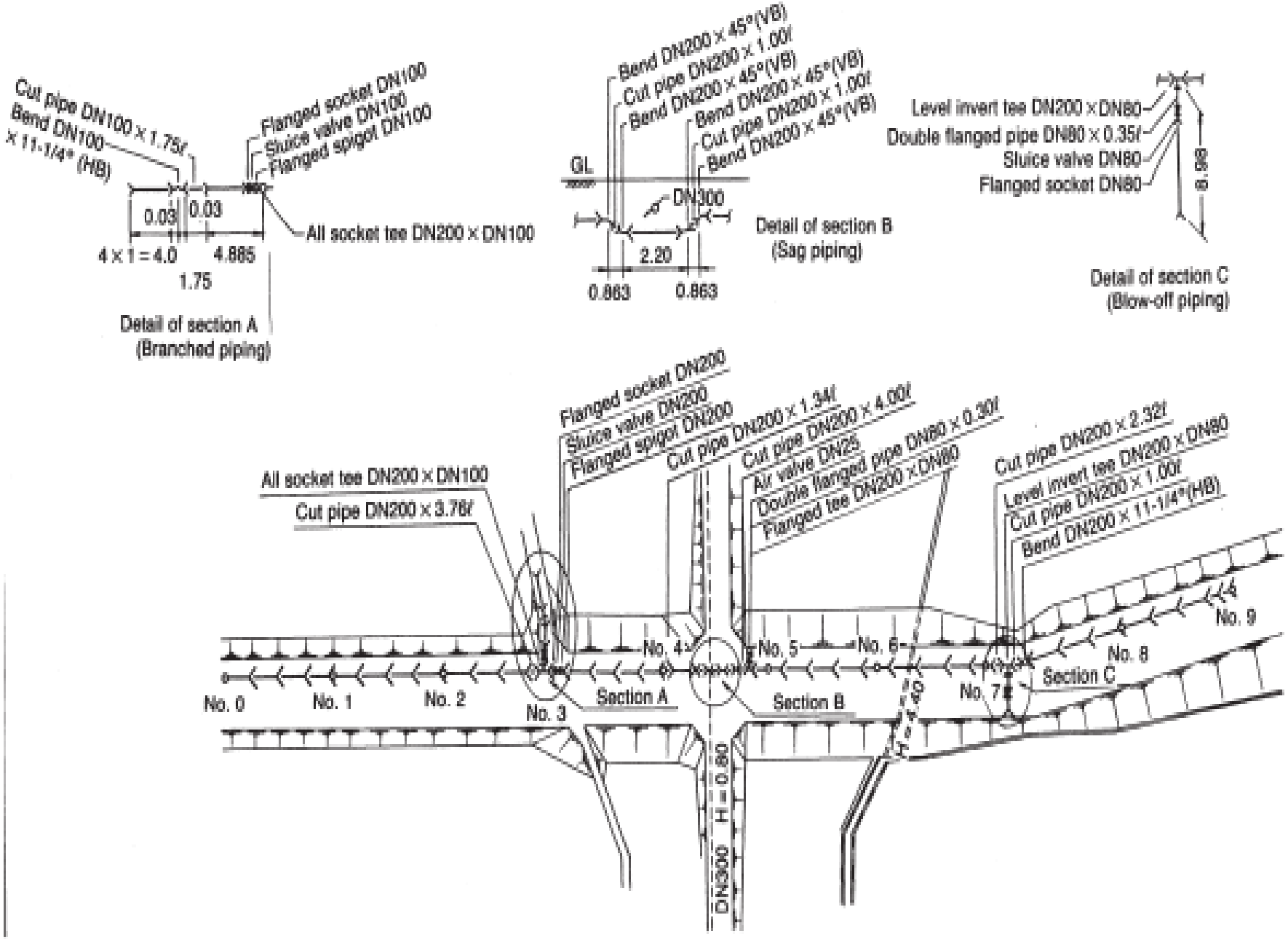
Slope distance (m)		20.00	20.00	18.86	1.14	20.01	6.50	1.74	2.94	1.74	
Horizontal distance (m)		20.00	20.00	18.86	1.14	20.00	6.50	1.23	2.94	1.23	
Difference of pipe elevation (m)					1.01	0.21					
Station		No.0 + 0.00	No.1 + 0.00	No.2 + 0.00	No.2 + 18.86	No.3 + 0.00	No.4 + 0.00	No.4 + 6.50			No.4 + 11.90
Deflection angle	Verticality A		0.962°	0.962°	0.962°	0.962°	0.602°	− 0.516°	− 45°	0	
	Verticality B		0.962°	0.962°	0.962°	0.602°	− 0.516°	− 45°	0	45°	
	Horizontality		—	—	—	—	—	—	—	—	
	Composition		—	—	—	0.360°	1.118°	44.484°	—	—	
Bends used			—	—	—	—	—	45°	45°	45°	
Other fittings					All socket tee DN200 × DN100	Flanged socket flanged spigot sluice valve DN200					
Pipe (number)			11			4	1				
Cut pipe			(B) 3.76				(B) 1.34	(B) 1.00	(B) 2.20	(B) 1.00	
Gradient i		i = 0.0168				i = 0.0105	i = 0.0090	i = 1.0	Level	i = 1.0	

Fig. 10-42



Slope distance (m)		8.10	20.02	20.03	5.00	15.00	20.01	
Horizontal distance (m)		8.10	20.00	20.00	5.00	15.00	20.01	
Difference of pipe elevation (m)			− 0.18		− 2.03			0.73
Station		No.4 + 11.90	No.5 + 0.00	No.6 + 0.00	No.7 + 0.00	IP-1	No.8 + 0.00	No.9 + 0.00
Deflection angle	Verticality A	45°	− 0.516°	− 2.908	− 2.908°	1.048°	1.048°	
	Verticality B	− 0.516°	− 2.908°	− 2.908°	1.048°	1.048°	1.048°	
	Horizontality	—	—	—	—	14.022°	—	
	Composition	45.516°	2.392°	—	3.956°	14.020°	—	
Bends used		45°	—	—	—	11-1/4°	—	
Other fittings			Air valve on 25 double flanged pipe flanged tee DN200 × DN80			Level invert tee DN200 × DN80		
Pipe (number)			9			(B) (B)	6	(A) (A)
Cut pipe		(B) 4.0				2.32 1.00		2.50 2.47
Gradient i		i = 0.009	i = 0.0508			i = 0.0183		

Note: Cut pipe(A) refers to socket and spigot cut pipe. Cut pipe (B) refers to double spigot cut pipe.


Cut pipe DN100 × 1.75ℓ
Bend DN100 × 11-1/4° (HB)
Flanged socket DN100
Sluice valve DN100
Flanged spigot DN100
All socket tee DN200 × DN100
0.03
0.03
4 × 1 = 4.0
4.885
1.75
Detail of section A
(Branched piping)
Bend DN200 × 45°(VB)
Cut pipe DN200 × 1.00ℓ
Bend DN200 × 45°(VB)
Bend DN200 × 45°(VB)
Cut pipe DN200 × 1.00ℓ
Bend DN200 × 45°(VB)
GL
DN300
2.20
0.863
0.863
Detail of section B
(Sag piping)
Level invert tee DN200 × DN80
Double flanged pipe DN80 × 0.35ℓ
Sluice valve DN80
Flanged socket DN80
0.88
Detail of section C
(Blow-off piping)
All socket tee DN200 × DN100
Cut pipe DN200 × 3.76ℓ
Flanged socket DN200
Sluice valve DN200
Flanged spigot DN200
Cut pipe DN200 × 1.34ℓ
Cut pipe DN200 × 4.00ℓ
Air valve DN25
Double flanged pipe DN80 × 0.30ℓ
Flanged tee DN200 × DN80
Cut pipe DN200 × 2.32ℓ
Level invert tee DN200 × DN80
Cut pipe DN200 × 1.00ℓ
Bend DN200 × 11-1/4°(HB)
No. 0
No. 1
No. 2
No. 3
No. 4
No. 5
No. 6
No. 7
No. 8
No. 9
Section A
Section B
Section C
DN300 H = 0.80
1.00

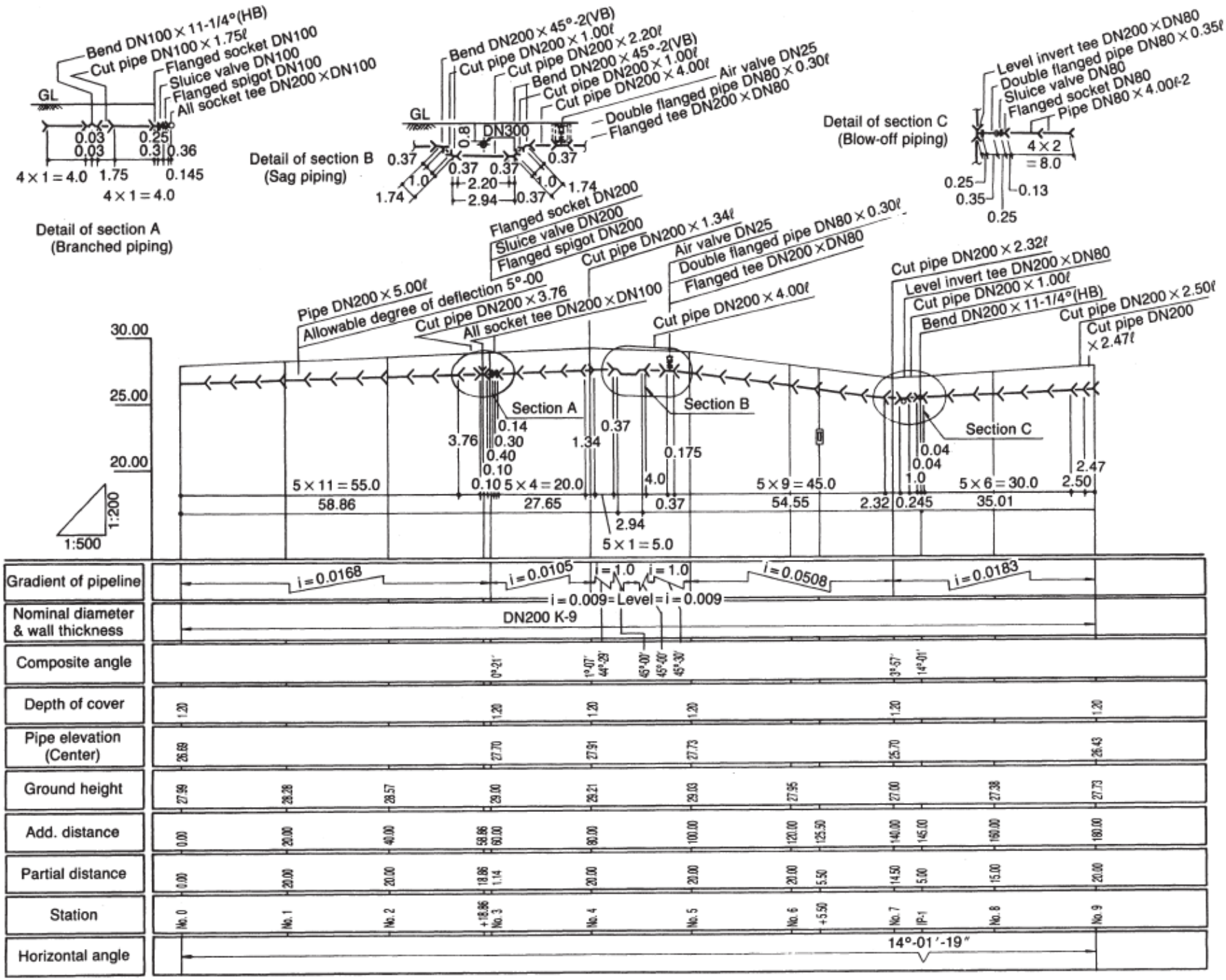
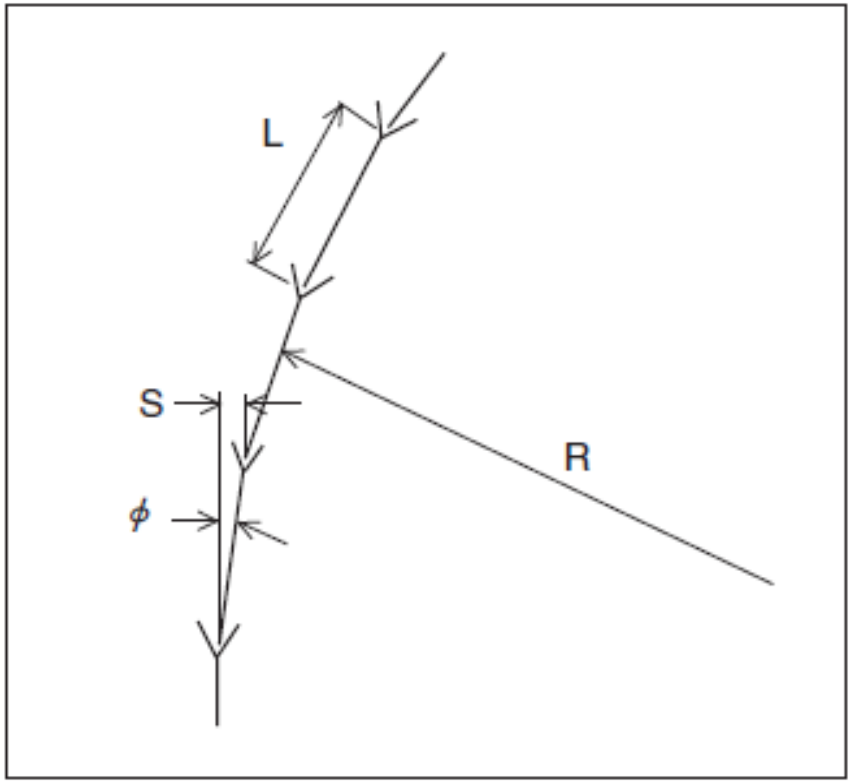

Detail of section A
(Branched piping)
Bend DN100×11-1/4°(HB)
Cut pipe DN100×1.75ℓ
Flanged socket DN100
Sluice valve DN100
Flanged spigot DN100
All socket tee DN200×DN100
GL
0.03
0.03
0.25
0.3
0.36
4×1=4.0
1.75
0.145
4×1=4.0
Detail of section B
(Sag piping)
Bend DN200×45°-2(VB)
Cut pipe DN200×1.00ℓ
Cut pipe DN200×2.20ℓ
Bend DN200×45°-2(VB)
Cut pipe DN200×1.00ℓ
Cut pipe DN200×4.00ℓ
Air valve DN25
Double flanged pipe DN80×0.30ℓ
Flanged tee DN200×DN80
GL
0.8
DN300
0.37
0.37
0.37
0.37
1.0
1.0
2.20
2.94
0.37
1.74
1.74
Detail of section C
(Blow-off piping)
Level invert tee DN200×DN80
Double flanged pipe DN80×0.35ℓ
Sluice valve DN80
Flanged socket DN80
Pipe DN80×4.00ℓ-2
4×2
=8.0
0.25
0.35
0.13
0.25
Flanged socket DN200
Sluice valve DN200
Flanged spigot DN200
Cut pipe DN200×1.34ℓ
Air valve DN25
Double flanged pipe DN80×0.30ℓ
Flanged tee DN200×DN80
Pipe DN200×5.00ℓ
Allowable degree of deflection 5°-00
Cut pipe DN200×3.76
All socket tee DN200×DN100
Cut pipe DN200×4.00ℓ
Cut pipe DN200×2.32ℓ
Level invert tee DN200×DN80
Cut pipe DN200×1.00ℓ
Bend DN200×11-1/4°(HB)
Cut pipe DN200×2.50ℓ
Cut pipe DN200×2.47ℓ
30.00
25.00
20.00
1:200
1:500
Section A
Section B
Section C
0.14
3.76
0.30
0.40
0.10
0.10
1.34
0.37
0.175
4.0
0.04
0.04
1.0
2.47
2.50
5×11=55.0
58.86
5×4=20.0
27.65
0.37
2.94
5×1=5.0
5×9=45.0
54.55
2.32
0.245
5×6=30.0
35.01
Gradient of pipeline
i=0.0168
i=0.0105
i=1.0
i=1.0
i=0.0508
i=0.0183
i=0.009=Level=i=0.009
Nominal diameter & wall thickness
DN200 K-9
Composite angle
0°-21'
1°-07'
44°-29'
45°-00'
45°-00'
45°-30'
3°-57'
14°-01'
Depth of cover
1.20
Pipe elevation (Center)
26.89
27.70
27.91
27.73
25.70
26.43
Ground height
27.99
28.28
28.57
29.00
29.21
29.03
27.95
27.00
27.38
27.73
Add. distance
0.00
20.00
40.00
58.86
60.00
80.00
100.00
120.00
125.50
140.00
145.00
160.00
180.00
Partial distance
0.00
20.00
20.00
18.86
1.14
20.00
20.00
20.00
5.50
14.50
5.00
15.00
20.00
Station
No. 0
No. 1
No. 2
+18.86
No. 3
No. 4
No. 5
No. 6
+5.50
No. 7
IP-1
No. 8
No. 9
Horizontal angle
14°-01'-19"

Fig. 10-44

Fig. 12-20



Offset: S

$$S = L \sin\phi$$

Where, L : Length of pipe (m)
ϕ : Deflection angle (degree)

Radius of curve: R

$$R = \frac{L}{2 \tan(\phi/2)}$$

12-4-1 Deflection angle of joint

When pipeline is required to be deflected, it can be done by means of deflecting the pipeline at joints within their allowable angular deflection shown in Table 12-3. These angles are allowable value at pipe laying therefore joints should not be exceeded. For design purpose, deflection should be limited to 50-80 percent of the allowable angle

عندما يلزم انحراف خط الأنابيب ، يمكن القيام بذلك عن طريق انحراف خط الأنابيب عند الوصلات ضمن الانحراف الزاوي المسموح به الموضح في الجدول 12-3. هذه الزوايا هي القيمة المسموح بها عند مد الأنابيب لذلك لا يجب تجاوز الوصلات. لغرض التصميم ، يجب أن يقتصر الانحراف على 50-80 بالمائة من الزاوية المسموح بها.

(1) **Procedure of pipe jointing in deflection**

(2) Make the trench wider appropriate for the amount of deflection.

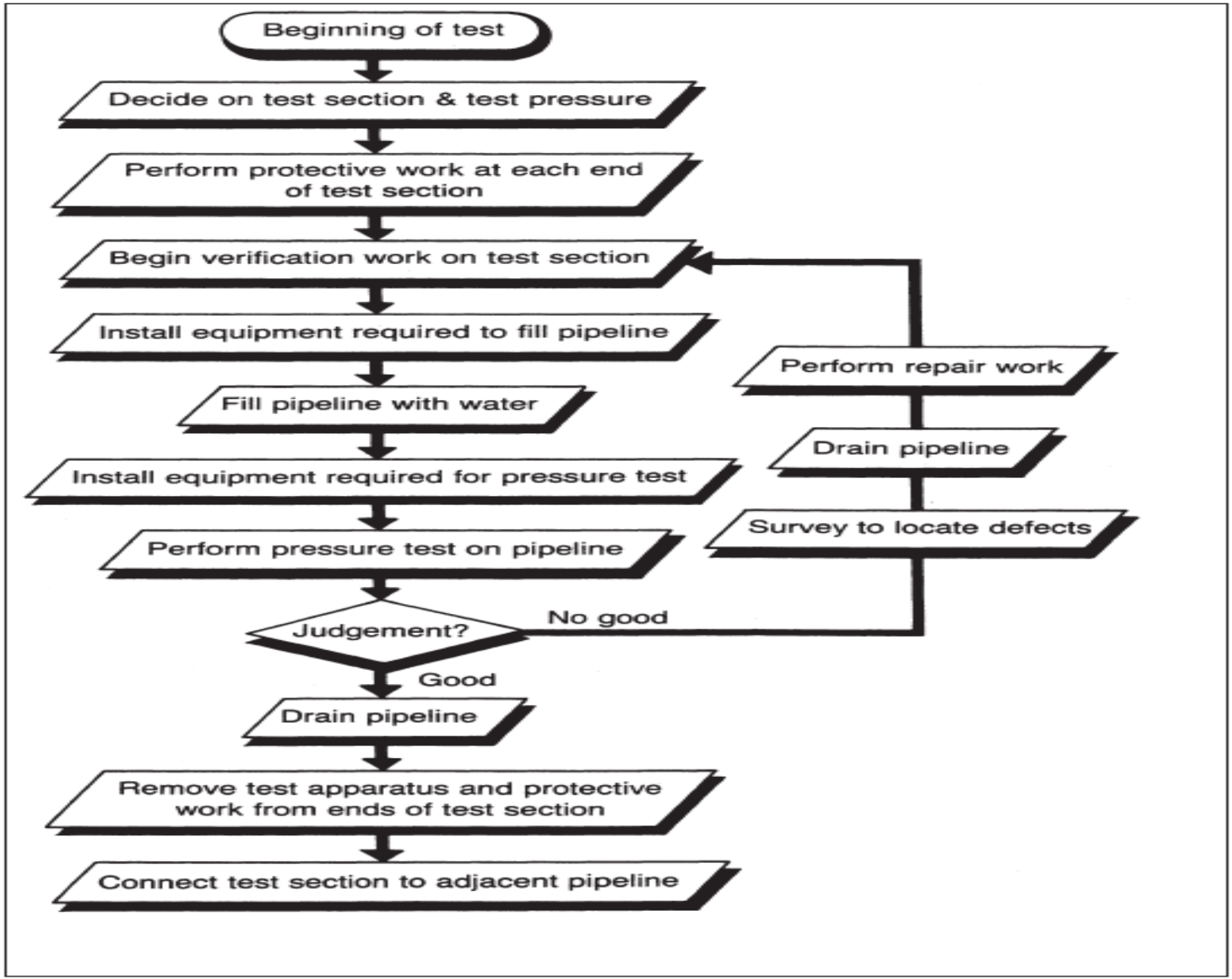
(3) Assemble the joint in a straight line, then deflect the joint up to the allowable angle

(4) In case of push-on joint, whole two white lines on the spigot should not be visible all around the pipe body after deflected.

اجعل الخندق أوسع مناسبًا لمقدار الانحراف.
قم بتجميع المفصل في خط مستقيم ، ثم قم بتحويل المفصل إلى الزاوية المسموح
في حالة مفصل الضغط ، يجب ألا يكون خطان أبيضان بالكامل على الذيل مرئيين في جميع أنحاء جسم الأنبوب بعد انحرافه.

Flow chart of field hydrostatic test

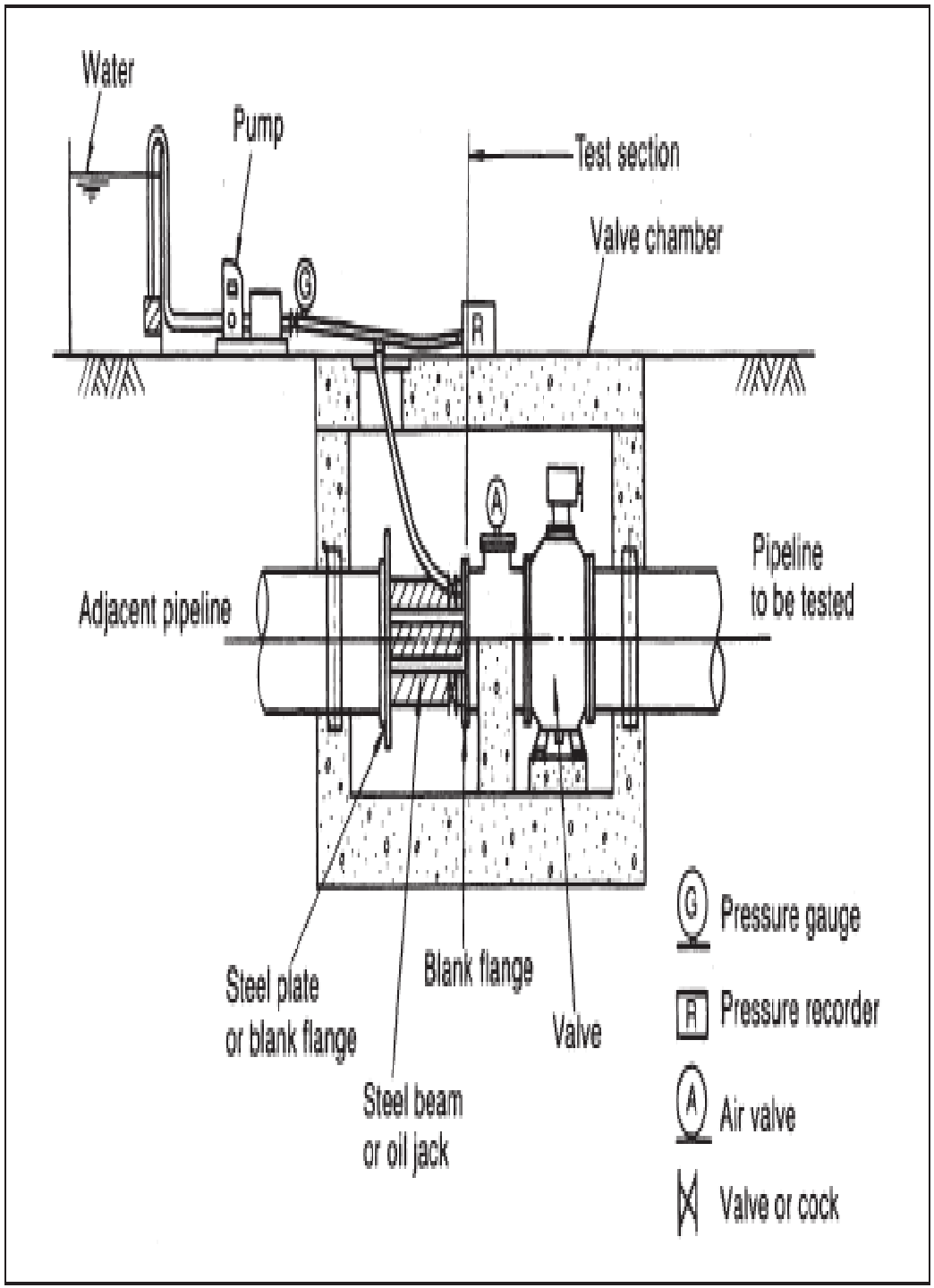
Fig. 13-1



HYDROSTATIC
TEST

Example of terminal point for the end of test section

Fig. 13-2



قد يتم اختبار خط الأنابيب المركب حديثاً للتحقق من موثوقية أدائه قبل إدخاله في الخدمة

قرار اختبار القسم

يجب تحديد قسم الاختبار بعد النظر في ظروف الأنابيب والمواقع ، على سبيل المثال ، صعود وهبوط خط الأنابيب ، ومواضع الصمامات الحابسة وصمامات تنفيس الهواء ، ومساحة للاختبار ، وتوافر المياه للاختبار ، وعدد الوصلات ، وغيرها. عوامل. أثناء تحديد قسم الاختبار ، يجب مراعاة موضع الصمامات وغرف الصمامات ، لأنها قد تكون مفيدة كنقاط نهائية لنهايات قسم الاختبار كماهو موضح في الشكل بالنسبة لأنابيب الضغط ، يجب ألا يتجاوز طول أقسام الاختبار 1500 متر ما لم ينص على خلاف ذلك بالنسبة للأنابيب غير المضغوطة ، عادة ما ً يكون قسم الاختبار هو الطول الإجمالي بين فتحات التفتيش المتتالية أو نقاط التفتيش. إذا تم إجراء ترتيبات خاصة لتمكين الاختبار على جزء فقط من الطول بين غرف التفتيش ونقاط التفتيش ، فيجب ألا يتجاوز طول قسم الاختبار 1000 متر ما لم ينص على خلاف ذلك

قرار ضغط الاختبار

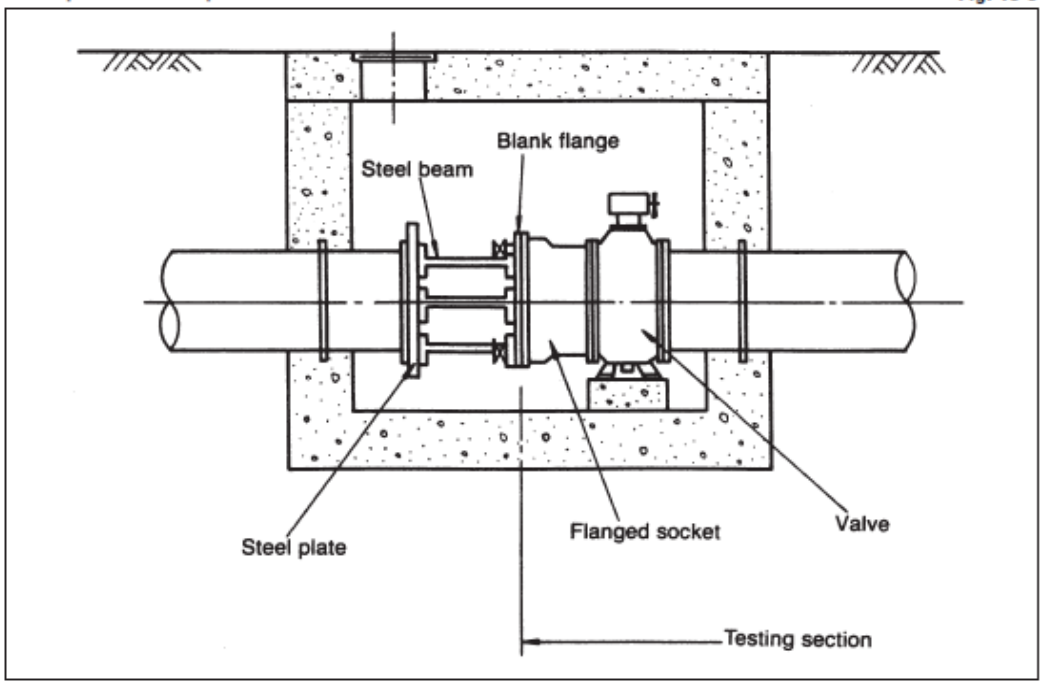
يجب تحديد ضغط الاختبار بالرجوع إلى المعيار الدولي أو المعيار الوطني

يجب ألا يقل ضغط الاختبار عند أدنى نقطة في قسم الاختبار عن الحد المحدد في أ(أو ب(، أيهما أكبر أ(لضغط العمل أقل من أو يساوي10 بار:.1.5مرة ضغط العمل ؛ لضغط العمل أكبر من10 بار: ضغط العمل زائد 5 بار

يجب ألا يتجاوز ضغط الاختبارالحد الأقصى لضغط الاختبار المحدد في المعايير المطبقة على الأنابيب والتجهيزات والشفاه والملحقات ، أو الضغط التصميمي لأجهزة التثبيت أو التثبيت ت

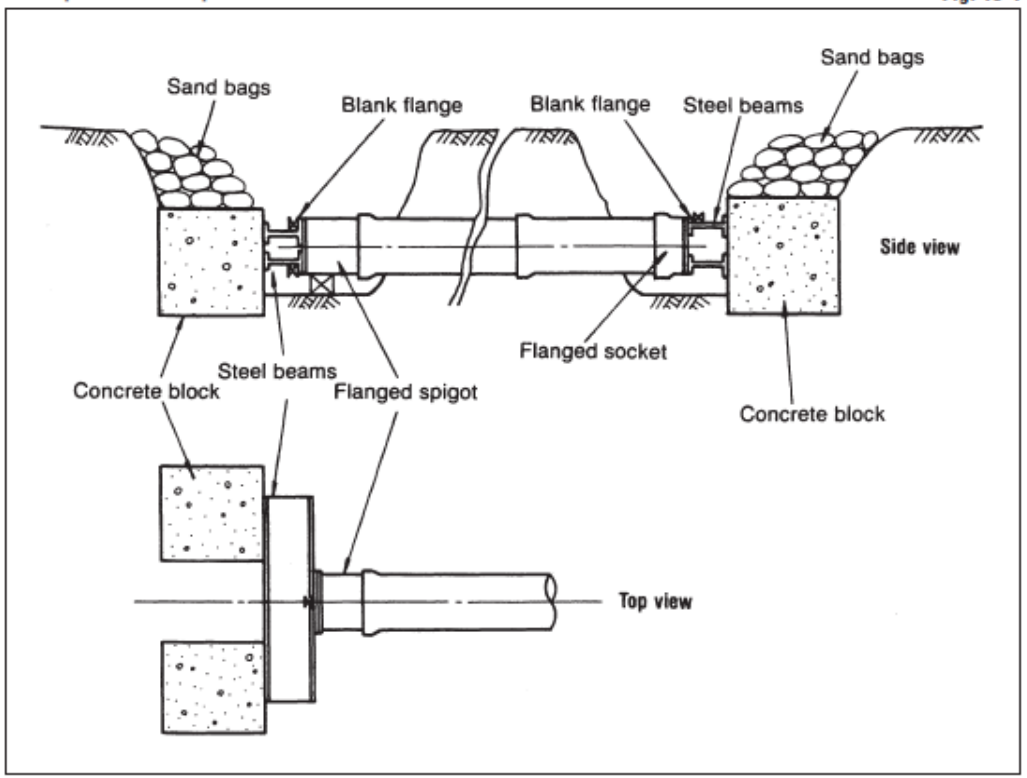
Example of thrust protection in valve chamber

Fig. 13-3



Example of thrust protection

Fig. 13-4



Thrust protection for the ends of test section

استخدام غرفة الصمام

إذا كانت حجرة الصمام تتمتع بسعة كافية لتركيب المعدات والأجهزة المطلوبة لاختبار الضغط ، فسيكون من السهل إجراء اختبار الضغط بداخلها نظرًا لأن الصمام وغرفة الصمام مصممة لتكون قادرة على مقاومة قوة الدفع عند إغلاقا لصمام

يظهر مثال على طريقة الحماية من الدفع باستخدام حجرة الصمام في الشكل ملحوظة: لا يجب أن تتعرض البوابة المغلقة أو صمامات الفراشة للضغط المقتن من المياه القادمة من اتجاه التدفق المعاكس

حماية الاتجاه الأخرى

يوضح الشكل 31-4 مثالا لطرً يقة الحماية من الدفع بخلاف تلك الموجودة فيهو موضح في الشكل 315-يجب توخي الحذر لقوة حماية الدفع حجرة الصمام

بالنسبة لأنابيب الضغط المنخفض أو ذات القطر الصغير ، يمكن استخدام صفيحة فولاذية محمولة مع عوارض مقواة أو أخشاب خشبية بدلا من الكتل الخرسانية كماً

يجب ألا يتجاوز فقد الماء 0.001 لتر / ساعة / كيلومتر من خط الأنابيب / مليمتر بالحجم الاسمي / بار الضغط الساكن (متوسط الرأس المطبق على قسم الاختبار). 6.2 خطوط الأنابيب غير المضغوطة

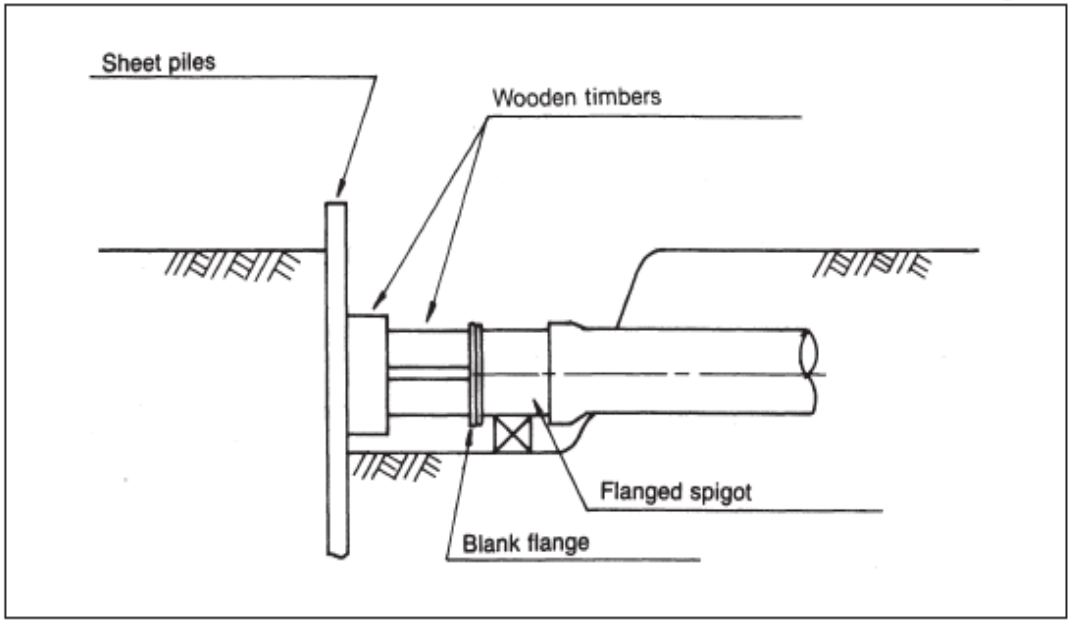
0.001 liter /hour/kilometer of pipeline/Millimeter of nominal size/bar of static pressure (average head applied to the test section)

يجب ألا يتجاوز الفاقد في الماء 0.1 لتر / كيلومتر من خط الأنابيب / مليمتر بالحجم الاسمي ومع ذلك ، عندما يتم تحديد ضغط اختبار يزيد عن 1 بار ، يكون معيار القبول هو معيار أنابيب الضغط

0.1 litre/kilometer of pipeline/millimetre of nominal size

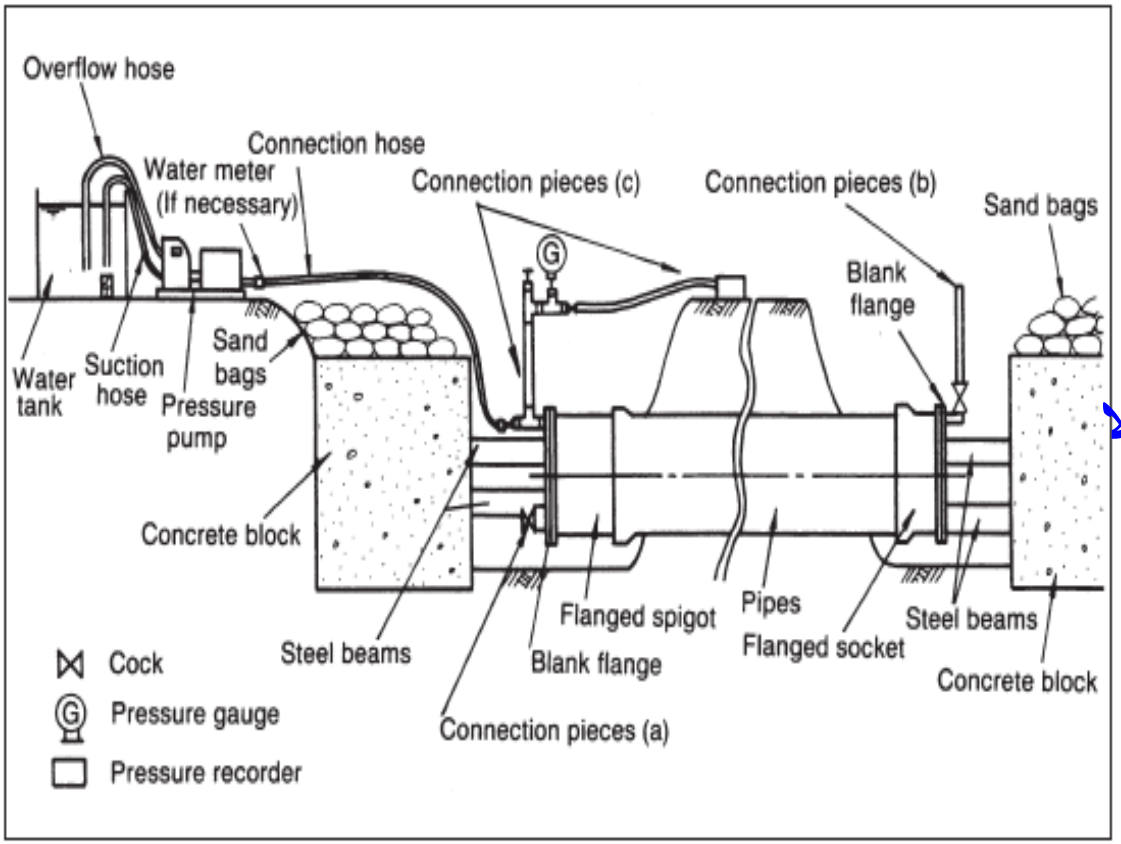
Example of thrust protection

Fig. 13-5



Example of layout of test equipment

Fig. 13-6



Water filling

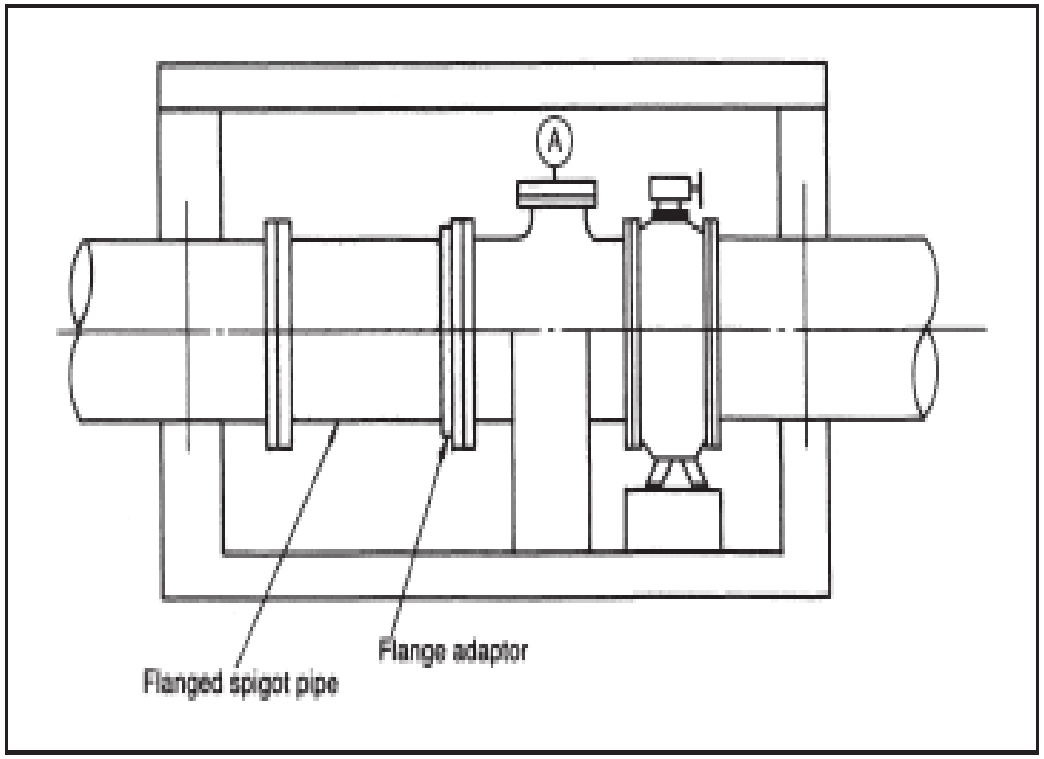
تعبئة ماء

يتم تعبئة الماء ببطء للتحقق من خروج الهواء من خط الأنابيب.

المهم جدًا التأكد من إطلاق الهواء فعليا أً ثناء ملء الماء. سيؤدي عدم كفاية التهوية إلى فشل الاختبار ، كما أن الهواء المضغوط بضغط الماء أمر خطير للغاية. إذا تم العثور على تسرب أثناء ملء المياه ، يجب إصلاح نقطة التسرب على الفور. يجب ترك خط الأنابيب في حالة مملوءة بالماء لمدة 42 ساعة على الأقل لتثبيت خط الأنابيب يجب أن يتم الملء عادة في أدنى نقطة في القسم المراد اختباره وبسرعة بطيئة بدرجة كافية لضمان إفراغ كل الهواء. يجب أن يكون خط الأنابيب مزودًا بوسائل تنفيس الهواء في جميع النقاط المرتفعة. كدليل ، يجب ألا يتجاوز معدل التدفق أثناء التعبئة 10٪ من معدل تدفق المصميم. تتطلب خطوط الأنابيب المبطنة بملاط الأسمنت فترة من الوقت بعد الملء حسب ظروف الموقع(حتى يتم امتصاصها بواسطة البطانة

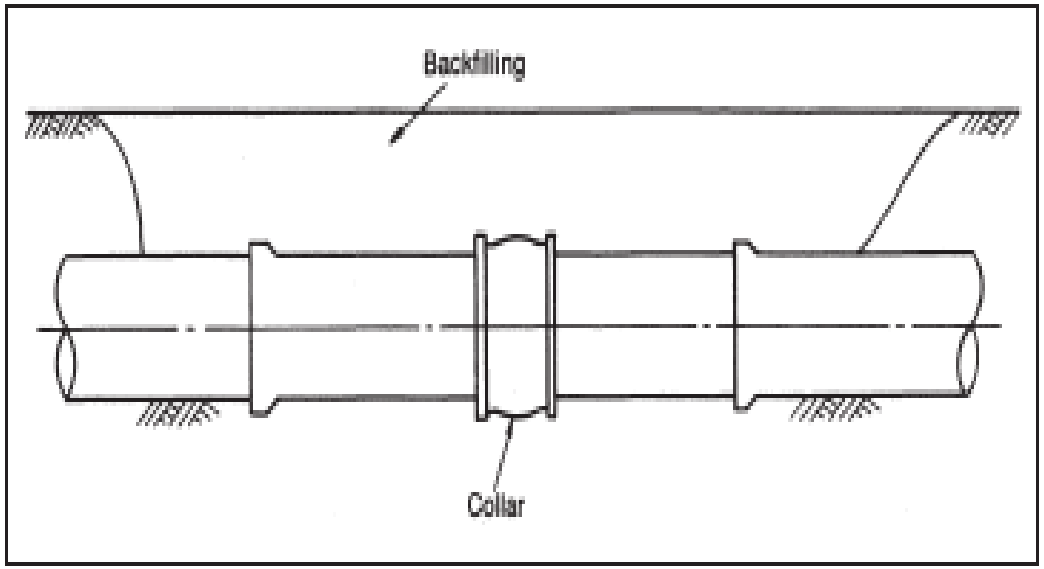
Example of connection at valve chamber

Fig. 13-7



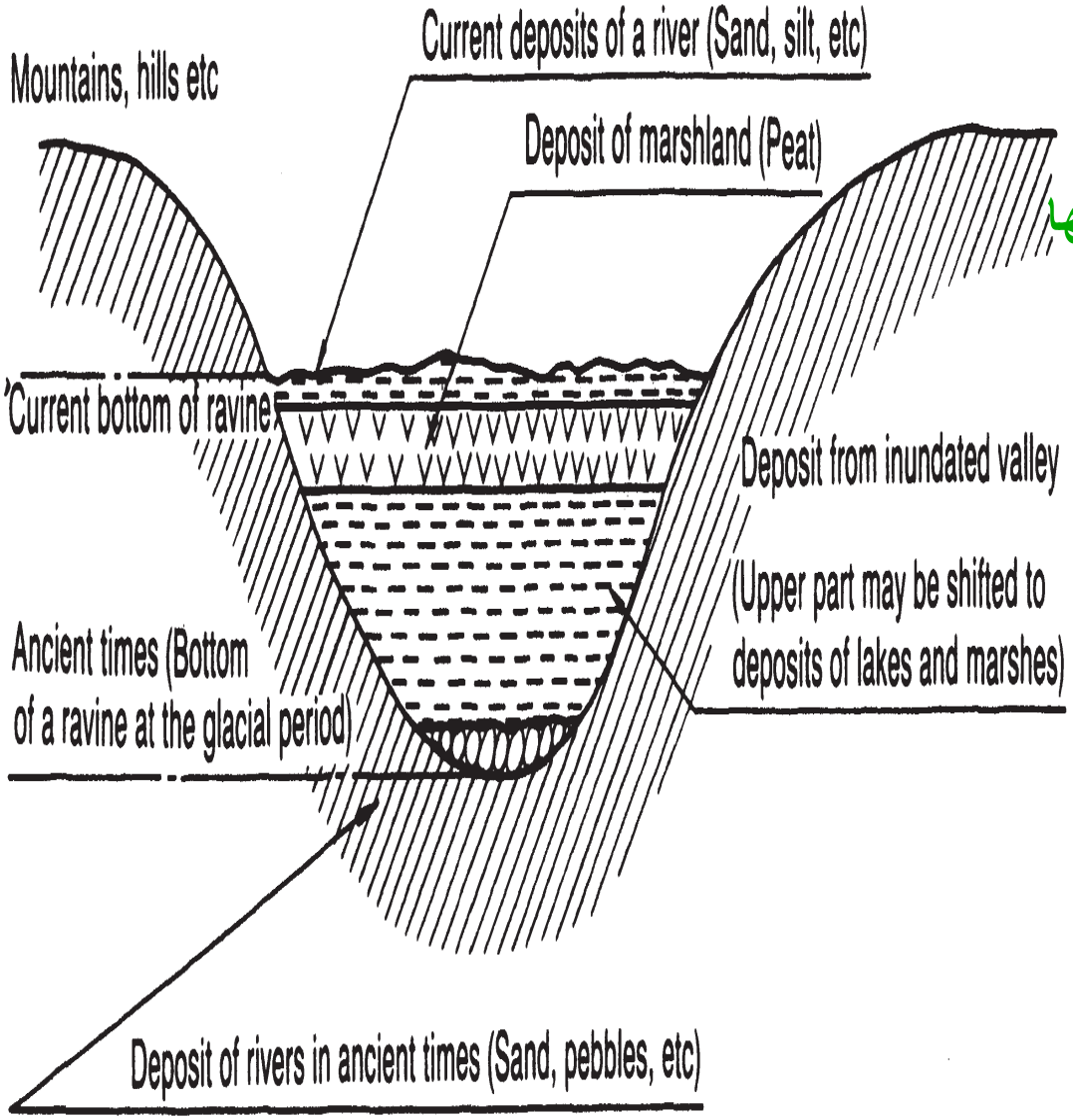
Example of connection

Fig. 13-8



Connection to adjacent pipeline

After the adjacent pipeline has been tested, the test section should be connected to it. Examples of the connection are shown below.



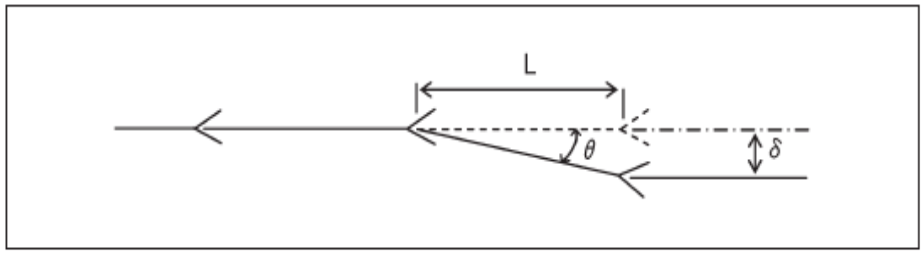
، الاندماج الناجم عن ضخ المياه الجوفية ،
توسيع الطريق ، وأحمال واهتزازات
المركبات ، وتأثيراتا لإنشاءات الأخرى
لذلك ، فإن خطوط الأنابيب التي سيتم تركيبها
في أرض ناعمة مطلوبة لتكون قادرة على
التكيف مع حركة التربة

يجب إجراء الدراسات الأرضية على مسار خط
الأنابيب المخطط له في وقت مبكر. يجب إجراء
فحص الخصائص في كل طبقة عموديًا كالتالى
السمات الجغرافية وعملية تكوين الأرضية الناعمة
فترات طويلة حيث تكون طبقة الأرض متساوية
فترات زمنية قصيرة في أماكن غير منتظمة على
سبيل المثال عند النقطة الانتقالية بين الأرض
الصلبة والأرض اللينة
كما أنه من الفعال جدًا الرجوع إلى نتائج دراسة
التربة لأعمال البناء السابقة التي تم تنفيذها في
نفس المنطقة المجاورة

يراعى اضافى اغطية البولى ايثلين الخارجية ويراعى ملىء الانابيب بالماء فى حالة وجود مياه فى الخندق

Deflection of joint

Fig. 14-3



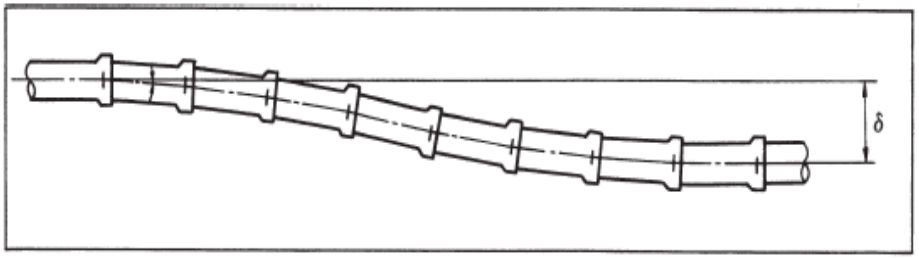
$$\delta = L \sin\theta$$

Where, δ : Amount of deflection
L : Length of pipe
θ : Deflection angle of joint (See Table 12-3)

Note. As for Amount of deflection δ and deflection angle θ of the joints, see Table 12-4 and 12-5.

Adaptability of flexible joint to pipe settlement

Fig. 14-4



$$\delta = L\left(2\tan\theta+2\tan2\theta+2\tan3\theta+\cdots+2\tan\frac{n-1}{2}\theta+\tan\frac{n+1}{2}\theta\right)$$

Where, n : Number of pipes to the maximum settlement point (odd number)

An example of the amount of pipeline settlement by successive joint deflection on 90m long pipeline by 6m long pipe is shown in Table 14-1.

Example of adaptable pipeline settlement (6m long pipe, 90m long pipeline) Table 14-1

Joint deflection angle θ (degree)	0.5	1.0	1.5	2.0
Maximum settlement δ (m)	0.84	1.68	2.52	3.36

The maximum expansion of push-on joint and mechanical joint is shown in Table 14-2 and Fig. 14-5.

Uneven settlement

Settlement differences of pipeline will occur;

1)) in areas that have a variety of thickness in lower consolidation strat
2)) at the boundary of structures which do not subside and soft ground, a
3)) where solid ground changes to soft groun

In case of uneven settlement, it is first necessary to estimate the settlement differences. It is especially important to make calculations based on data obtained through soil studies as mentioned earlier. Countermeasures should be implemented as follows according to the results of the calculations.

(1) Small uneven settlement

There is no need to give particular consideration if final uneven settlement is able to be absorbed by the pipe joints only. Pipes should be jointed within a half of the allowable deflection angle. If there is a possibility that even settlement is greater than assumed values because of uncertain factors such as inadequate boring data, application of collars might be examined as a countermeasure.

(2) Large uneven settlement

If uneven settlement cannot be absorbed by the pipe joints only, examination for next countermeasures should be carried out to determine whether it can be absorbed by collars or not. Collars have twice the allowable deflection angle of mechanical joint and also a large amount of expansion (See Table 14-3). Generally a number of collars should be configured in the design.

TS-type joint

Fig. 14-6

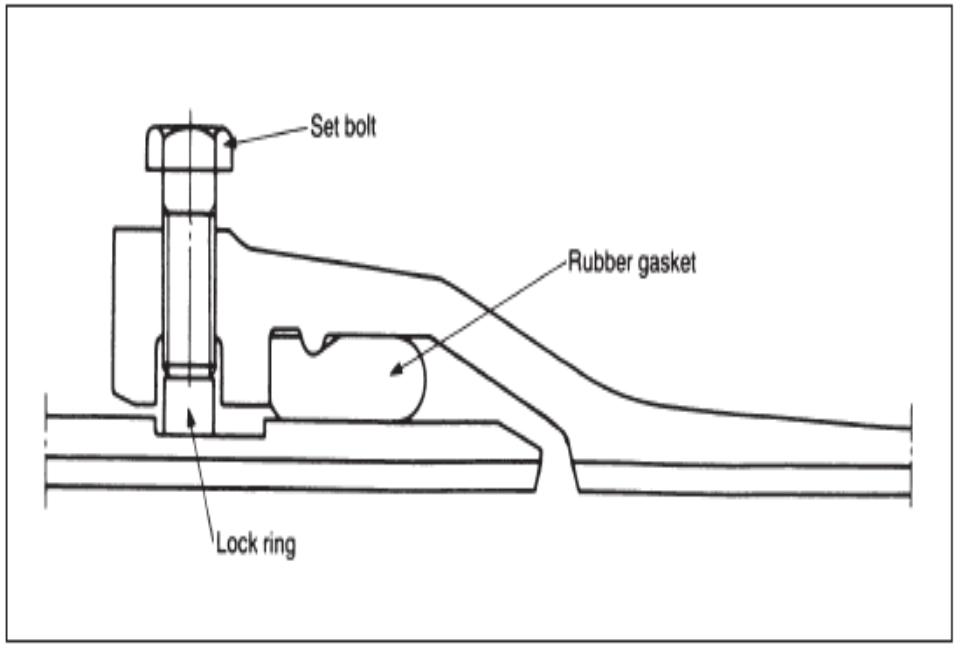


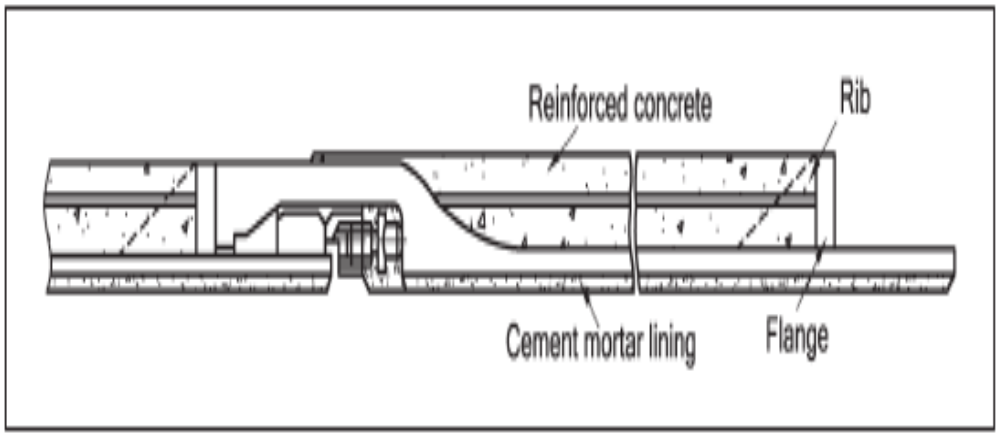
Table 14-4

DN	Allowable angular deflection	Allowable maximum pressure under deflected condition (MPa)
400	1°45'	2.1
450	1°30'	2.1
500	1°25'	2.1
600	1°10'	2.0
700	1°10'	2.0
800	1°00'	2.0
900	1°00'	1.6
1000	1°00'	1.3
1100	1°00'	1.3
1200	1°00'	1.3
1400	1°00'	1.1
1500	1°00'	1.1
1600	1°00'	1.1

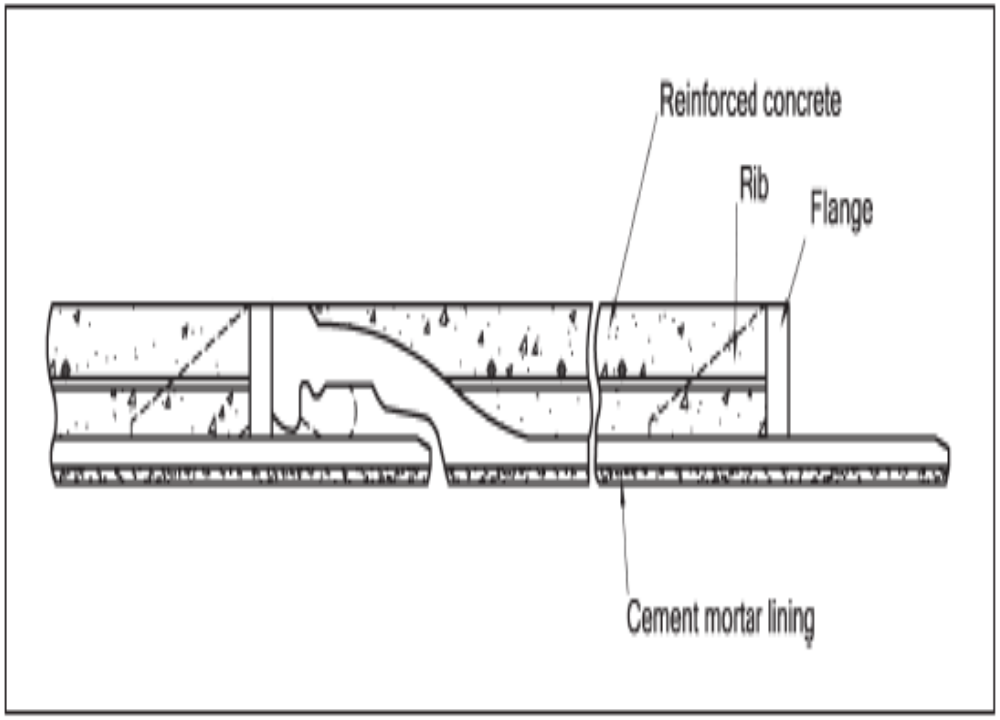
Then it is required that the joint is capable of preventing slip-out and allowing an angular deflection, self-anchoring flexible TS-type joint can be employed. TS-type joint allows an expansion until it is locked when pipeline is settled, and can withstand the slip-out force within its allowable maximum restrained force. Therefore the joint must be selected so that the amount of estimated settlement of the ground to be less than the amount of estimated settlement of the pipeline.
Pipes with TS type joint are available ranging from DN400 to DN1600. The allowable angular deflection and maximum pressure under deflected condition are given in Table 14-4.
TS type joint can be used as a conventional flexible push-on joint if lock-ring is not set and spigot pipe with no groove for TS type joint is not used.
Note. When expansion joints are employed in a ductile iron pipeline, a well-balanced design should be executed giving full consideration to the characteristics of the expansion joints and those of ductile iron pipe joints, i.e., rigidity of bending and expansion-contraction, slip-out prevention capability, and so on.

ثم من الضروري أن يكون المفصل قادرًا على منع الانزلاق والسماح بانحراف ذاتي التثبيت. يسمح المفصل TS زاوي ، ويمكن استخدام مفصل مرن من النوع بالتمدد حتى يتم قفله عند تثبيت خط الأنابيب ، ويمكنه تحمل قوة TS من النوع الانزلاق في حدود القوة المقيدة القصوى المسموح بها. لذلك يجب اختيار المفصل بحيث يكون مقدار التسوية المقدرة للأرض أقل من مبلغ التسوية المقدرة لخط الأنابيب.
DN1600. إلى DN400 تتراوح من TS تتوفر أنابيب ذات وصلة من النوع ويرد في الجدول 14-4 الانحراف الزاوي المسموح به والضغط الأقصى في ظل ظروف منحرفة.
كمفصل دفع مرن تقليدي إذا لم يتم ضبط حلقة القفل TS يمكن استخدام مفصل TS. ولم يتم استخدام أنبوب ذيل بدون أخدود لمفصل من النوع
ملحوظة. عند استخدام وصلات التمدد في خط أنابيب من حديد الدكتايل ، يجب تنفيذ تصميم متوازن جيدًا مع مراعاة خصائص وصلات التمدد وتلك الخاصة بمفاصل أنابيب حديد الدكتايل ، أي صلابة الانحناء والتقلص والتوسع والانزلاق القدرة على الوقاية ، وما إلى ذلك.

UD-type jacking ductile iron pipe (DN700 to DN2600) Fig. 15-1



TD-type jacking ductile iron pipe (DN300 to DN1600) Fig. 15-2



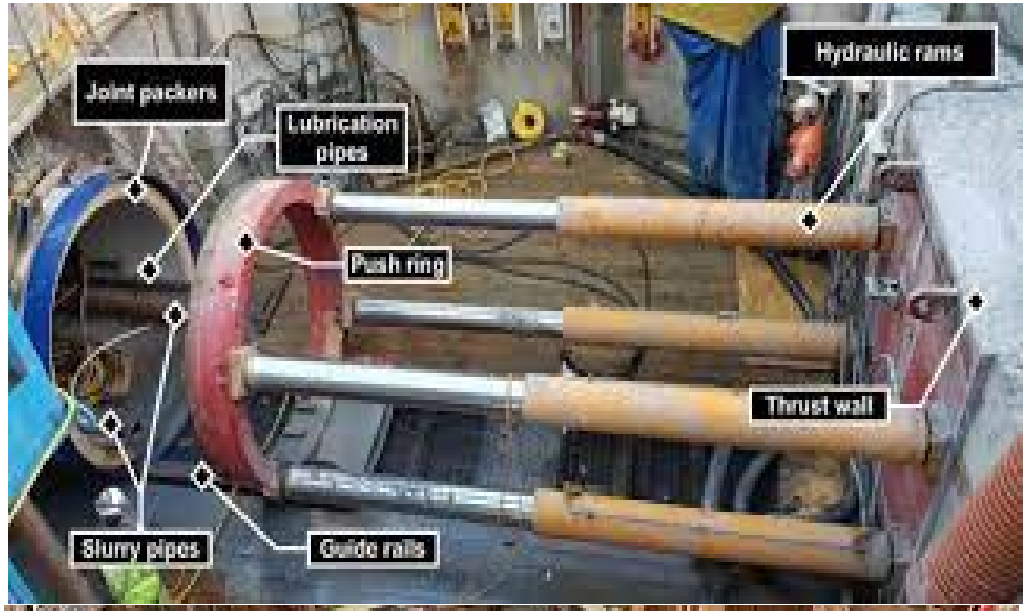
15-1-2 Jacking method

There are some pipe jacking methods such as automatic jacking, semi-shield jacking and hand-mining jacking. Automatic jacking and semi-shield jacking methods employ special jacking machines. In case of hand-mining jacking, pipe is pushed into the ground by hydraulic jacks and persons should enter the pipe to carry out the soil in the pipe. This hand-mining method is recommended to DN1000 and larger pipes. An example of equipment for hand-mining jacking is shown in Fig15-3.Pipe jacking method can be used to install a pipeline in the ground without trench excavation. This method is applicable for negotiating obstacles such as roads, railways, canals and rivers.

15-1-1 Jacking ductile iron pipe

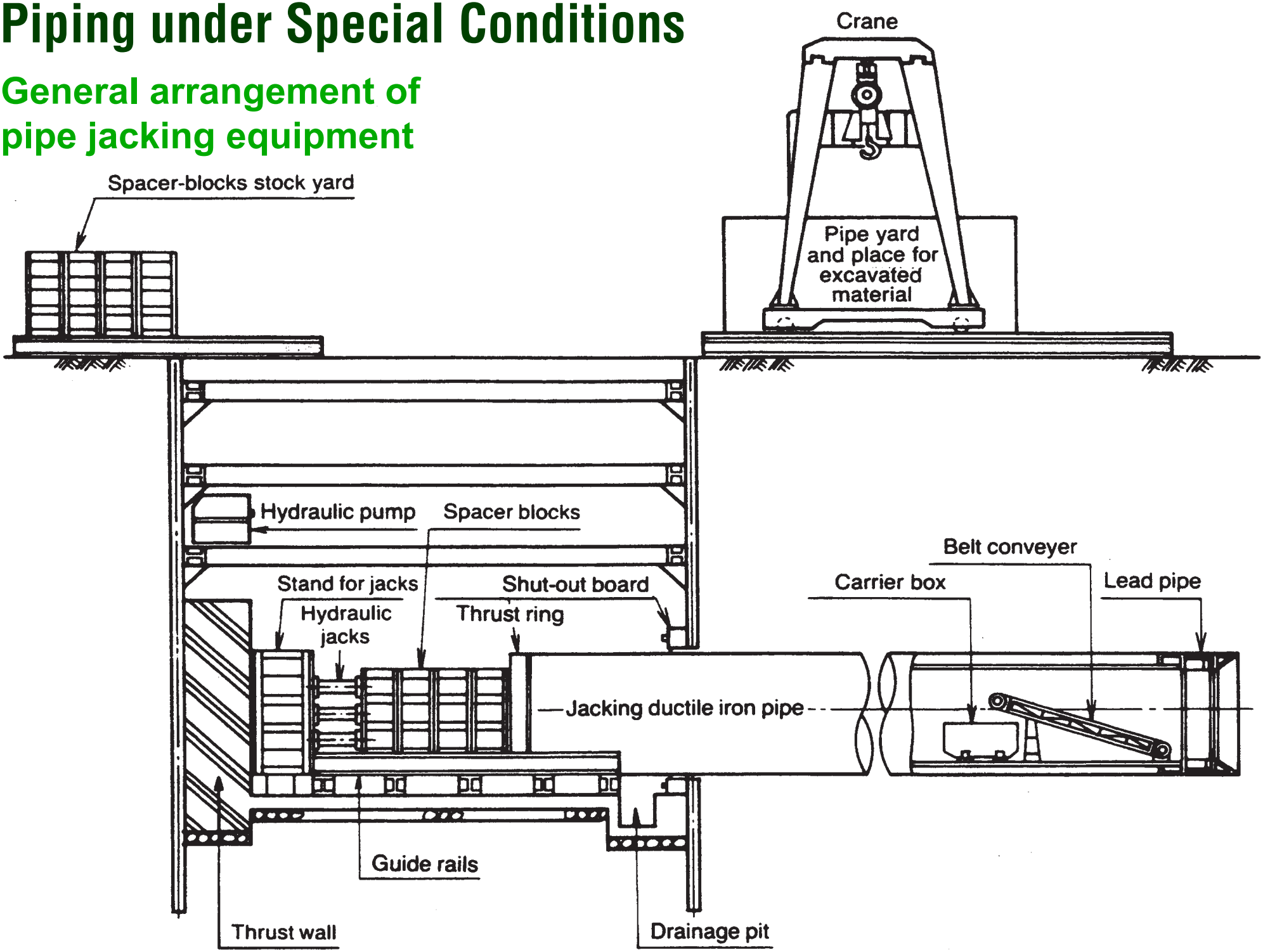
Body portion of jacking ductile iron pipe is sheathed with reinforced concrete to make the whole outside diameter uniform along the pipe axis. Jacking force is transferred to the socket face through the puddle flange welded on the spigot of the connected pipe. There are two types of joint for jacking ductile iron pipe. They are push-on type (TD type joint) for DN300 to DN1600 and mechanical type (UD type joint) for DN700 to DN2600. Basically jacking ductile iron pipes are manufactured in accordance with Japanese standard (JIS). The nominal pipe outside diameter by Japanese standard is slightly different from that by ISO standard, therefore change collars or change spigots shall be used to connect pipes of these standards. (Refer to Chapter 12) However DN700 to DN1600 jacking ductile iron pipe with push-on joint may be supplied with ISO standard pipe.

هناك بعض طرق دفع الأنابيب مثل الرفع الأوتوماتيكي ، الرافعة شبه الواقية ورافعة التعدين اليدوي.
تستخدم طرق الدفع الأوتوماتيكي والدفع شبه الواقي آلات الدفع الخاصة. في حالة الدفع اليدوي ،
يتم دفع الأنبوب إلى الأرض بواسطة دوافع هيدروليكية ويجب على الأشخاص دخول الأنبوب
وللأنابيب الأكبر DN1000 التربة في الأنبوب. يوصى باستخدام طريقة التعدين اليدوي للأنابيب
حجمًا. يظهر مثال لمعدات الدفع اليدوي في الشكل 3-51. يمكن استخدام طريقة الدفع للأنابيب
لتركيب خط أنابيب في الأرض دون حفر الخندق. هذه الطريقة قابلة للتطبيق للتغلب على العقبات مثل
الطرق والسكك الحديدية والقنوات والأنهار.
يتم تغليف جزء الجسم من أنبوب الرفع من حديد الدكتايل بالخرسانة المسلحة لجعل القطر الخارجي
بالكامل موحدًا على طول محور الأنبوب. يتم نقل قوة الرفع إلى وجه المقبس من خلال شفة البركة
الملحومة على حنفية الأنبوب المتصل. هناك نوعان من الوصلات لرافعة أنابيب حديد الدكتايل. إنها
لـ (UD والنوع الميكانيكي (وصلة نوع DN1600 إلى DN300 لـ (TD نوع الضغط (وصلة نوع
يتم تصنيع أنابيب حديد الدكتايل بشكل أساسي وفقًا للمعايير اليابانية .DN2600 إلى DN700
يختلف القطر الخارجي الاسمي للأنبوب حسب المواصفة اليابانية اختلافًا طفيفًا عن ذلك وفقًا .(JIS)
لذلك يجب استخدام أطواق التغيير أو تغيير الحنفيات لتوصيل الأنابيب من هذه ، ISO لمعيار
إلى DN700 المعايير.)راجع الفصل 21(ومع ذلك ، قد يتم تزويد أنبوب حديد الدكتايل ذو الدفع
القياسي ISO مع وصلة دفع بأنبوب DN1600.

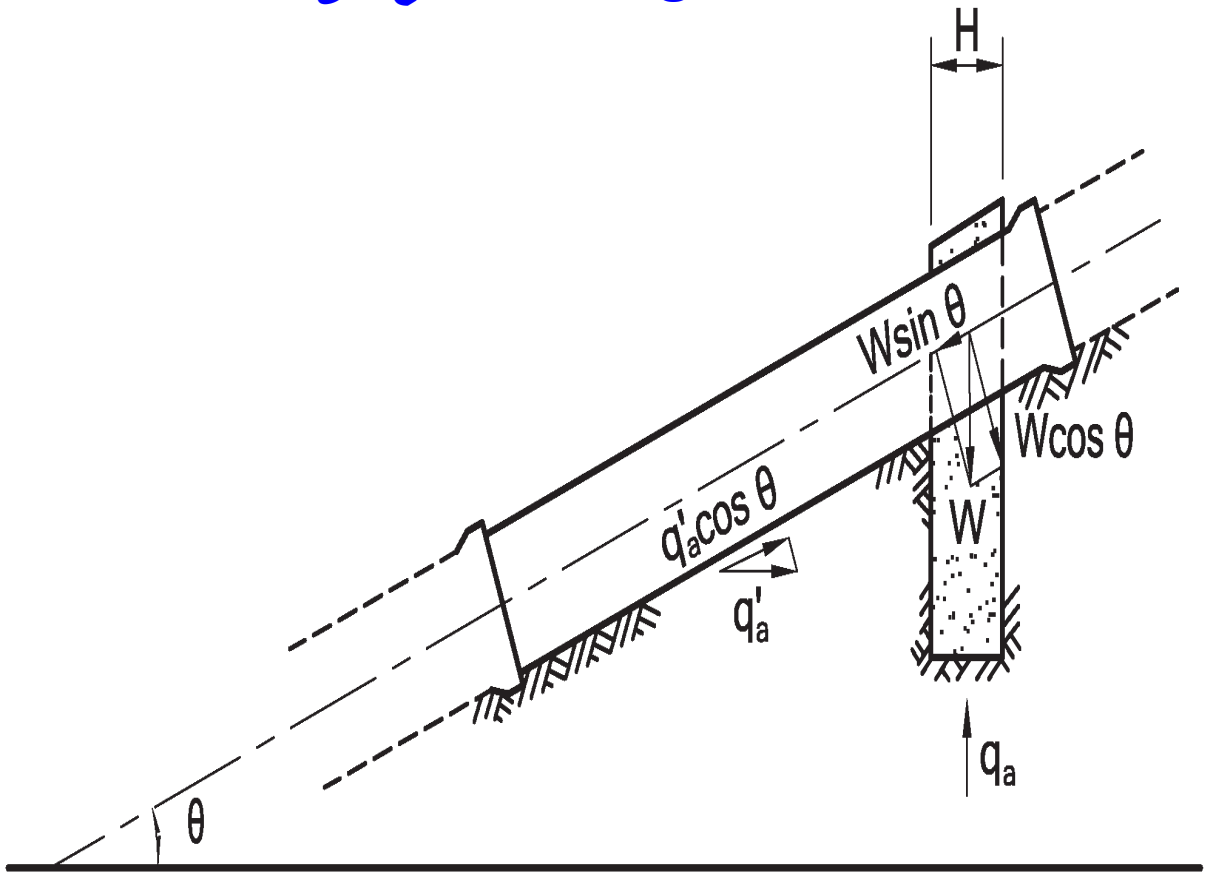

Joint packers
Lubrication pipes
Hydraulic rams
Push ring
Thrust wall
Slurry pipes
Guide rails

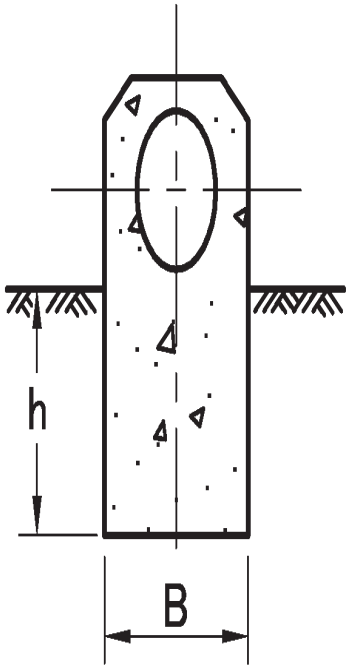
Piping under Special Conditions

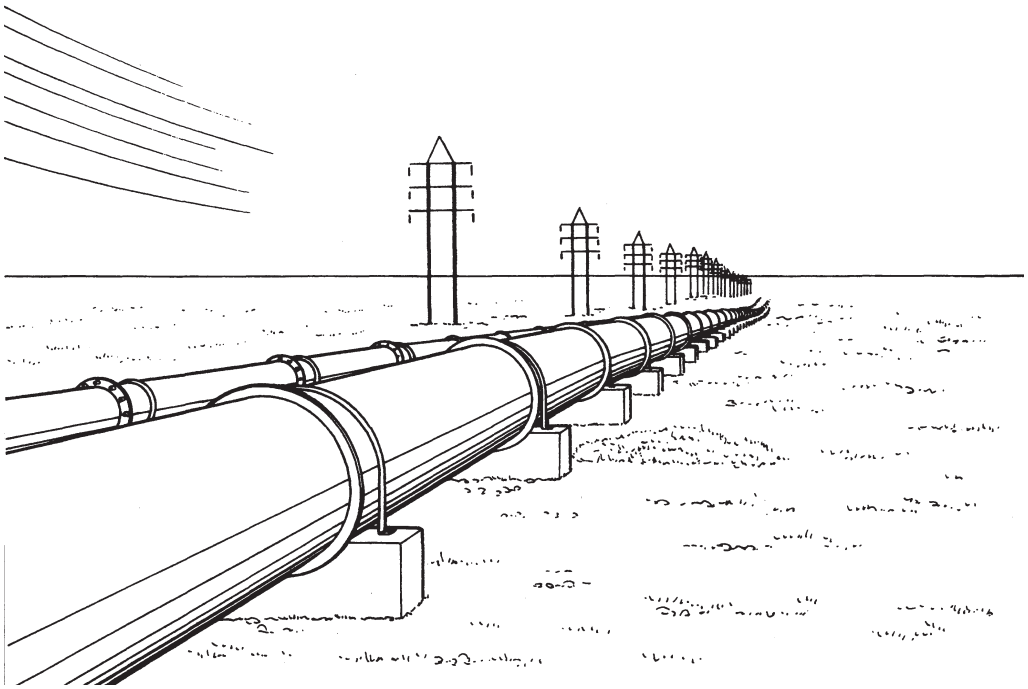
General arrangement of pipe jacking equipment

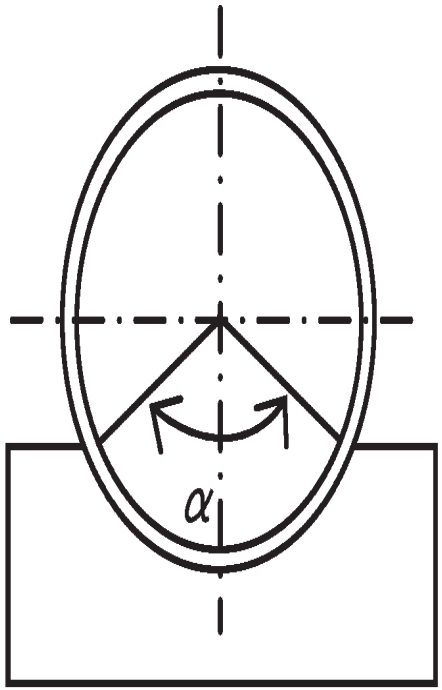


هناك خطر انزلاق خط أنابيب يوضع على منحدر أكثر انحدارًا



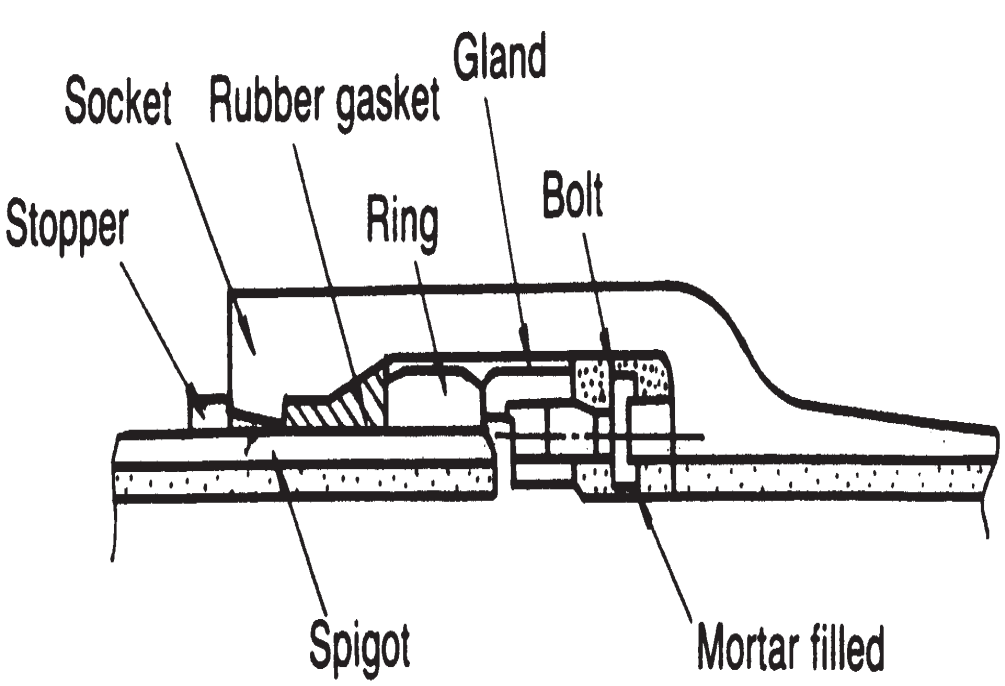


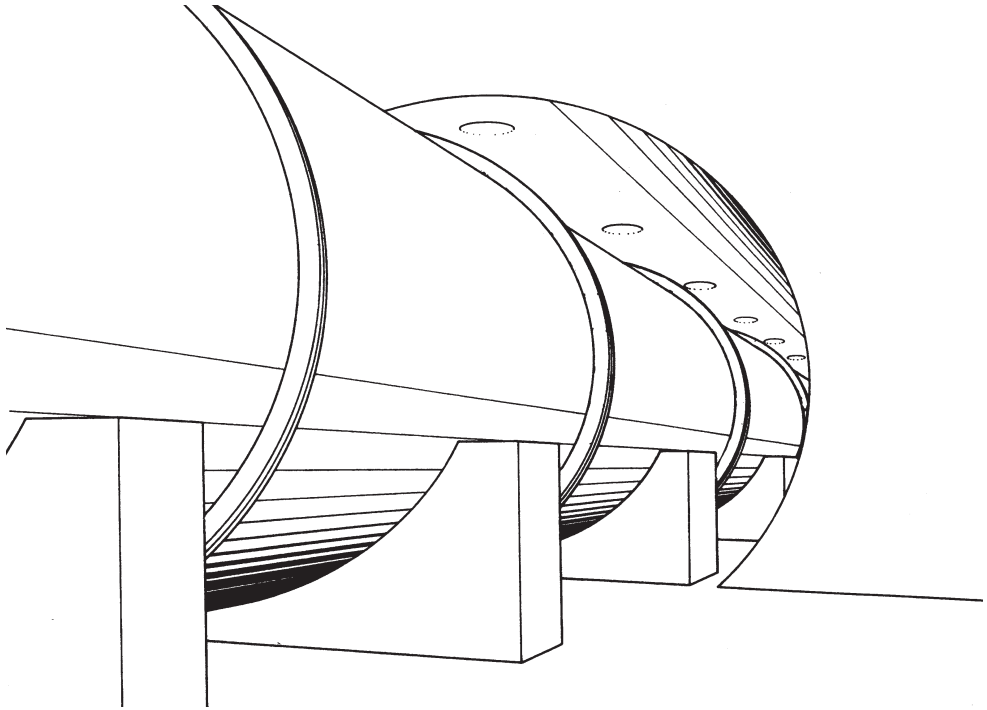




$\alpha = 90 \text{ to } 120^{\circ}$

يجب تثبيت الأنابيب بالدعامات بأشرطة فولاذية وشريط مطاطي بحيث يتم امتصاص الحركة المحورية بسبب التمدد والانكماش الناجم عن تغير درجة الحرارة عند الوصلة الفردية في خط الأنابيب يجب حماية التركيبات ، مثل الانحناءات والمخرجات ، التي ستنتج قوة دفع بسبب الضغط الداخلي ، بالمرساة



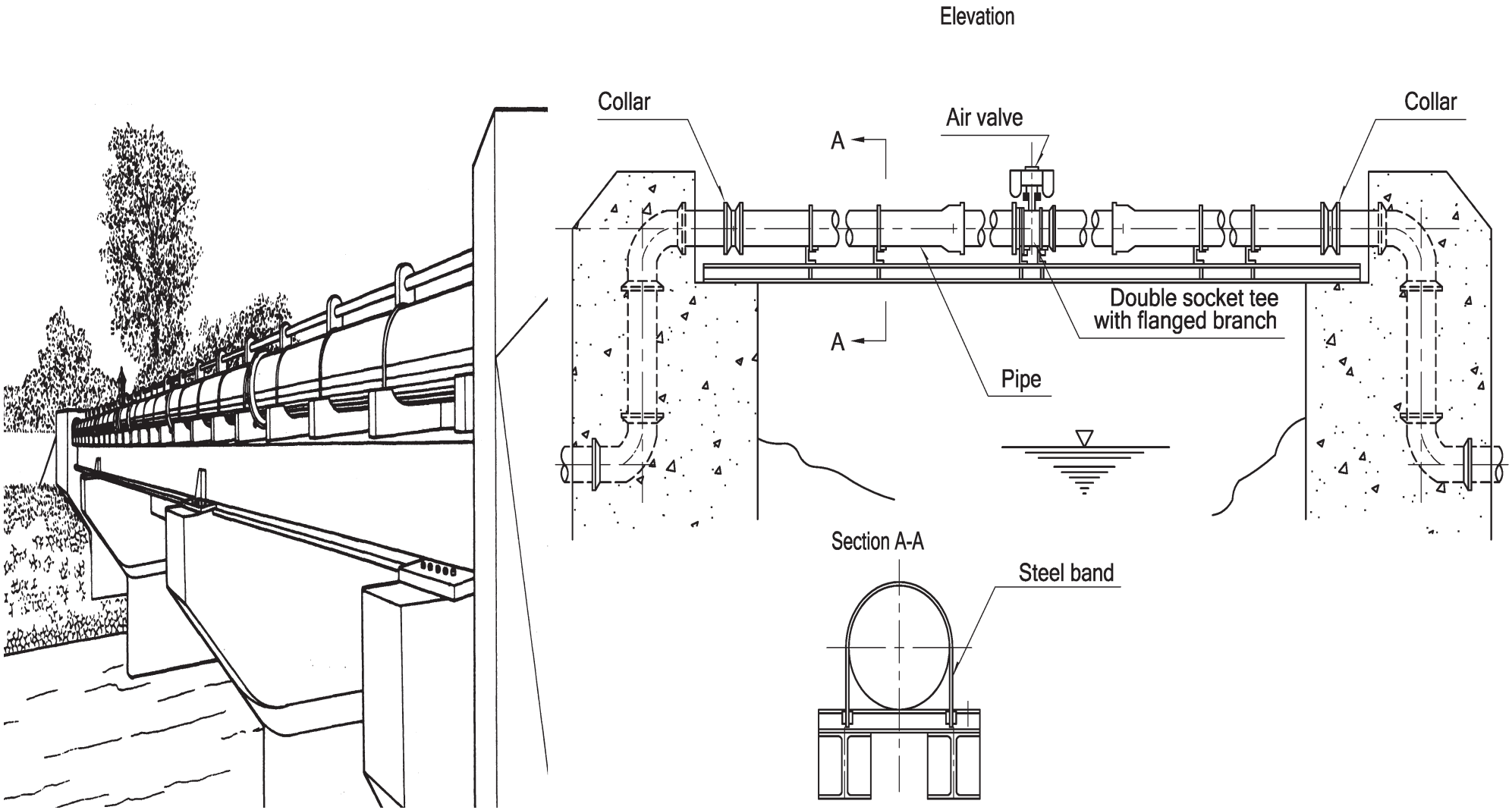


يمكن إجراء جميع أعمال التوصيل في الأنبوب الداخلي بحيث يمكن تقليل المسافة بين داخل النفق وخارجه هذا يعني أنه يمكن جعل قطر الأنبوب بحد أقصى

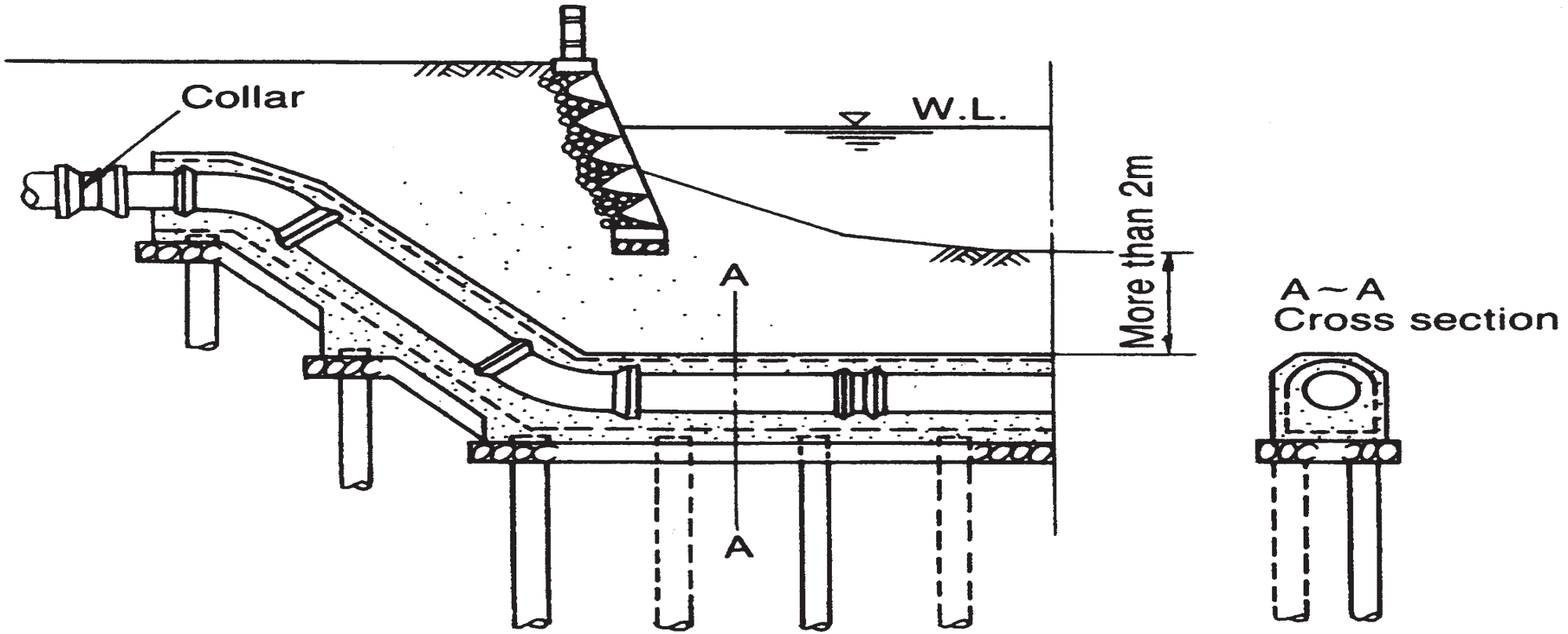
لا تستخدم أعمال التوصيل حريقًا أو لحامًا ، وبالتالي يمكن توصيل الأنابيب بأمان في النفق

تجميع المفصل الميكانيكي سهل

مرن ، لذلك سيكون من الممكن مد الأنابيب وفقًا لانحناء النفق المفصل من النوع



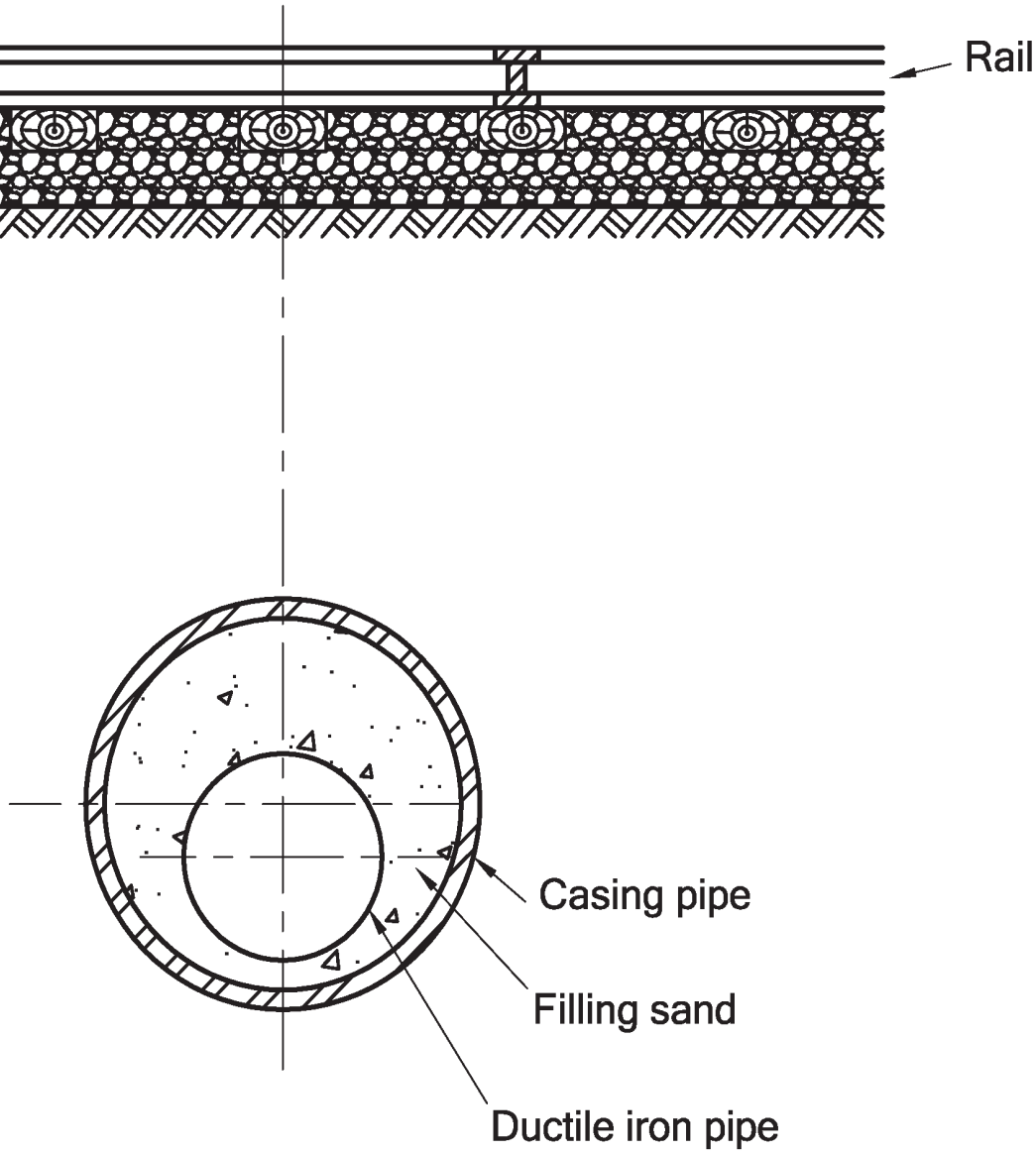
هناك احتمالان لعبور النهر أو القناة ، أي العبور الزائد والعبور السفلي يتم التقاطع المفرط عن طريق تعليق خط الأنابيب على جسر أو جسر مائي يتم التقاطع السفلي بقطع مفتوح بعد إغلاق التدفق أو رفع الأنبوب أو طريقة الدرع



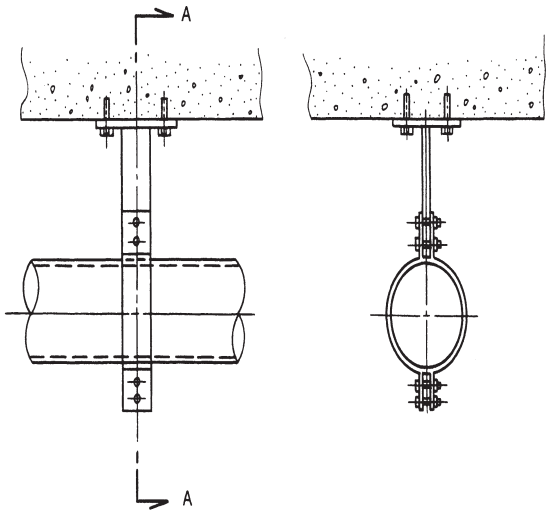
يوصى بوضع خطوط أنابيب متعددة للصيانة

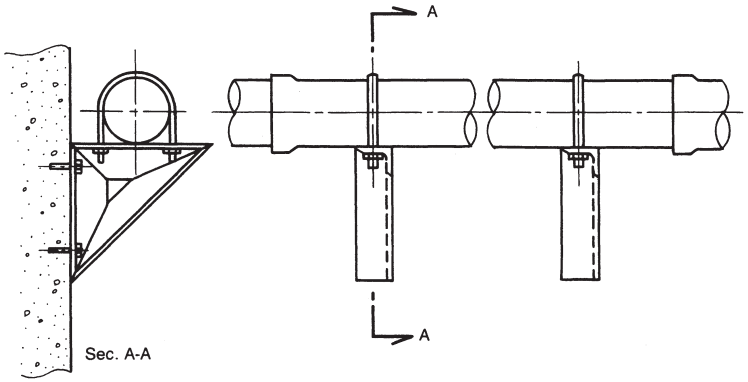
يجب إجراء أعمال الأساسات الخاصة بالعبور السفلي بعناية فائقة ، واستخدام المواد الأكثر متانة ، وتقنيات البناء الأكثر موثوقية للحماية ، يجب تغطية خط الأنابيب السفلي بالخرسانة

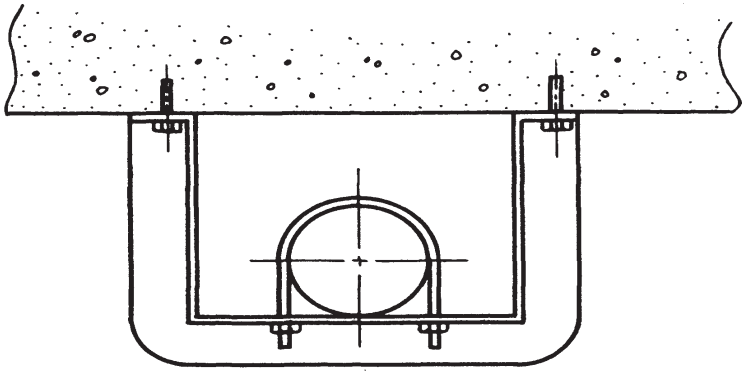
يجب اتخاذ تدابير وقائية أخرى حسب الضرورة.

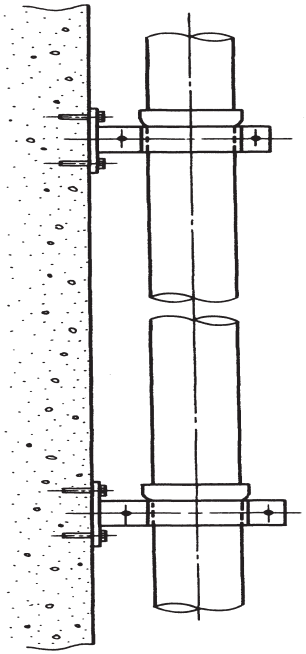


يجب تغليف الأنابيب التي سيتم وضعها
تحت سكة حديدية بأجهزة حماية مثل
الأنبوب المغلق ، وأنبوب الغلاف ، وما إلى
ذلك لمنع التأثير المباشر أو حمل السكك
الحديدية والاهتزازات

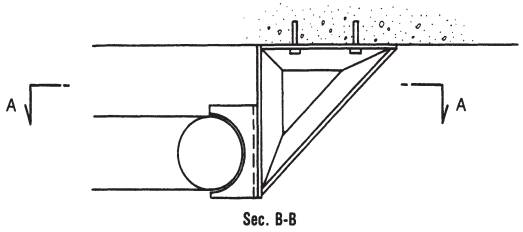

A
A

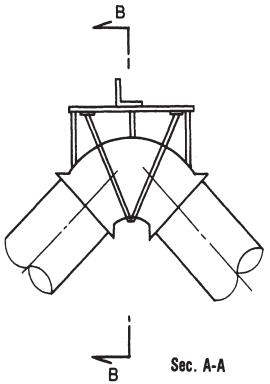

A
A
Sec. A-A

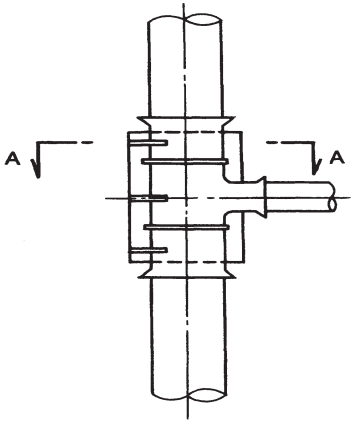


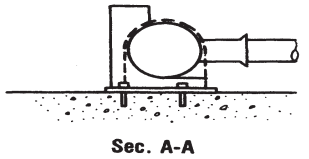


Upside

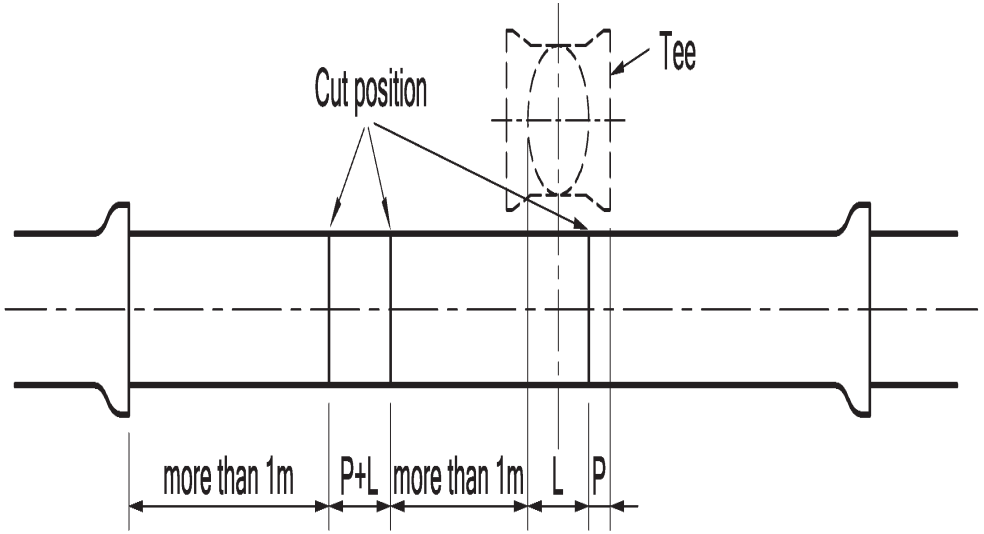

A
A
Sec. B-B


B
B
Sec. A-A


A
A


Sec. A-A

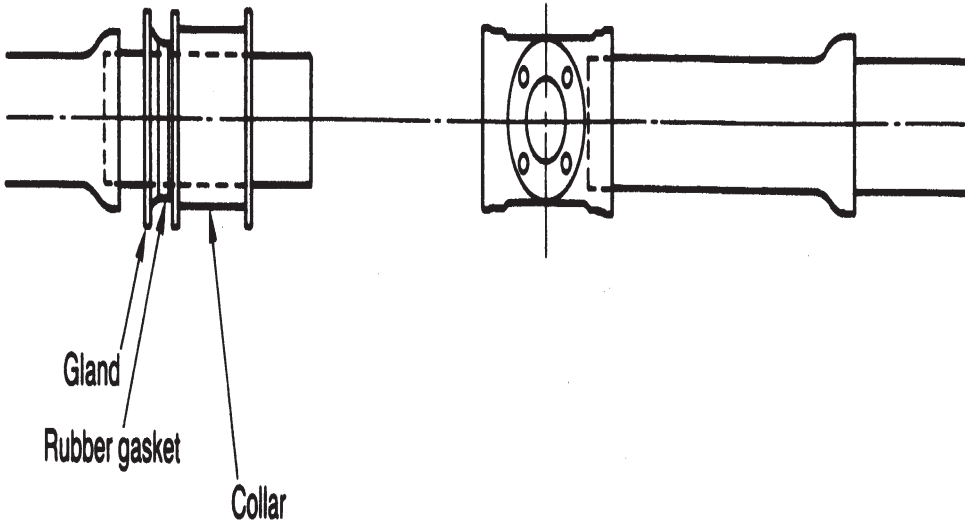
Insertion of Tee into Existing Pipeline



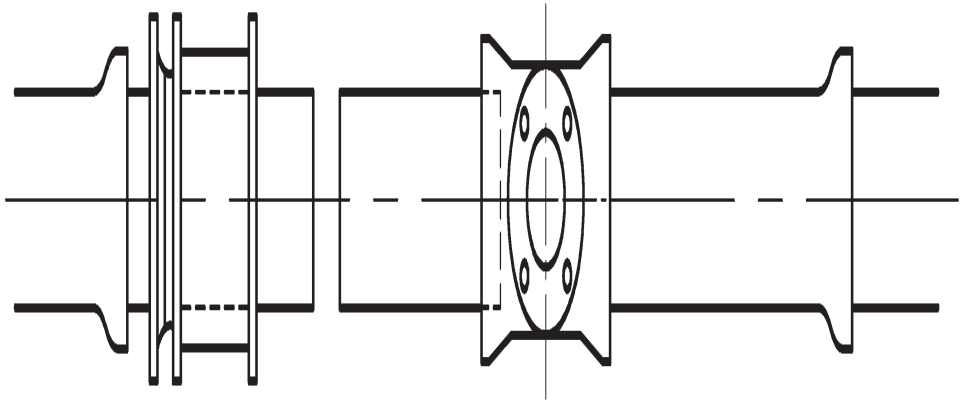
1

L : Length of the tee

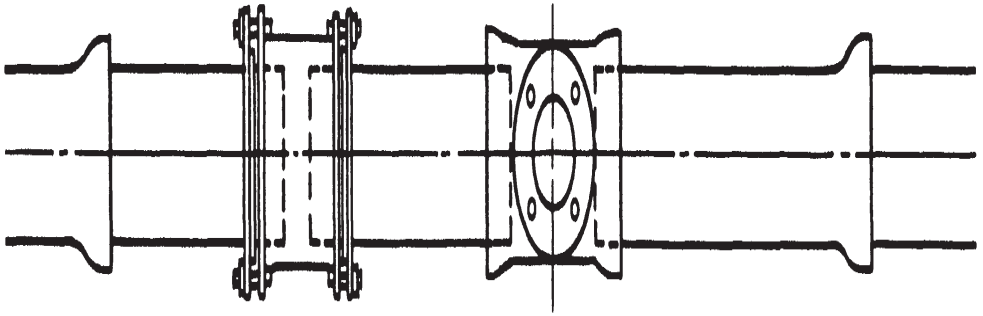
P : Socket depth of the tee



2



3



4

مصادر المحاضرة

كتاب مصنع تورشيما للطلمبات
محاضرات درجة الماجستير من جامعة كرين فيلد
الكود المصرى
بعض المصادر من الانترنت