NS 形ダクタイル鉄管 (E種管) 管路の設計

JDPA T 62



ー般社団法人 日本ダクタイル鉄管協会

目 次

1		は	じと	めに	•••••	• • • • • •	• • • • • • •	••••	• • • • • •	• • • • •	•••••	•••••	••••	• • • • •	• • • • • •	••••	• • • • •	• • • • •	•••••	••••	•••••	•••••	1
2		笞	ഗൂ		· · · · · ·	• • • • • •	• • • • • • • •		• • • • • •					• • • • •			• • • • •		• • • • • •				. 1
_	•	Н.	V 7 1	± 7,5	•																		•
3		継	手	の構	造と	性能	ġ	••••	• • • • • •	• • • • • •	•••••	•••••	••••	• • • • •	• • • • • • •	••••	••••	•••••	• • • • • •	••••	•••••	•••••	2
	3		1	直	管…		• • • • • • •																
		_			1		<u> </u>																
					2	性能	§	••••	• • • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • • •	••••	• • • • •	• • • • • •	••••	• • • • •	• • • • •	• • • • • •	••••	•••••	•••••	3
	3						• • • • • • •																
		_		2.			į																
	2	-		2. ≉ni			}																
		•					• • • • • • • •																
	3				1																		
		ე. ვ		4. 4.	-		<u> </u>																
	3	J .					。 ·ル仕 l																
	J			5.			······																
		3.		5.	2		- }																
	3		6	防	食対		• • • • • • • •																
4		管	路	设計	につ	いて	•	••••	• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • •	••••	• • • • •	• • • • • •	••••	• • • • •	• • • • •	• • • • • •	••••	• • • • •	•••••	8
	4		1	管	の埋	設深	さお。	よび	位置	• • • • •	• • • • •	• • • • • •	••••	• • • • •	• • • • • • •	••••	••••	• • • • •	• • • • • •	••••	• • • • • •	•••••	8
				1.	-		深さ・																
				1			位置·																
	4	٠.					出時(
				2.	•	管の	有効:	長…	• • • • • •	• • • • •	•••••	• • • • •	••••	• • • • •	• • • • • •	••••	••••	• • • • •	• • • • • •	••••	• • • • •	•••••	9
				2.		官のニュ)呼称· ナを(·····	· · · · · ·	·····	·····	·······	•····	·····	• • • • • •	••••	•••••	• • • • • •	• • • • • •	••••	•••••	•••••	10
				2. 2.	_	フ1	アを1 *輪…	史 用	U 121	NSЛ	沙上性	里坦乍	引い!	プロ	••••								11
				2. 2.	4 5		'押…'																
		4.		2. 2.	-		記入化																
	4				-	· // / / / / / / / / / / / / / / / / /																	
	_		-				の方法																
	4		5			き表え	の設	計 ····	• • • • • •			• • • • • •						• • • • • •					16
				5.	1	不平	均力(の作	用箇	所…		• • • • •		• • • • •		• • • • •	• • • • •	• • • • •	• • • • • •	• • • • •	• • • • •		16
				5.			部お。																
				5.	3	適用	時の間	留意.	点…	• • • • •	• • • • •	• • • • •	••••	• • • • •	• • • • • •	••••	• • • • •	• • • • •	• • • • • •	••••	• • • • •	•••••	23
							部お。		仕切:	弁部		• • • • •	••••	• • • • •	• • • • • •	••••	• • • • •	• • • • •	• • • • • •	••••	• • • • •	•••••	25
	_	4 .	. !	5.	5	片落	管部·							·····	• • • • • •	••••	• • • • •	• • • • •	•••••	••••	• • • • • •	•••••	28
	4	٠.	6	鎖	構造	管路	におり	ける	防護	コン	クリ	ート 	・のi	園用 [∙]					10	Α	• • • • •	•••••	31
							化長																
						後 細	な管 物の	合(ご	一体	比長	ころが	」 里で 1	. つ.	あ台。 ェ +坦	······	••••		• • • • •		••••			32
	1			6. *	_		[物の] 調整・	工愣	≀⊂Щ '	官'司'	い, 間	·呵 c	711	9〜〜	己			• • • • • •					32 22
	4				·始い 1	小人 直約	調金: 配管:	き の	十注:	調敷		• • • • • •	••••			••••	• • • • • •	• • • • • •		••••	•••••		3:
				7. 7.		里形	他自 管前	多に	カムロ	習を	·品· ·法部		ζ	• • • • •		••••	• • • • •	• • • • • •	• • • • • •	••••			3:
	4					の例	· 理····			·····	۰۰۰۰	·····	••••	• • • • •		••••	••••	• • • • • •	• • • • • •	••••			34
	-																						_

	4	. 9		既設管	雪との	接続方法······	•••••	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	•••••	35
5		参考	資							37
	5	. 1		耐震網	迷手の	評価基準	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	37
	5	. 2		一体化	比長さ	算出用資料	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •		38
		5.	2	. 1	地盤	定数				38
		5.	2	. 2	離脱	防止継手の限界	は曲げモーメン	/		39
	5	. 3		一体化	上長さ	早見表	•••••			40
		_		. 1						40
		5.	3	. 2						40
		5.	3	. 3		—				40
	5	•	_							41
	•	5		1						41
		5			切管	の最大長さ・・・・・				41
	5	 5								42
	5									42
	5	. 0 7								44
	J	. ,		113/15	_ :	0 no m r v				44
		٠.	•	. 1						48
	_	•	-							
	5	. 8		以 說官	すとの	按你例	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	• • • • • • • • • • • • • • • • • • • •	51

1. はじめに

小口径の耐震形ダクタイル鉄管として、NS形ダクタイル鉄管およびGX形ダクタイル鉄管が使用されている。今回さらに、事業体からの様々な要望に応え、NS形ダクタイル鉄管に経済性と軽量化を実現したE種管を加えた。なお、E種管の継手性能〔伸縮量:管長の ± 1 %、離脱防止力:3DkN(Dは呼び径mm)、許容屈曲角度:4°〕は、従来のNS形ダクタイル鉄管と同等である。

本書は、NS形ダクタイル鉄管(E種管)(以下、NS形E種と呼ぶ)により管路を構築する場合の設計上の基本事項についてまとめたものである。

2. 管の種類

NS形E種の管の種類を表1に、直管の管厚を表2に示す。配管図の作成時に使用する管の記号を表3に示す。

呼び径100の場合、直管有効長は4mと5mの2種類がある。

原則として、4m管と5m管が混ざらないように設計を行うこととする。

表1 管の種類

	30 日 77 主次				
接合形式	NS形E種				
呼び径	75~150				
	管の種類 (記号)	E種管 (DE)			
直管	有効長	75: 4 m 100: 4 m, 5 m 150: 5 m			
異形管	二受T字管 両受片落管* 曲管(90°、45°、22 1/2°、11 1/4°、5 5/8° 両受曲管(45°、22 1/2°) 浅層埋設形フランジ付きT字管 継ぎ輪 受挿し短管 帽				
切管ユニット	N-Link				

※呼び径100、150のみ

表 2 直管の管厚

単位:mm

呼び径	E種管
75	4.5
100	4.5
150	5.5

表 3 継手記号および呼称

直管、異形管	受挿し短管 + N-Link	N-Link
\(\)	•	•
	受口に黒丸を描く	受口に黒丸を描く

備考 NS形E種直管の受口にライナを装着する場合は下図のように受口内を塗りつぶす。



3. 継手の構造と性能

3. 1 直管

ライナを使用しないNS形E種直管の継手は、伸縮性、可とう性および離脱防止機構を有する鎖構造管路用の伸縮形耐震継手である。これらは、主に直線部で使用する。

また、鎖構造管路では、水圧による不平均力で異形管部が移動することを防止するため、その前後の必要な範囲を、伸縮性、可とう性をもたない離脱防止継手で一体化する必要がある。この一体化長さの計算方法は4.5(頁16)による。NS形E種では、異形管の挿し口を接合する直管の受口およびこの一体化長さの範囲内にある直管の受口には、必ずライナを使用して離脱防止継手にする。

3.1.1 構造

直管の継手構造を図1に、ライナを使用した直管の継手構造を図2に示す。

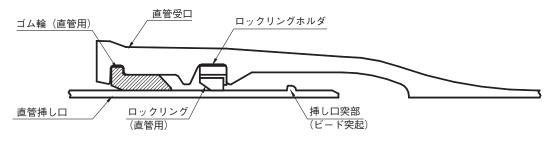


図1 NS形E種直管の継手構造

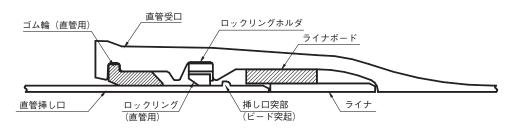


図2 ライナを使用したNS形E種直管の継手構造

3.1.2 性能

NS形E種直管の主な継手性能を表4に示す。これらは、管路の耐震性や管軸方向あるいは管軸直角方向の変位吸収量などの検討に使用する。

(1) 伸縮量と離脱防止力

継手を許容曲げ角度まで屈曲させた状態で管の有効長の \pm 1%相当の伸縮量を有する。したがって、真直ぐに接合された場合の伸縮量は管の有効長の \pm 1%よりもさらに大きくなる。また、継手が最大まで伸び出した後は、ロックリングと挿し口突部が引っ掛かることにより、3DkN (D:呼び径) 相当の離脱防止力を発揮する。この離脱防止力は、地中において100mの管路に発生する管の周面摩擦力に相当する。これによって、鎖構造管路は継手1ヶ所あたりの伸縮量(管長の \pm 1%)に管路100m間の継手箇所数を掛け合わせただけの管軸方向の地盤変位を吸収できる(図3参照)。この量は、たとえば呼び径75では、継手1ヶ所あたりの伸び量が管長4mの1%で4cm、管路100m間の継手数は25ヶ所となり、これらを掛け合わせると1mとなる。同様の計算によれば、この変位吸収量は他の呼び径でも同一である。

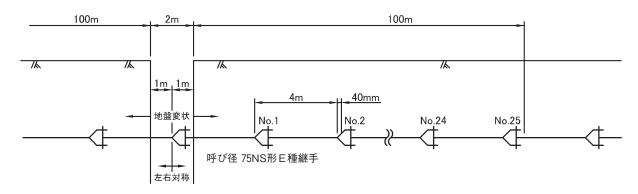


図3 管軸方向の地盤変位吸収例

(2) 曲げ角度

配管施工時の許容曲げ角度はNS形継手と同等である(表4参照)。さらに地震や地盤沈下などによって継手に曲げモーメントが作用すると最大屈曲角まで曲がり得る。

呼び径	有効長	真直配管時 最大伸縮量 ¹⁾ (mm)	設計照査用 最大伸縮量 ²⁾ (mm)	離脱防止力 (kN)	地震時や 地盤沈下時の 最大屈曲角	配管施工時の 許容曲げ角度 3)
75	4 m	±45	± 42	225	8°	4 °
100	4 m	±45	±41	300	8 °	4 °
100	5 m	± 55	± 51	300	0	4
150	5 m	±60	± 54	450	8°	4 °

表 4 NS形E種直管の継手性能

注1) 継手を真直ぐに接合したときの伸縮量を示す。

²⁾ 継手を配管施工時の許容曲げ角度まで屈曲させたときの伸縮量であり、管の有効長の1%に相当する。管路の耐震性などはこの伸縮量で照査する。

³⁾ 設計時においては、配管施工時の許容曲げ角度の1/2以下で設計し、施工時は許容曲げ角度以下で配管する。

3. 2 異形管

NS形E種異形管の継手は伸縮性、可とう性をもたない離脱防止継手である。鎖構造管路では、水圧による不平均力で異形管部が移動することを防止するため、その前後の必要な範囲を離脱防止継手で一体化する。この一体化長さの計算方法は4.5 (頁16)による。

3. 2. 1 構造

(1) NS形E種異形管

NS形E種の継ぎ輪を除く異形管継手構造を図4に示す。

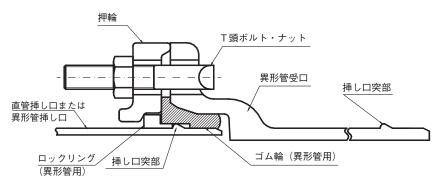


図 4 NS形E種異形管の継手構造(継ぎ輪は除く)

3. 2. 2 性能

NS形E種異形管の離脱防止力は、直管と同等である {表4 (頁3) 参照 。

3.3 継ぎ輪

NS形E種継ぎ輪の継手は伸縮継手である。継ぎ輪は1個につき2ヶ所の継手があり、工区境のせめ配管等に使用するため、管路中に適切に配置しておく必要がある。

NS形E種継ぎ輪の構造を図5に示す。

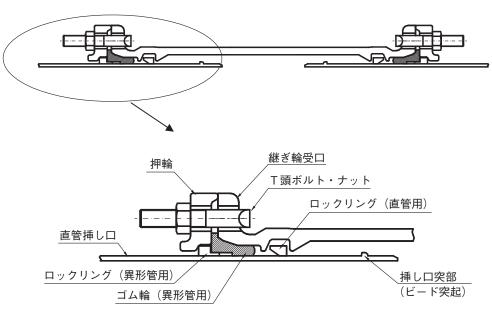


図5 NS形E種継ぎ輪の構造

3. 4 切管

3. 4. 1 構造

NS形E種直管の切管部には、直管受口との接合には受挿し短管とN-Link、異形管受口との接合にはN-Linkを使用することで切管部における挿し口突部の形成を不要とした。一般に異形管挿し口を直管受口に接合する場合にはライナを必要とするが、一体化長さの範囲を除く受挿し短管挿し口と直管受口の接合に際してはライナを必要としない。受挿し短管およびN-Linkを使用した場合の継手構造を図6、7に示す。

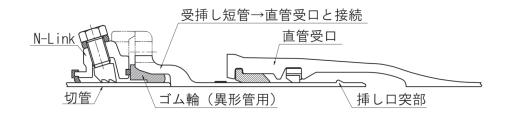


図6 受挿し短管を使用したNS形E種直管の継手構造(直管受口接合用)

【接合部】 【爪部】



ボルトあな

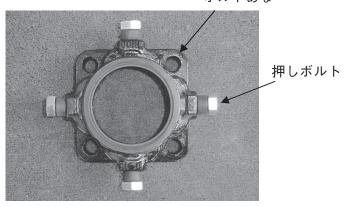


図7 N-Linkを使用したNS形E種異形管の継手構造(異形管受口接合用)

3. 4. 2 性能

(1)受挿し短管

切管挿し口と受挿し短管受口の接合部は、伸縮性、可とう性をもたない離脱防止継手であり、性能は挿し口突部のある挿し口を押輪によって異形管と接合した場合と同等である。受 挿し短管挿し口と直管受口の接合部は、直管と同様の伸縮形耐震継手である。

①曲げ角度

受挿し短管挿し口と直管受口の接合部では、直管と同等の許容曲げ角度を有している。

(2)伸縮量

受挿し短管挿し口と直管受口の接合部では、継手を許容曲げ角度まで屈曲させた状態で直 管の有効長の±1%相当の伸縮量を有する。

③離脱防止力

切管挿し口と受挿し短管受口の接合部では、引張力が作用した場合、爪により挿し口が拘束され、直管と同等の3DkN以上の離脱防止力を発揮する。また、受挿し短管挿し口と直管受口の接合部における離脱防止力は直管と同じである。

(2) N-Link

切管挿し口とN-Linkによる異形管受口の接合部は、伸縮性、可とう性をもたない離脱防止継手であり、性能は挿し口突部のある直管挿し口または異形管挿し口を、押輪によって異形管受口と接合した場合と同等である。

3. 5 ソフトシール仕切弁

従来、仕切弁にはフランジ継手が多く使用されてきたが、過去の大地震等ではフランジ継手のRF形に多くの被害が発生している。このため、地中に直接埋設する場合は、フランジ継手より耐震性能に優れる離脱防止形継手を有した仕切弁を使用し、仕切弁部においても、耐震管と同等の耐震性能を確保することが望ましい。

3. 5. 1 構造

日本ダクタイル鉄管協会規格外品ではあるが、参考としてNS形E種ソフトシール仕切弁の構造図を図8に示す。仕切弁は、両受タイプおよび受挿しタイプがあり、受口形状は異形管受口と同じである。

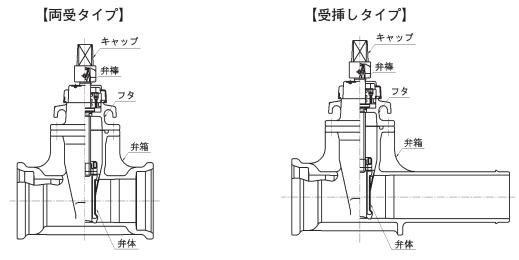


図8 NS形E種ソフトシール仕切弁の構造

3. 5. 2 性能

継手性能はNS形E種異形管の継手(継ぎ輪を除く)と同じである。

3. 6 防食対策

防食対策として、管には必ずポリエチレンスリーブを施工する。

4. 管路設計について

4. 1 管の埋設深さおよび位置

4.1.1 埋設深さ

管の埋設深さは水道施設設計指針(日本水道協会:2012)では、「(省略)道路法施行令では、土被りの標準は120cmと規定されているが、水管橋取り付け部の堤防横断箇所や他の埋設物との交差の関係等で、土被りを標準又は規定値までとれない場合は、河川管理者又は道路管理者と協議の上、土被りを60cmまで減少することができる。」とされている。

また、下水道施設計画・設計指針と解説(日本下水道協会:2009)では「道路法施行令第12条第4号によれば、下水道管の本線を埋設する場合においては、その頂部と路面との距離は3m(工事実施上やむを得ない場合にあっては1m)以下としないことと規定されている。」とされている。

さらに、公共工事コスト縮減対策として出された建設省道路局通達「電線、水管、ガス管又は下水道管を道路下に設ける場合における埋設の深さ等について」(平成11年3月31日付)、および建設省道路局事務連絡「電線、水管、ガス管又は下水道管を道路下に設ける場合における埋設の深さ等に関する取り扱いについて」(平成11年3月31日付)によると呼び径300以下のダクタイル鉄管について以下の最小土被りが示されている。

《車道》車道の最小土被りは舗装の厚さに0.3mを加えた値とし、かつ下記の値以下としないこと。

・上水道、ガス、下水道(本線以外)、電線管 : 0.6m・下水道本線 : 1.0m

《歩道》歩道の最小土被りは0.5 m以下としないこと。

4. 1. 2 埋設位置

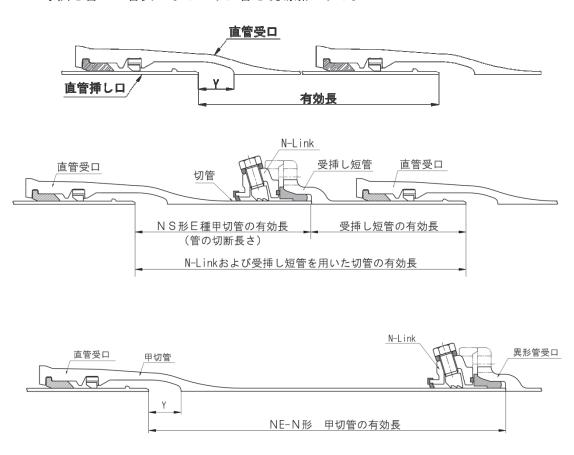
既設施設と隣接する部分にダクタイル鉄管を埋設する場合やダクタイル鉄管を並列に埋設する場合には、施設相互の安全を損なわず維持補修が可能な間隔を確保する。例えば水道施設設計指針(日本水道協会:2012)では「配水管と他の地下埋設物との間に間隔がないと、維持補修が困難である。また、事故発生の防止のため、布設する際の間隔の最小距離を30cmとした。」とされている。

また、構造物との取り合い部や隣接埋設部で大きな地盤変動が予想されるところなどでは4.3 (頁13) に示すような対策も同時に必要となる。

4. 2 管路延長算出時の留意点

4. 2. 1 管の有効長

鎖構造管路の管路長は、管の有効長を基準に算出する。管の有効長は、図9に示すように接合状態における一方の挿し口端部から他方の挿し口端部までの長さを表している。NS形E種直管の場合は、有効長の中に受口内の入り込み量となる標準胴付寸法(Y寸法)が含まれており、たとえば定尺直管であれば、この有効長が4m、5mとなっている。また、甲切管の場合は、このY寸法を含めた管長となるように管を現場加工する。



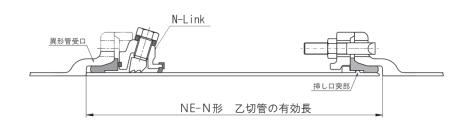


図9 NS形E種の有効長

4. 2. 2 管の呼称

管の呼称は以下のように表記する。また、切管の呼称は表5に示す。切管において、NS形E 種管の受口をNE形、N-Linkを使用して接続する場合は挿し口形式をN形と呼ぶ。

> 直管 ϕ 75 × 4000 呼び径×有効長

<u>φ 75×45°</u> 呼び径×曲管角度 異形管 : NS形E種 曲管

NS形E種 <u>二受 T 字管</u> <u>φ 75 × φ 75</u>

----- 本管呼び径×枝管呼び径

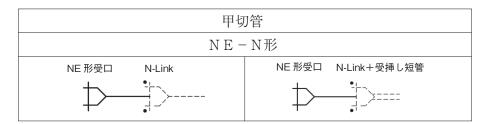
両受片落管 φ 75×φ 75 NS形E種

_____ 大管呼び径×小管呼び径

切管 : <u>NE-N形</u> 甲<u>切管</u> ϕ 75×1200

> 受口形式一挿し口形式 呼び径×有効長

表 5 切管の呼称



Z-!	刃管
N E - N形*	N-N形
N-Link	N-Link N-Link
N-Link+受挿し短管	N-Link N-Link +受挿し短管 +受挿し短管

※NE-N形乙切管には挿し口突部がある側に、挿し口突部の表記を行う。

4. 2. 3 ライナを使用したNS形E種直管の受口

図10にライナを使用したNS形E種直管の継手構造を示す。ライナを装着するとライナの軸方向長さAと標準胴付寸法Yの差の分だけ挿し口が伸び出した状態で離脱防止継手となる。有効長は挿し口端部を基準に決定するため、ライナを使用することによって管路長はこの(A-Y)寸法分だけ長くなることになる。したがって、配管設計はこの寸法を考慮して行い、設計図にも明記しておく必要がある。NS形E種にライナを使用した場合の伸び量を表 6 に示す。

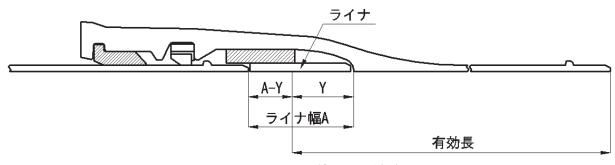


図10 ライナを使用した継手

表 6 ライナの使用による伸び量 単位 mm

呼び径	ライナ幅 A	標準胴付寸法 Y	ライナによる伸び量 (A-Y)	備考
75	74	45	29	
100	74	45	29	4m管の場合
100	94	55	39	5m管の場合
150	99	60	39	

4. 2. 4 継ぎ輪

継ぎ輪内の挿し口の間には、図11、表 7 に示す標準胴付寸法 $(y_1$ 寸法) を確保する。これは、地震時の入り込み量や既設管との結び配管を行うための間隔で、配管設計時に考慮する必要がある。



表 7 継ぎ輪の標準胴付寸法 (y₁)

呼び径	y ₁ (mm)	備考
75	185	
100	190	4m管の場合
100	200	5m管の場合
150	235	

4. 2. 5 ソフトシール仕切弁

NS形E種ソフトシール仕切弁の有効長(L)について、図12および表 8,9 に示す。

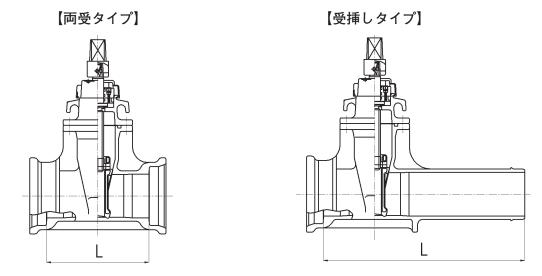


図12 NS形E種ソフトシール仕切弁の有効長(L)

表8 両受タイプ仕切弁の有効長(L)

呼び径	L (mm)
75	200
100	240
150	300

表9 受挿しタイプ仕切弁の有効長(L)

呼び径	L (mm)
75	450
100	470
150	550

4. 2. 6 寸法記入例

以上を踏まえた配管設計時の寸法記入例を図13に示す。

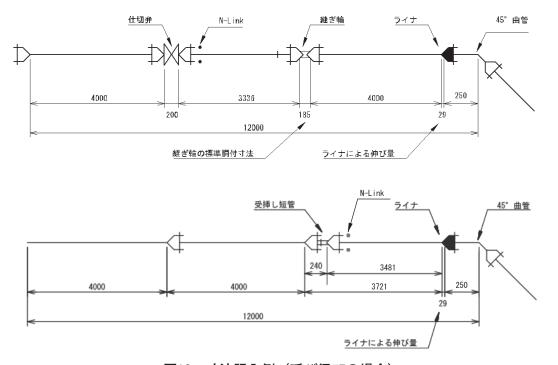


図13 寸法記入例 (呼び径75の場合)

4. 3 地盤変状対策

ダクタイル鉄管による鎖構造管路は、継手部の可とう性によって地盤変動に無理なく追従することができる。大きな地盤変動が想定される箇所では、この継手の機能を活かして安全性の高い管路を構築することが重要である。

構造物との取り合い部や切土と盛土の境界部のように堅固な地盤から軟弱な地盤へと急激に土質が変化している箇所などでは、平常時あるいは地震時に地盤変動が集中し、管路が被害を受けやすい。したがって、以下の方法で地盤の想定変位量を吸収できるように管路を設計する。

(1) 直管および調整管の継手による場合

参考までに図14に直管および調整管の継手による変位吸収状況を示す。

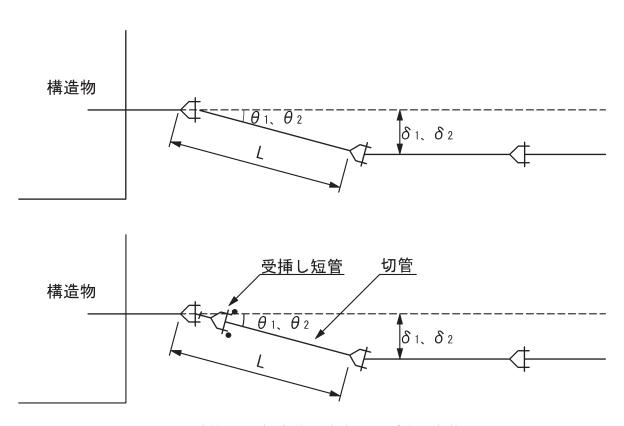


図14 直管および調整管の継手による変位吸収状況

この場合に吸収できる地盤変位量は次式で求まる。ここに、継手屈曲角は配管施工時の許容屈曲角で計算しており、設計時はこの範囲で検討することが望ましい。

 $\delta_1 = \text{Ltan } \theta_1$

ここに、

δ: 直管の継手によって吸収可能な地盤変位量(設計時)

L : 管の有効長

θ₁ :配管施工時の許容曲げ角度 {表 4 (頁 3) 参照}

なお、継手は地震時や地盤沈下時には最大屈曲角まで曲がりうるため、最大の変位吸収量は 次式より求めることができる。

 $\delta_2 = \text{Ltan } \theta_2$

ここに、

δ。 : 直管の継手によって吸収可能な地盤変位量(地震時あるいは地盤沈下時)

L : 管の有効長

θ₂ : 地震時や地盤沈下時の最大屈曲角 {表 4 (頁 3) 参照}

(2) 継ぎ輪の継手による場合

図15に継ぎ輪による変位吸収状況を示す。継ぎ輪は2ヶ所の継手によって直管の2倍の屈曲 角が得られるため、より安全性が高くなる。このため、構造物との取り合い部は、以下の継ぎ 輪による対策の方を標準的に採用すべきである。

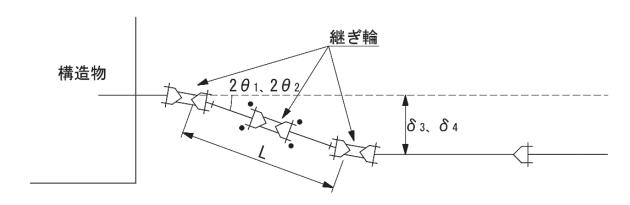


図15 継ぎ輪による変位吸収状況

継手の許容曲げ角度の範囲内で吸収できる地盤変位量は次式で求まる。

 $\delta_3 = \text{Ltan2} \theta_1$

ここに、

δ3 :継ぎ輪によって吸収可能な地盤変位量(設計時)

L : 管の有効長

θ₁ :配管施工時の許容曲げ角度 {表 4 (頁 3) 参照}

また、地震時や地盤沈下時には以下の地盤変位量を吸収できる。

 $\delta_4 = \text{Ltan2} \theta_2$

ここに、

 δ_4 :継ぎ輪によって吸収可能な地盤変位量(地震時あるいは地盤沈下時)

L : 管の有効長

θ。 : 地震時や地盤沈下時の最大屈曲角 {表 4 (頁 3) 参照}

4. 4 異形管防護の方法

曲管やT字管などの異形管の近傍に、K形などの一般継手やNS形、GX形などの伸縮継手、あるいは伸縮可とう管などがあると水圧による不平均力で異形管部が移動し、継手や可とう管の伸縮部が限界以上に伸び出す場合がある。このため、地中で管路を安定させるためには、確実な異形管防護を行うことが重要である。

鎖構造管路では、異形管前後の管を離脱防止継手で一体化し、管と土との摩擦力や管背面の地盤反力、あるいは離脱防止継手の曲げ剛性で不平均力を保持する方法が採用されている。これまでに布設されてきた鎖構造管路も主にこの方法で設計されており、兵庫県南部地震などの大地震でも一体化部を含めて管路に被害は発生していない。このため、異形管防護は、適切な一体化長さを確保することによって行うことを原則とする。

この一体化長さは、異形管の種類や形態に応じて定められた計算式に土被り、設計水圧等の管路の設計条件を入力することによって計算する。これによって、個々の異形管部ごとに条件に応じた最適な一体化長さを適用していくことが重要である。

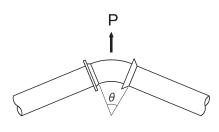
一方、一般的な設計条件下で使用される呼び径75~150のNS形E種管路の曲管部とT字管部のみについては、4.5.2(頁17)に示す早見表を使用して一体化長さの設計を行う。これは、中大口径管路に比べて布設される延長が長く、施工時の配管変更が頻繁に行われる小口径耐震管路の設計を従来よりも簡略化するために導入されたものであり、その有効性はFEM解析と埋設実験で実証されている。この設計法の採用によって、一体化長さを計算式で都度計算する必要がなく、かつ多くの場合は従来よりも一体化長さを短くすることができる。なお、後述のようにこの設計法を適用できる管路に制限があることと、片落管部と管端部および仕切弁部については4.5.4(頁25)、4.5.5(頁28)に示す一般的な手法で計算することに注意が必要である。

4.5 一体化長さの設計

4. 5. 1 不平均力の作用箇所

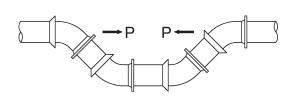
管路の異形管部には水圧による不平均力が作用する。異形管防護が必要となる代表的な異形 管部を図16に示す。

[曲管部]



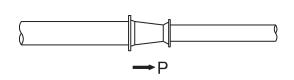
P=2 p $A\sin\frac{\theta}{2}$ ここに、P:不平均力、p:水圧 A:管の断面積、 θ :曲管角度

[伏せ越し部]



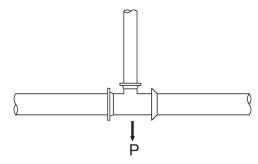
P=pA ここに、P:不平均力、p:水圧 A:管の断面積

「片落管部〕



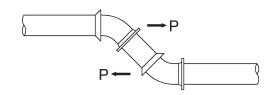
P = p(A - a)ここに、P:不平均力、p:水圧 A - a:管の断面積の差

[丁字管部]



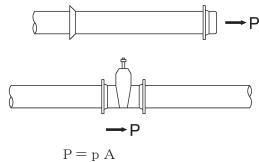
P = p A ここに、P:不平均力、p:水圧 A:枝管の断面積

[Sベンド部、乙字管]



P = p A ここに、P:不平均力、p:水圧 A:管の断面積

[管端部(帽)および仕切弁部]



P = p A ここに、P:不平均力、p:水圧 A:管の断面積

図16 不平均力の作用箇所

4. 5. 2 曲管部およびT字管部

NS形E種の曲管部およびT字管部の一体化長さには、以下に示す早見表を適用することができる。

(1) 適用条件

表10に一体化長さを適用できる管路の条件を示す。これらを一つでも満足しない場合はここに示す一体化長さを適用できないため、別途計算式により算出する(JDPA T 35参照)。 なお、検討に用いる許容移動量は、NS形(呼び径75~150)と同値とする。

	炎10 週川自山シ米川
項目	内容
呼び径	75~150
設計水圧	1.3MPa以下
土被り	0.6 m以上
埋め戻し条件	一般的な埋め戻し土でN値5程度以上の締め固めによる

表10 適用管路の条件

- 注 1) 一般的な埋め戻し土とは、①原則として塩分の少ない良質の砂あるいは良質土。②掘削土を埋め戻し土に使用する場合は、良質土であることと、粘土塊や転石、木根など異物を除去したもの。
 - 2) 管には必ずポリエチレンスリーブを施工する。

(2) 一体化長さ

曲管部およびT字管部の一体化長さは、表11の早見表から選定する。これらは、異形管に 隣接する管の最低限の必要一体化長さを示したものである。また、一体化長さに異形管の長 さは含めないものとする。

表11 曲管部およびT字管部の一体化長さ

単位 m

呼び径	曲管部1)							
	22.5°以下		22.5° を超え 45° 以下		45°を超え 90°以下		T字管部 ²⁾	
	設計水圧 (MPa)		設計水圧 (MPa)		設計水圧 (MPa)		設計水圧 (MPa)	
	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3
75					1	4		1
100	1	1	1	1	1	4	1	1
150					4	6		6

- 注 1) 単独曲管部では曲管の両側に一体化長さを確保する。
 - 2) 枝管の呼び径で判断し、枝管側に表中の一体化長さを確保する。なお、本管側の一体化長さは呼び径によらず両側とも1mとする。
- 備考1)表中の設計水圧は、0.75MPaは0.75MPa以下の場合、1.3MPaは0.75MPaを超え1.3MPa以下の場合に適用する。なお、設計水圧は静水圧と水撃圧を加えたものとする。
 - 2) 曲管が2個以上の複合曲管部で90°を超え112.5°以下の角度であれば表11の45°を超え90°以下の曲管部の一体化長さをそのまま適用できる。ただし、112.5°を超える角度については管端部の一体化長さを用いる。
 - 3) 管には必ずポリエチレンスリーブを施工する。

(3)解説

本設計法は、次項以降の計算による設計と概念が異なるため、以下に多くの事例を挙げ説明する。なお、図中の一体化長さは呼び径75、設計水圧1.3MPaの場合の例である。

① 曲管部

曲管部の一体化長さは、複数の曲管が直結あるいは近接している場合でも、個々の曲管の曲がり角度で判断していくことを基本とする。すなわち、一体化長さを確保しようとする直管につながる曲管の曲がり角度で判断すればよい。このとき、計算により設計する場合のようにSベンド部、伏越部、切り回し部、ひねり配管部といった配管形態を特に考慮する必要はない。配管例を図17~21に示す。

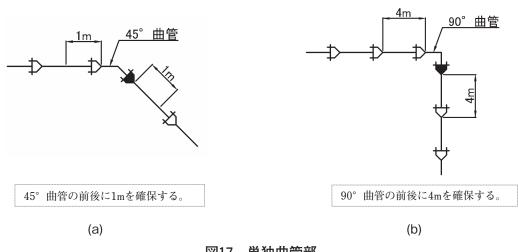
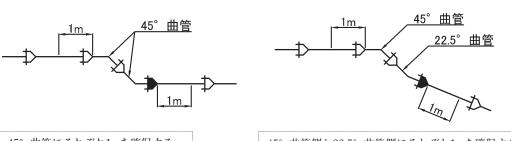


図17 単独曲管部



45°曲管にそれぞれ1mを確保する。

45° 曲管側と22.5° 曲管側にそれぞれ1mを確保する。

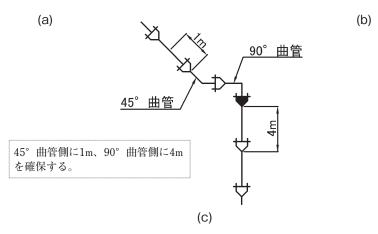
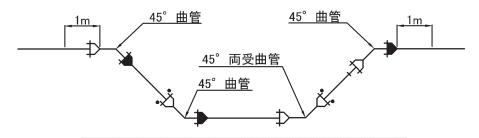


図18 単独曲管の組み合わせ(Sベンド)

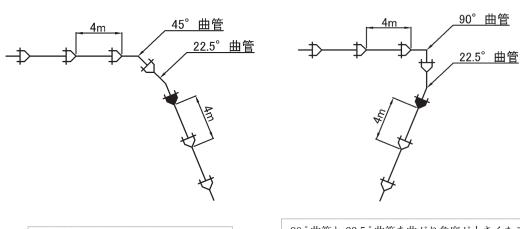


左右の 45° 曲管の外側にそれぞれ 1mを確保する。 (曲管間がすべて一体化された伏せ越し、切り回し配管の例)

図19 単独曲管の組み合わせ (伏せ越し)

例外として、曲管が同一面内で曲がり角度が大きくなる方向に直結された場合は、それらの曲がり角度を合計した複合曲管部として取り扱う。(図20参照)

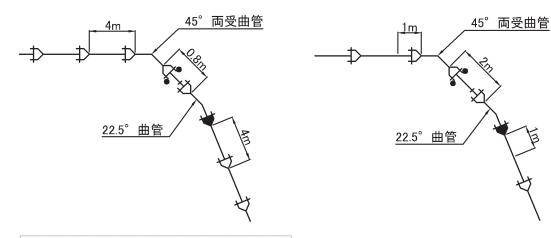
さらに、これらの曲管の間に直管あるいは切管がはさまる場合については、はさまる直管の長さが1m未満であれば曲がり角度を合計した複合曲管部として扱い、1m以上の場合はそれぞれを単独の曲管部として取り扱うものとする。(図21参照)



曲がり角度が大きくなる方向にあり、 合成角が 45°を超えているため、それ ぞれ 4mを確保する。 90°曲管と22.5°曲管を曲がり角度が大きくなる方向に直結すると、複合曲管としての曲がり角度が90°を超えるが、90°曲管の一体化長さを適用する。

(a) (b)

図20 複合曲管部 1



曲管間に挟まる管が 1m未満であるため、同様に 複合曲管部として扱い、それぞれ 4mを確保す る。(曲管間も一体化する) なお、切管長さは原則として 1m以上とするた め、本配管は説明用の事例である。

(a)

曲管間に挟まる管が 1m以上であるため、それぞれ単独曲管部として扱い、各々1mを確保する。

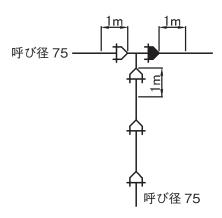
(曲管間は一体化する)

(b)

図21 複合曲管部 2

② T字管部

T字管部の一体化長さは枝管の呼び径で判断し、枝管側に表11の一体化長さを確保する。本管側は、呼び径によらずT字管の両側にそれぞれ1mを確保する。(図22参照)

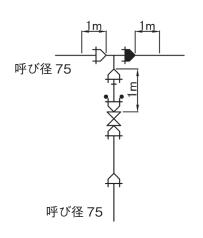


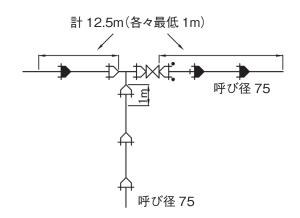
T字管の枝管側に 1m、本管側に 1mを確保する。

図22 T字管部

③複合異形管部

図23~図26に異形管部が近接した複合異形管部の設計水圧1.3MPa、土被り0.6mの場合の設計例を示す。ただし、呼び径75の仕切弁あるいは呼び径 100×75 の片落管の一体化長さは、それぞれ4.5.4および4.5.5の方法により12.5m、6.0mと求まったものとする。





[枝管側に仕切弁を設置]

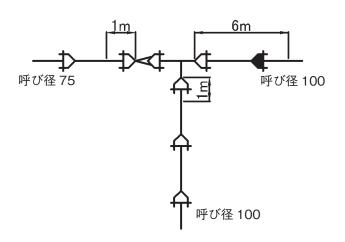
T字管部と仕切弁部の不平均力の方向と大きさが同じであるため、T字管の一体化長さを確保する。

[本管側に仕切弁を設置]

T字管部と仕切弁部の不平均力の方向が直交する ため、T字管と仕切弁それぞれの必要一体化長さを 包含するように確保する。

(a) (b)

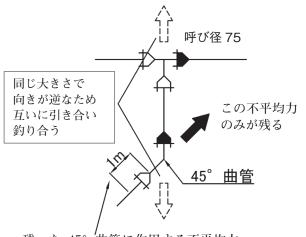
図23 T字管+仕切弁



[本管側に片落管を設置]

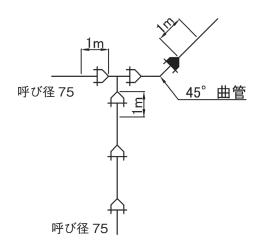
図 21(b)と同様、不平均力の向きが直交するため、 T字管の一体化長さを確保したうえに、さらに片落 管の一体化長さを大管側に確保する。

図24 T字管+片落管



残った 45° 曲管に作用する不平均力 に対する一体化長さを確保する。

T字管の枝管から 45° 曲管までが一体化されているため、T字管部の不平均力は曲管部と釣り合う。このため、45° 曲管の一体化長さを片側に確保する。



[本管側に曲管を設置]

T字管と 45° 曲管の一体化長さをそれぞれ確保する。この場合、T字管と曲管が直結されているため、上記の一体化で両方を包含している。

図25 T字管+曲管

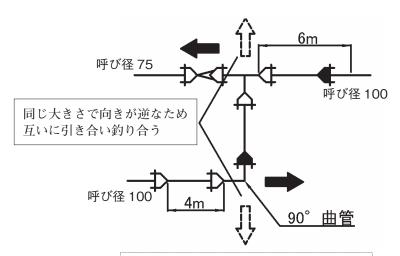


図 28 と同様に、T字管に生じる不平均力と 90°曲管の不平均力の釣り合いを考えると、 90°曲管の不平均力と片落管の不平均力が 残ることになる。

したがって、90°曲管と片落管の一体化長さだけを確保する。

図26 T字管+片落管+曲管

4. 5. 3 適用時の留意点

(1) 適用範囲外の管路

4.5.2に示す一体化長さは、以下の管路には適用できないため注意が必要である。

① 設計水圧が1.3MPaを超える管路

NS形E種管路の設計水圧は1.3MPa以下であるため、1.3MPaを超える設計水圧ではGX形またはNS形を使用し、一体化長さは計算による従来の考え方で設計する。

② K形、T形管路およびK形、T形管路で異形管部のみにNS形E種を使用する管路 埋設実験によると、本資料の一体化長さを適用した場合の異形管部の移動量は十分に小さ く、その安全性は実証されたものであるが、将来、必要な対策を施さずに他工事等で異形管 部の近傍が掘削された場合などの安全性までを考慮したものではない。このため、直管の継 手が離脱する可能性のある一般管路には適用しない。

(2) 既設管路等との接続

K形、T形などの既設の一般管路と新設の耐震管路の連絡部には4.5.2の一体化長さは適用できない。したがって、連絡部は計算による従来の考え方で必要な一体化長さを確保するか、連絡部に防護コンクリートを打設する等の対策を施すことになる。

ただし、連絡部そのものに不平均力が生じておらずかつ連絡部に最も近い新設管の不平均力作用箇所までの離隔距離Lが4.5.2の一体化長さの2倍あるいは計算による従来の一体化長さ以上に離れている場合は、連絡部から十分離れているものとみなし、その不平均力作用箇所には表11の一体化長さをとってもよい(図27参照)。

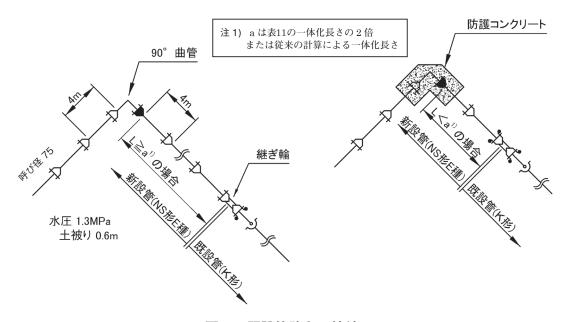


図27 既設管路との接続

(3) 管路末端部、および仕切弁近傍に曲管がある場合の一体化長さ

図28に示すように管路末端部、および仕切弁近傍に曲管がある場合は、4.5.2の一体化長さを適用するのでなく4.5.4による管端部の一体化長さを確保する。この管端部の一体化長さを確保する場所は、(a)のように曲管の両側に管端部の一体化長さを分けて確保しても良い。また単独曲管部、Sベンド、および伏せ越し部等の曲管部の近傍に仕切弁がある場合についても、(b)、(c)の様に管端部の一体化長さを曲管の両側や仕切弁を挟んで確保しても良い。

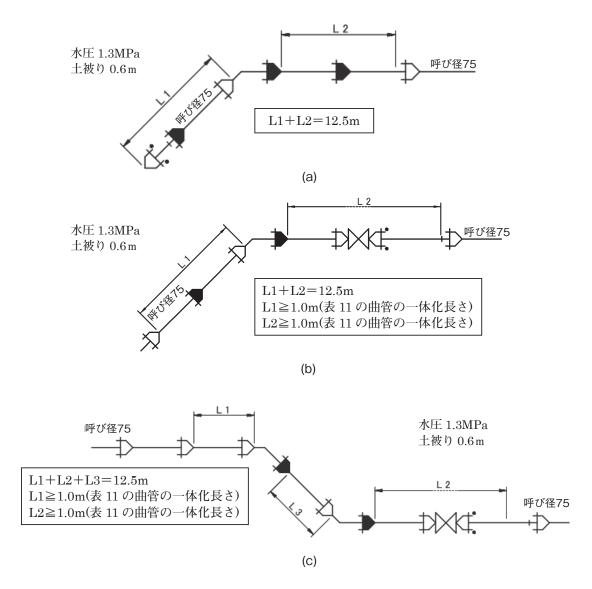


図28 管路末端部、および仕切弁近傍に曲管がある場合の一体化長さ

(4) 水圧

水圧は0.75MPa、1.3MPaの2種類であり、これと異なる水圧の一体化長さを比例配分するなどして求めることはできない。

(5) 事業体の設計基準との整合

事業体が本手法による設計法を採用していない場合は、事業体からの指示を優先するものと する。

4. 5. 4 管端部および仕切弁部

一例として、NS形E種離脱防止継手による呼び径100管端部および仕切弁部の必要一体化長さの計算方法を示す。

(1) 検討条件

呼び径
 管外径
 D = 100
 D₂ = 0.118 m

③ 設計水圧 (=静水圧+水撃圧) : p = 1.3 MPa (= 1300 kN/m²)

(4) 土被り : h = 0.8m

⑤ 管と土との摩擦係数 : $\mu = 0.3$ (ポリエチレンスリーブ有り)

⑥ 土の単位体積重量 $: \gamma_s = 16 \text{ kN/m}^3$

⑦ 設定安全率 $: S_{fp} = 1.25$

(2) 一体化長さの検討

図29に検討を行う管端部および仕切弁部の概要を示す。管端部や弁閉鎖時の仕切弁部には 水圧による不平均力Pが作用する。これに対して、一体化された直管部には管と土との摩擦 力fが抵抗力として作用する。このとき、管と土との摩擦力fの不平均力Pに対する安全率が 設定安全率を確保するように必要一体化長さL。を求める。

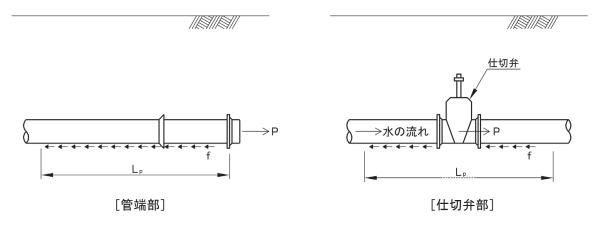


図29 管端部および仕切弁部の概要

① 管端部および仕切弁部に作用する不平均力

$$P = \frac{\pi}{4} D_2^2 p = 14.217 \text{ kN}$$
 (1)

ここに、P:管端部および仕切弁部に作用する不平均力(kN)

D₂:管外径(=0.118 m)

p : 設計水圧 (=1300 kN/m²)

② 土被りによる土圧

土被りによる土圧は、管中心での土被り(以下、有効土被りという)で計算する。有効 土被り2m以下の場合は垂直公式で計算し、2mを越える場合はヤンセン公式の値と有効 土被り2mの垂直公式の値を比較して大きい方を使用する。

ここでは、以下に示す垂直公式で計算する。

$$W_f = \gamma_s h_c \qquad (2)$$

$$= 13.7 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 W_f : 土被りによる土圧 (kN/m^2)

γ。: 土の単位体積重量 (=16 kN/m³)

 h_c : 有効土被り (=h+ $\frac{D_2}{2}$ =0.859 m)

h : 土被り (=0.8 m) D₂: 管外径 (=0.118 m)

③ 必要一体化長さ

直管部に作用する管と土との摩擦力は次式で求まる。

ここに、f : 管と土との摩擦力(kN)

μ:管と土との摩擦係数 (=0.3)

 W_f : 土被りによる土圧 (=13.7 kN/m²)

D₂:管外径(=0.118 m) L_n:必要一体化長さ(m)

また、上記の摩擦力fが不平均力Pに対して、設定安全率を確保するためには次式を満足する必要がある。

$$S_{fp} = \frac{f}{p} \ge 1.25 \quad \dots \quad (4)$$

ここに、S_m:設定安全率

f : 管と土との摩擦力(kN)

P:管端部および仕切弁部に作用する不平均力(=14.217 kN)

したがって、必要一体化長さは次式で求まる。

ここに、L_n:必要一体化長さ(m)

S_{fn}: 設定安全率 (=1.25)

P : 管端部および仕切弁部に作用する不平均力 (=14.217 kN)

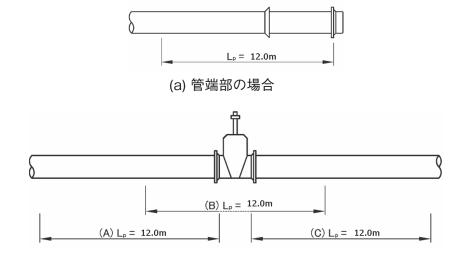
μ:管と土との摩擦係数 (=0.3)

 W_f : 土被りによる土圧 (=13.7 kN/m²)

D₂:管外径(=0.118 m)

(3) まとめ

以上の検討結果より、管端部および仕切弁部の不平均力を保持するための必要一体化長さはL_n=12.0mとなる。図30に一体化長さを確保すべき位置を示す。



備考 一体化長さを確保する位置は(A)、(B)、(C)のいずれの位置でもよいが、(B)の場合は弁キョウ等による土圧低減が予想される。このため、(A)または(C)が望ましい。なお、(B)とする場合は一体化長さのなかに仕切弁の長さは含めないものとする。

(b) 仕切弁部 (離脱防止継手形) の場合 図30 一体化長さを確保すべき位置

(参考)

管端部や仕切弁部は、管と土との摩擦力のみで水圧による不平均力を保持するため、呼び 径が大きくなると必要一体化長さが長くなる。そのため、他の一体化長さと重複し、離脱防 止継手による剛構造管路部が長くなり、鎖構造管路の機能を十分に発揮できないため、以下 の対策を検討すべきである。

①管端部の場合

- ・管端部付近の直管部を巻き込むように防護コンクリートを打設し、不平均力を防護コンクリートのみで保持するかあるいは一体化と防護コンクリートの併用で保持するよう設計する。
- ・帽と接する位置に不平均力を保持できるだけの防護コンクリートを打設する。この防護コンクリートは、次の工区と接続するときには撤去することになる。
- ・立坑やその他の地中構造物に反力を期待できる場合は、H形鋼などで不平均力を伝達する。

②仕切弁部の場合

- ・仕切弁を直接地中に埋設する場合は、仕切弁部または仕切弁前後の直線部を防護コンクリートで巻きたてて、防護コンクリート底面の土との摩擦力と側面の受働土圧で不平均力を保持する。この場合も、防護コンクリートのみあるいは一体化と防護コンクリートの併用のいずれかを検討する。
- ・弁室を築造する場合は、弁室底面の土との摩擦力と側面の受働土圧で不平均力を保持できるように弁室の大きさを設計する。この場合、弁室の壁に巻き込まれる管はパドルをつけるなど弁室と一体化される構造とする。また、弁室は防護コンクリートと比べて一般に大きく、地震時に弁室と地中部の管の挙動が異なる場合があるため、弁室と管との取り合い部は4.3の(2)項(頁14)に示す継ぎ輪の2個使いなどの変位吸収対策を検討することが望ましい。

4. 5. 5 片落管部

一例として、NS形E種離脱防止継手による呼び径100×75片落管部の必要一体化長さの計算例を示す。

(1) 検討条件

① 大口径管の呼び径
 ② 小口径管の呼び径
 ③ 大口径管の外径
 ① D = 100
 ② D = 75
 ③ 大口径管の外径
 ② d₂ = 0.093 m

⑤ 設計水圧 (=静水圧+水撃圧) : p = 1.3 MPa (=1300 kN/m²)

⑥ 大口径管側の土被り : h = 0.8 m $\rat{7}$ 土の内部摩擦角 : ϕ = 30°

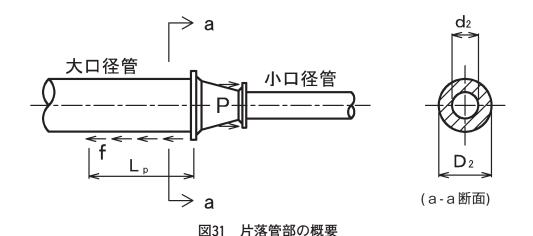
⑧ 管と土との摩擦係数 : μ = 0.3 (ポリエチレンスリーブ有り)

⑨ 土の単位体積重量 : $\gamma_s = 16 \text{ kN/m}^3$

① 設定安全率 : $S_{fi} = 1.25$

(2) 一体化長さの検討

図31に検討を行う片落管部の概要を示す。片落管部には大口径管と小口径管の断面積の差分の水圧による不平均力Pが大口径管側から小口径管側へ向かって作用する。これに対して、片落管と一体化された直管部には管と土との摩擦力fが抵抗力として作用する。このとき、管と土との摩擦力fの不平均力Pに対する安全率が設定安全率を確保するように大口径管側の必要一体化長さLpを求める。



-28 -

① 片落管部に作用する不平均力

$$P = \frac{\pi}{4} (D_2^2 - d_2^2) p = 5.386 \text{ kN}$$
 (1)

ここに、P:片落管部に作用する不平均力(kN)

D₂: 大口径管の外径 (=0.118 m) d₂: 小口径管の外径 (=0.093 m)

p : 設計水圧 (=1300 kN/m²)

②土被りによる土圧

土被りによる土圧は、管中心での土被り(以下、有効土被りという)で計算する。有効 土被り2m以下の場合は垂直公式で計算し、2mを越える場合はヤンセン公式の値と有効 土被り2mの垂直公式の値を比較して大きい方を使用する。

ここでは、以下に示す垂直公式で計算する。

$$W_f = \gamma_s h_c \qquad (2)$$

$$= 13.7 \text{ kN/m}^2$$

ここに、 W_f : 大口径管側の土被りによる土圧(kN/m^2)

γ_s: 土の単位体積重量 (=16 kN/m³)

 h_c : 大口径管側の有効土被り(=h+ $\frac{D_2}{2}$ =0.859 m)

h : 大口径管側の土被り (=0.8 m) D₂: 大口径管の外径 (=0.118 m)

③ 必要一体化長さ

直管部に作用する管と土との摩擦力は次式で求まる。

$$f = \mu W_f \pi D_2 L_p \quad \cdots \qquad (3)$$

ここに、f : 管と土との摩擦力 (kN)

u:管と土との摩擦係数(=0.3)

 W_f : 大口径管側の土被りによる土圧 (=13.7 kN/m²)

D₂: 大口径管の外径 (=0.118 m)

L_n:大口径管側の必要一体化長さ(m)

また、上記の摩擦力fが不平均力Pに対して、設定安全率を確保するためには次式を満足する必要がある。

$$S_{fp} = \frac{f}{P} \ge 1.25 \cdots (4)$$

ここに、S_{fp}:設定安全率

f :管と土との摩擦力(kN)

P : 片落管部に作用する不平均力 (=5.386 kN)

したがって、大口径管側の必要一体化長さは次式で求まる。

$$L_{p} = \frac{S_{fp}P}{\mu W_{f} \pi D_{2}} = 4.42 \text{ m} = 4.40 \text{m} \cdots (5)$$

ここに、L_D:大口径管側の必要一体化長さ (m)

S_{fp}: 設定安全率 (=1.25)

P : 片落管部に作用する不平均力 (=5.386 kN)

μ:管と土との摩擦係数 (=0.3)

 W_f : 大口径管側の土被りによる土圧 (=13.7 kN/m²)

D₂: 大口径管側の外径 (=0.118 m)

(3) まとめ

以上の検討結果より、片落管部の不平均力を大口径管側のみで保持する場合の必要一体化長さはLp=4.40mとなる。図32に一体化長さを確保すべき位置を示す。

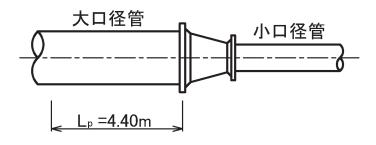


図32 一体化長さを確保すべき位置

(参考)

ここでは、大口径管側のみに一体化長さを確保して不平均力を保持する一般的な場合の計算方法を示したが、大口径管側に配管設計上の何らかの制約がある場合は、大口径管側と小口径管側の両方あるいは小口径管側のみに一体化長さを確保することもできる。この場合の計算方法は以下による。

① 大口径管側と小口径管側の両方の一体化長さで不平均力を保持する場合

上記の(2)の③項に示す式で大口径管側の管と土との摩擦力 f_1 と小口径管側の管と土との摩擦力 f_2 を求め、これらの合計が水圧による不平均力Pに対して設定安全率 S_i を確保するようにそれぞれの一体化長さを求める。この場合、片落管の長さは一体化長さの中に含まないものとする。

② 小口径管側の一体化長さのみで不平均力を保持する場合

上記の(2)の③項に示す式で、小口径管側の管と土との摩擦力fを求め、これが水圧による不平均力Pに対して設定安全率S_fを確保するように一体化長さを求める。ただし、この方法は、大口径管と小口径管の口径差にもよるが一般に一体化長さが長くなる場合が多い。

4. 6 鎖構造管路における防護コンクリートの適用

口径の大きい高水圧管路などでは、これまで述べてきた計算方法による一体化長さが合計50mを超える場合や、場内などの異形管部が多い複雑な管路では、必要な一体化長さが重なって管路のほとんどが離脱防止継手による剛構造管路にならざるを得ない場合が生じる。その結果、配管設計上の支障が生じたり鎖構造管路の機能を十分に発揮できないと判断される場合は、必要に応じて防護コンクリートの適用を検討すべきである。ここにいう防護コンクリートは、鎖構造管路の地盤変位吸収性能を高めるための機能部材と位置づけられるものである。このため、地震動や地盤変動で破損しないように配筋を施すなど慎重に設計する必要がある。参考までにいくつかの事例を示す。

4. 6. 1 一体化長さを短くするために防護コンクリートを併用する場合

一例として、図33に一体化長さの計算結果が長すぎて配管設計上支障となったため、防護コンクリートを併用して一体化長さを短く変更した曲管部の例を示す。ここに、一体化長さと防護コンクリートの形状寸法の設計は、一体化管路部で保持できる水圧分と防護コンクリートで保持できる水圧分の合計が設計水圧となるように行う。これによって、一体化長さを短くできるだけでなく、防護コンクリートの体積も防護コンクリート単独で不平均力を保持する場合よりは小さくすることができる。この考え方は、他の異形管部で一体化と防護コンクリートを併用する場合も同様である。

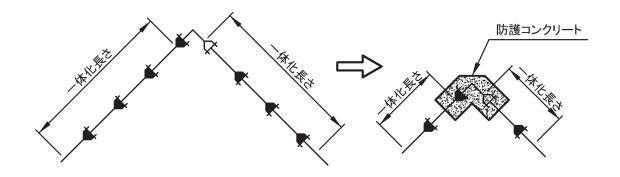


図33 一体化部に防護コンクリートを併用した例

4. 6. 2 複雑な管路で一体化長さが重なる場合

図34に場内などの異形管の多い複雑な管路に防護コンクリートを適用した例を示す。この例では、各異形管部の一体化長さが重なって管路の多くが離脱防止継手による剛構造管路となったため、異形管部の不平均力を防護コンクリートで保持し、その前後に伸縮形耐震継手を使用して管路としての変位吸収性をより高めている。

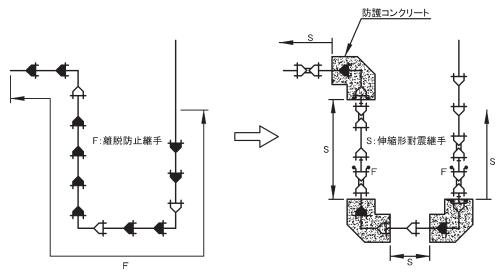


図34 複雑な配管における防護コンクリートの適用例

4. 6. 3 構造物の近傍に曲管部が配置される場合

図35に構造物の近傍に曲管部が配置される例を示す。この例では、構造物周りがすべて離脱防止継手となって地盤変位の吸収性に問題があると判断されたため、構造物との取り合い部に継ぎ輪を2個使用して変位吸収性を高め、同時にこの継ぎ輪が平常時の水圧で伸び出すことを防止するために曲管部に防護コンクリートを設置している。

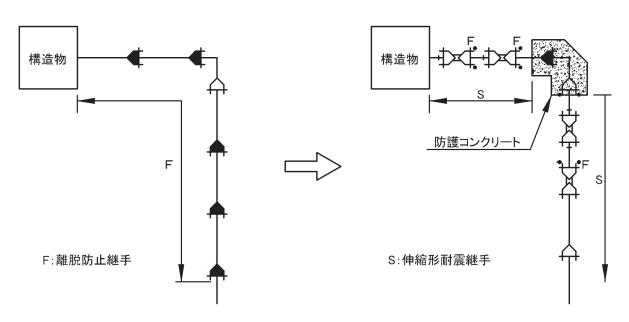


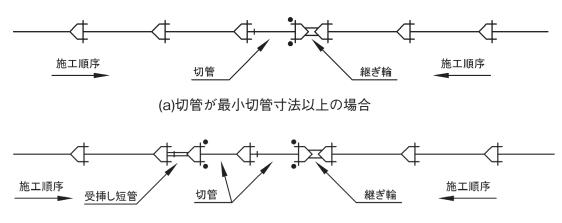
図35 構造物近傍の曲管部に防護コンクリートを設置した例

4.7 管路の寸法調整

4. 7. 1 直線配管時の寸法調整部

配管施工時は、測量誤差や現場条件による種々の制約などによって寸法調整が必要になる。 NS形E種の場合は、切管を使用して現場での寸法調整が可能である。このため、寸法調整が必要となる箇所には、設計段階から切管を適切に配置しておくようにする。直線配管時の寸法調整の例を図36に示す。

[せめ配管の場合]



(b)上図(a)の切管が最小切管寸法未満の場合 (最小切管寸法は表 22 参照)

図36 直線配管時の寸法調整部の例

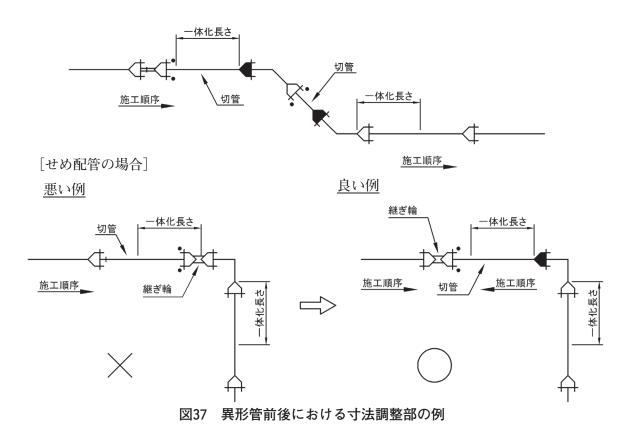
4. 7. 2 異形管前後における寸法調整部

異形管前後の寸法調整は、施工順序にもよるが原則として異形管および仕切弁の前後の管で行う。この場合、多少の長さ調整があった場合でも必要な一体化長さが不足しないように、あらかじめ一体化長さに余裕を見ておくことが望ましい。異形管前後における寸法調整の例を図37に示す。

ここで、継ぎ輪を一体化長さの範囲内に設置する場合、継ぎ輪の伸縮および屈曲を防止するためにN-Linkを用いる。なお、継ぎ輪に異形管の挿し口を接合することは、ゴム輪の正常な接触面の確保ができない問題注1)や継ぎ輪の移動により異形管の接合用フックと押輪が接触による破損や漏水の原因となるため、水密性の観点から不都合であるため避けなければならない。

注1) 異形管の挿し口は管端部から受口深さ程度までの間で外径が管理されている。したがって、施工時において継ぎ輪に異形管の挿し口を受口深さ以上に挿し込んだ場合、ゴム輪の正常な接触面が確保できないため十分な水密性が確保できないことがある。

[一方向に配管する場合]

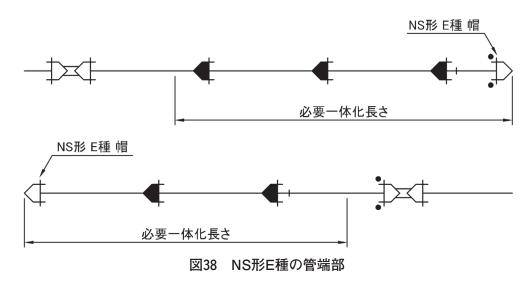


4.8 管端部の処理

将来管路を延長する予定の工区の末端部には、4.5.4(頁25)に示す計算式によって求めた管端部の必要一体化長さを確保する。この間は継手部の伸縮量がなくなるため、鎖構造管路の機能を生かすためには一体化部の前あるいは次工区の最初に継ぎ輪を必要個数設置し、伸縮量を補うよう配慮しておくことが望ましい。

図38にNS形E種の管端部処理の方法を示す。

管端受口部は乙切管と帽の組合せによる。また、管端挿し口部は帽を使用する。なお、次工区との接続は、帽を撤去してから行う。



4. 9 既設管との接続方法

NS形E種直管や異形管、ライナなどの接合の組合せの種類をまとめた接合パターンを表12に示す。 NS形E種で構築される管路はこれらの接合パターンを組み合わせて接合される。

既設管を切断することが可能な場合は、表13に示す方法で接続する。なお図中の両受短管は継ぎ輪でも同様に接合可能である(異形管との接続は両受短管のみ可能)。

表12 接合パターン(既設管がNS形E種の場合)

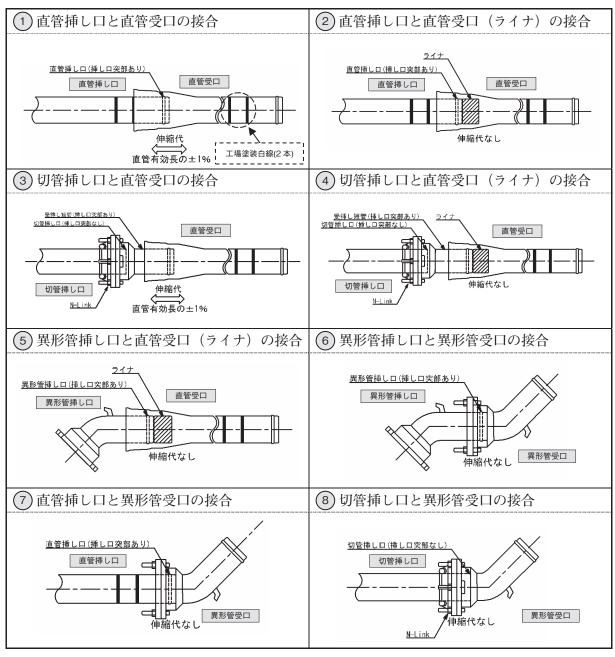
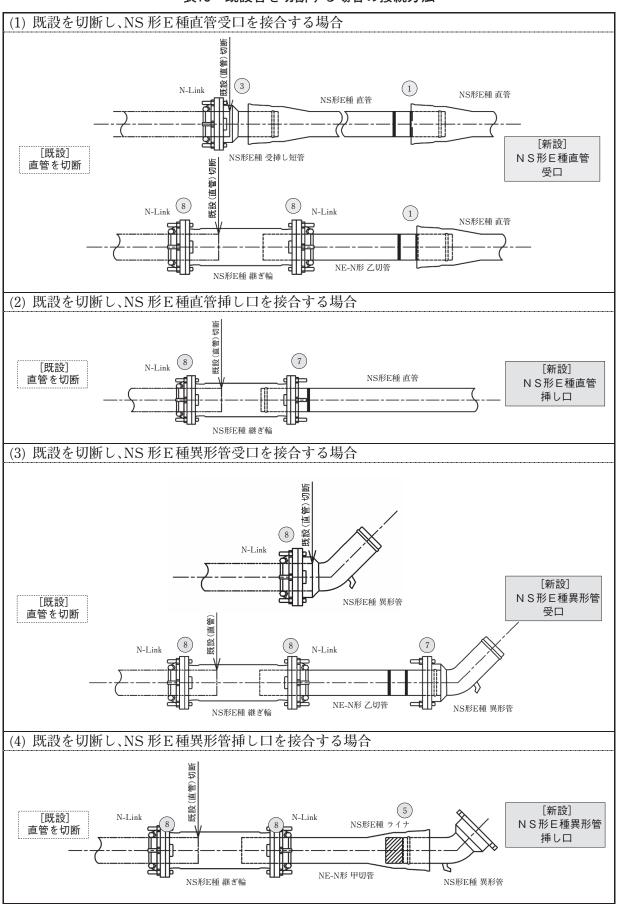


表13 既設管を切断する場合の接続方法



備考) ○内の数値は、「表 12 接合パターン | (頁 35)の番号を示す。

5. 参考資料

5. 1 耐震継手の評価基準

NS形E種継手の伸縮量および離脱防止力は、表14に示す継手の評価基準において伸縮形耐震継手のS-1類A級に区分され、耐震継手として最高ランクの性能に相当する。

表14 耐震継手の評価基準

継手の区分

耐震継手はその継手性能から伸縮形と屈曲形に大別し、それぞれの継手性能から次のように分類、区分する。

(1)伸縮形耐震継手

区分は以下の通りとし、伸縮性能区分と離脱防止性能区分との組合せとする。 ただし、離脱防止性能がなくてもここに示す離脱防止性能に相当する余裕長を持つものは、それぞれの類、級に該当させることができる。

項目	区 分	継手の性能					
	S-1類	伸縮量 ±0.01ℓ mm以上					
伸縮性能	S-2類	〃 ±0.005ℓ mm以上±0.01ℓ mm未満					
	S-3類	〃 ±0.005ℓ mm未満					
	A級	離脱防止力0.3Dtf以上					
離脱防止性能	В級	〃 0.15Dtf以上0.3Dtf未満					
内田刀心 [7] 11. [土]12	C級	〃 0.075Dtf以上0.15Dtf未満					
	D級	〃 0.075Dtf未満					

注) ℓ:管1本の有効長 (mm)

D:管外径 (mm)、一般には呼び径とする。

(2)屈曲形耐震継手

区分は以下の通りとし、屈曲性能区分と離脱防止性能区分との組合せとする。 ただし、離脱防止性能がなくてもここに示す離脱防止性能に相当する余裕長を持つものは、それぞれの類、級に該当させることができる。

項目	区 分	継手の性能
屈曲性能	M-1類 M-2類 M-3類	屈曲角度±15°以上 〃 ±7.5°以上±15°未満 〃 ±7.5°未満
離脱防止性能	A級 B級 C級 D級	離脱防止力0.3Dtf以上 // 0.15Dtf以上0.3Dtf未満 // 0.075Dtf以上0.15Dtf未満 // 0.075Dtf未満

注) D: 管外径 (mm) 、一般には呼び径とする。

[引用文献](財)国土開発技術研究センター:地下埋設管路耐震継手の技術基準(案)、昭和52年3月

5. 2 一体化長さ算出用資料

5. 2. 1 地盤定数

一体化長さの計算に使用する主な地盤定数を以下に示す。

(1) 土の単位体積重量

代表値を表15に示す。普通の地盤では $\gamma = 16 \sim 18 \text{ kN/m}^3$ を使用するのが一般的である。

表15 土の単位体積重量

単位 kN/m³

砂の	場合	粘土の場合		
状態	単位体積重量 γ	状 態	単位体積重量 γ	
非常にゆるい	11~16	非常に軟らかい	16~19	
ゆるい	14~18	軟らかい	16~19	
中位の	17~20	中位の	17~20	
密な	17~22	国か	19~22	
非常に密な	20~23	非常に固い	19~22	

(2) 土の内部摩擦角

砂質土の場合を表16に示す。普通の地盤では $\phi = 30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ の値を使用する。

表16 土の内部摩擦角

状 態	N値	相対密度	内部摩擦角 φ (°)			
八 忠	IN信	旧刈名浸	Peckによる	Meyerhofによる		
非常にゆるい	0~4	0.0~0.2	28.5以下	30以下		
ゆるい	4~10	0.2~0.4	28.5~30	30~35		
中位の	10~30	0.4~0.6	30~36	35~40		
密な	30~50	0.6~0.8	36~41	40~45		
非常に密な	50以上	0.8~1.0	41以上	45以上		

(3) 管と土との摩擦係数

地盤の種類に応じて一般に表17の値を使用する。

表17 管と土との摩擦係数

地盤の種類	摩擦係数μ1)
硬い地盤	0.4
中位の地盤	0.3
軟弱地盤	0.2

注1) NS形E種はポリエチレンスリーブが必須であるため、上記はポリエチレンスリーブを施工した管と土の摩擦係数である。

(4) 横方向地盤反力係数

管路を取り巻く地盤は、ひずみが小さい範囲では弾性体と同じ挙動を示す。このため、水圧による不平均力で管が地盤に押し込まれるとその変位量に比例した地盤反力が管に作用する。このときの地盤の単位面積当たりのばね常数が横方向地盤反力係数(k値)である。一体化長さの計算では、安全をみて軟弱地盤に相当する $k=3,000kN/m^3$ 前後($2,000~5,000kN/m^3$)を使用することが多い。

k値の提案値は多いが参考までにいくつかの例を示す。

① Hopkinsの提案値

Hopkinsは表18の値を提案している。

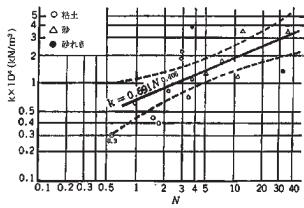
表18 横方向地盤反力係数

土の性質	k (kN/m³)
非常に軟弱なシルトまたは粘土	2,800~14,000
軟弱なシルトまたは粘土	14,000~28,000
普通の粘土	28,000~140,000
固い粘土	140,000~
砂(付着力なし)	28,000~83,000

備考 1kN/m³ = 10⁻⁴kgf/cm³として換算した。

② 福岡らのボーリング孔を利用した実測値

福岡、宇都の試験によるN値と地盤反力係数の関係を図39に示す。



備考 1 kN/m³ = 10⁻⁴kgf/cm³として換算

図39 N値とk値の関係

5. 2. 2 離脱防止継手の限界曲げモーメント

表19にライナを使用した直管継手および異形管継手の限界曲げモーメントを示す。

表19 NS形E種離脱防止継手の限界曲げモーメント

呼び径	限界曲げモーメント ¹⁾ (kN・m)	備考
75	4.4	
100	7.4	4m管の場合
100	7.4	5m管の場合
150	17	

注1) 限界曲げモーメントとは、水圧が作用しない状態で発生応力が弾性限界に 達したときの曲げモーメントを示す。

5. 3 一体化長さ早見表

5. 3. 1 計算条件他

ここでは、4.5.2 あるいはその適用範囲外のものについて以下の条件で計算した一体化長さで早見表を作成した。また、計算結果は0.5m単位で切り上げた。

なお、異形管前後の一体化長さの合計が50mを超えるものについては、原則として防護コンクリートを併用するものとする。

- (1) 土の単位体積重量 $\gamma = 16 \text{kN/m}^3$
- (2) 管と土との摩擦係数 μ = 0.3

5. 3. 2 片落管部

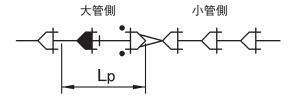


表20 片落管部の一体化長さ

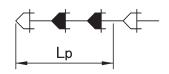
単位: m

呼び径		土被りh=0.6m		土被りh=0.8m		土被りh=1.0m		土被りh=1.2m		土被りh=1.4m	
一 ・		水圧 (MPa) 水圧 (MPa)		水圧(MPa)		水圧 (MPa)		水圧(MPa)			
大管	小管	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3
100	75	3.5	6.0	3.0	4.5	2.5	4.0	2.0	3.5	1.5	2.5
150	100	6.5	11.0	5.0	8.5	4.0	7.0	3.5	6.0	3.0	5.0

備考 1.土被りは大管側の土被りとした。

5. 3. 3 管端部および仕切弁部

管端部 仕切弁部



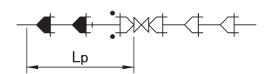


表21 管端部および仕切弁部の一体化長さ

単位: m

	土被りh=0.6m 呼び径 水圧 (MPa)		土被りh=0.8m		土被りh=1.0m		土被りと	n=1.2m	土被りh=1.4m	
呼び径			水圧 (MPa)		水圧 (MPa)		水圧 (MPa)		水圧 (MPa)	
	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3	0.75	1.3
75	7.5	12.5	5.5	9.5	4.5	8.0	4.0	6.5	3.5	5.5
100	9.0	15.5	7.0	12.0	5.5	9.5	5.0	8.0	4.0	7.0
150	12.5	21.0	9.5	16.5	8.0	13.5	6.5	11.5	6.0	10.0

5. 4 切管の有効長

5. 4. 1 切管の最小長さ

切管の有効長の最小長さは小口径の場合、概ね1mとしている。これは現地での切管や解体作業がスムーズに行える寸法として設定されている。しかし、現地においてどうしても1mが確保できない場合、本当にどこまでの長さなら切管可能かが問題となることがある。ここではそのような場合の参考となるように各呼び径における切管や解体作業が可能な最小長さを表22に示す。

5. 4. 2 切管の最大長さ

切管の有効長の最大長さは小口径の場合、以下の式により求める。

甲切管の最大有効長:直管の有効長-200mm 乙切管の最大有効長:直管の有効長-500mm

表22 切管の最小・最大有効長

呼び径	最小長さ(mi	m) 1) 2) 3) 4)	最大長さ	備考	
けび往	甲切管	乙切管	甲切管	乙切管	
75	630	690	3800	3500	
100	630	700	3800	3500	4m管の場合
100	640	710	4800	4500	5m管の場合
150	670	740	4800	4500	

- 備考1) 各寸法は、切管加工をエンジンカッターで行う場合について示した。
 - 2) 各寸法は、管の切断、継手の接合、継手の解体に必要な最小寸法を各々算出し、それらのうち最も長い値を示した。なお、上記寸法は受挿し短管の有効長は含んでいない。
 - 3) 本寸法は継ぎ輪の預け代を考慮していない。そのような配管(せめ等)を行う場合の切管寸法は、別途検討すること。
 - 4) 切断部の外径又は外周長を実測し、外径許容差を満足していることを確認する必要がある。

5. 5 SベンドのLおよびH寸法

表23 SベンドのLおよびH寸法

単位:mm

	90° 曲管 呼び径		45°	曲管	22 1/2	2°曲管	11 1/4	。曲管	5 5/8	°曲管
呼び径					=		1		D = = = = = = = = = = = = = = = = = = =	
	L	Н	L	Н	L	Н	L	Н	L	Н
75	390	390	529	219	538	107	534	53	538	26
100	440	440	563	233	557	111	534	53	538	26
150	560	560	665	275	634	126	594	58	558	27

5. 6 切管全長の算出方法

現地で切管を行う場合には表25に示す方法で切管全長Lを算出すると便利である。また、配管設計時に用いる有効長との関係についても同時に表示した。

表24 切管全長の算出用寸法一覧

単位:mm

呼び径	Р	Y	ライナ幅 A	継ぎ輪 標準胴付 寸法 y ₁	両受短管 標準胴付 寸法 L ₁	受挿し短管 有効長 Lp	備考
75	199.5	45	74	185		240	
100	199.5	45	74	190	20	240	4m管の場合
100	219.5	55	94	200	20	260	5m管の場合
150	238.0	60	99	235		285	

表25 切管全長Lの算出方法

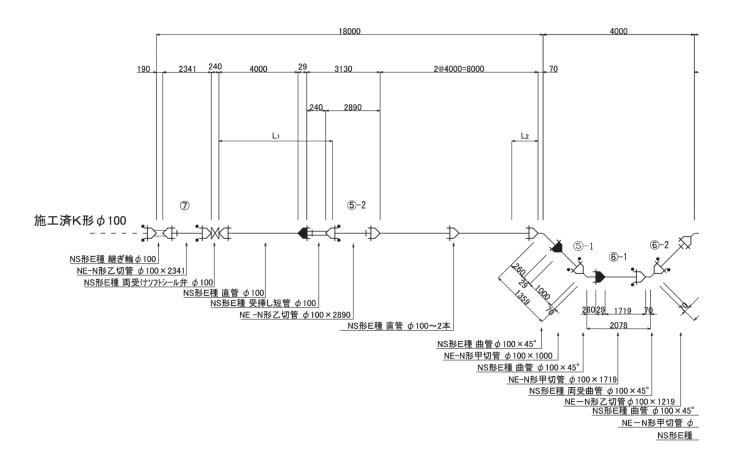
	₹25 切管全長Lの昇出方法		 簡易	 易式	
継手の組み合わせ 	切管全長計算式 (mm)	呼び径	有効長	L (mm))
B B B B B B B B B B		75	4m		155
	L = Lm + P - Y	100	4m	L = Lm +	155
			5m		165
(=有効長)			5m		178
と と と と と と と と と と と と と と と と と と と		75	4m	L = Lm -	31
•	L = 有効長 +P-Y	100	4m		36
Y '	$= Lm + P - Y - y_1$		5m		36
Lm ·		150	5m		57
継ぎ輪 (=有効長) 継ぎ輪		75	4m	$L = Lm - \frac{1}{2}$	370
	L = 有効長	100	4m		380
$ \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c} \begin{array}{c}$			5m		400
		150	5m		470
	L = 有効長 = Lm -y ₁ -A	75	4m	L = Lm -	259
		100	4m		264
			5m		294
		150	5m		334
L P 受挿L短管+N-Link i 直管 L Y	L = 有効長 +P -Y -Lp = Lm + (P -Y) - (Lp +Y)	75	4m		131
		100	4m	L = Lm -	131
			5m		151
Lm		150	5m		167
L Lp 直管 p 受挿し短管+N-Link 直管		75	4m		160
Y 有効長	L = 有効長 +P -Y -Lp	100	4m	L = Lm -	160
	= Lm + (P - Y) $- (Lp + A)$	100	5m		190
		150	5m		206
型が 型が 型が 型が 型が 大力 を が 大力 を を 大力 を 大力 を 大力 を 大力 を 大力 を 大力 大力 大力 大力 大力 大力 大力 大力 大力 大力	L = 有効長 -Lp = Lm -y1 - (Lp +Y)	75	4m	- - L = Lm -	470
		100	4m		475
			5m		515
	\- <u>F</u> -/	150	5m		580

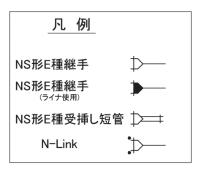
5. 7 NS形E種参考配管例

5. 7. 1 φ100×4000の場合

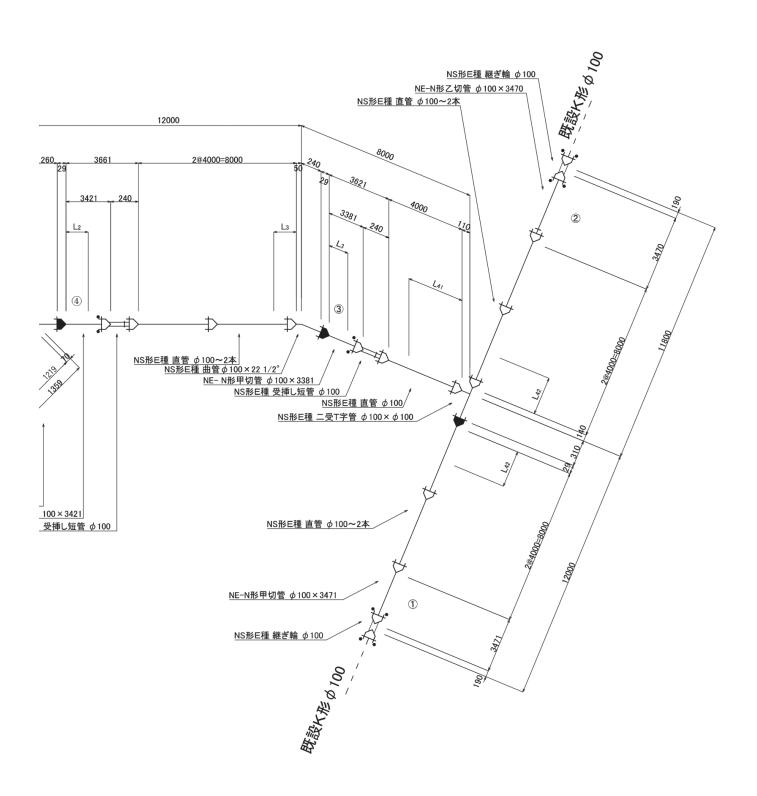
(1) 配管図

土被り : 0.8m 設計水圧 : 0.75MPa





注 1)L1は仕切弁部の必要一体化長さを示す。 2)L2は水平切り回し部の必要一体化長さを示す。 3)L3は水平曲管部の必要一体化長さを示す。 4)L41及びL42はT字管部の必要一体化長さを示す。



(2) 材料表

名称	呼び径・寸法	単位	数量	備考
NS形E種 直管	ϕ 100 × 4000	本	10	
NS形E種 切用管	ϕ 100 × 4000	本	7	切管調書より (①~⑦)
NS形E種 二受T字管	$\phi 100 \times \phi 100$	個	1	
NS形E種 曲管	$\phi 100 \times 45^{\circ}$	個	3	
NS形E種 曲管	$\phi 100 \times 22^{\circ}$ ½	個	1	
NS形E種 両受曲管	$\phi 100 \times 45^{\circ}$	個	1	
NS形E種 受挿し短管	φ 100	個	3	
NS形E種 継ぎ輪	φ 100	個	3	
NS形E種 両受ソフトシール弁	φ 100	基	1	
NS形E種 ライナ	φ 100	組	6	
NS形E種 接合セット	φ 100	組	7	
NS形E種 N-Linkセット	φ 100	組	12	

備考)NS形E種直管用接合部品は管材料に含まれるため、別途計上する必要はない。

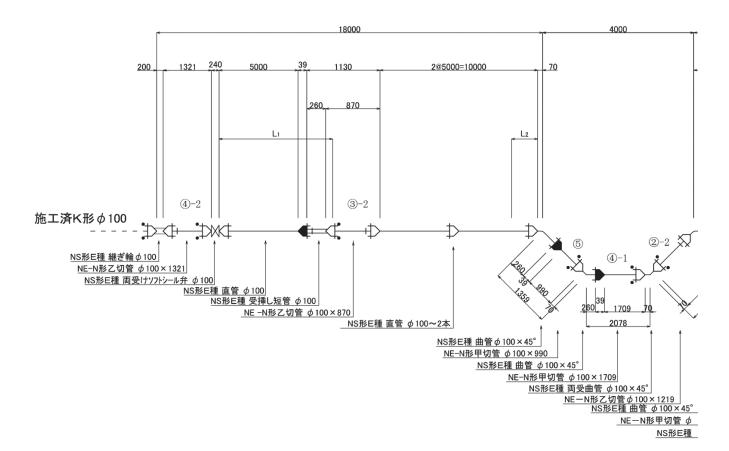
(3) 切管組み合わせ表

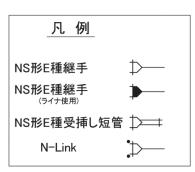
切管組み合わせ	原管形式	有効長 (mm)	残管長 (mm)	切管 箇所数	備考
3471 N N N N N N N N N N N N N N N N N N N	NS形E種 直管	3471	529	1	
NE N 3470 NE	NS形E種 直管	3470	530	1	
3381 N NE	NS形E種 直管	3381	619	1	
3421 N N NE	NS形E種 直管	3421	579	1	
NE	NS形E種 直管	3890	110	2	
1719 N N 1219 H 66-2	NS形E種 直管	2938	1062	2	
NE N 2341	NS形E種 直管	2341	1659	1	

5. 7. 2 φ100×5000の場合

(1) 配管図

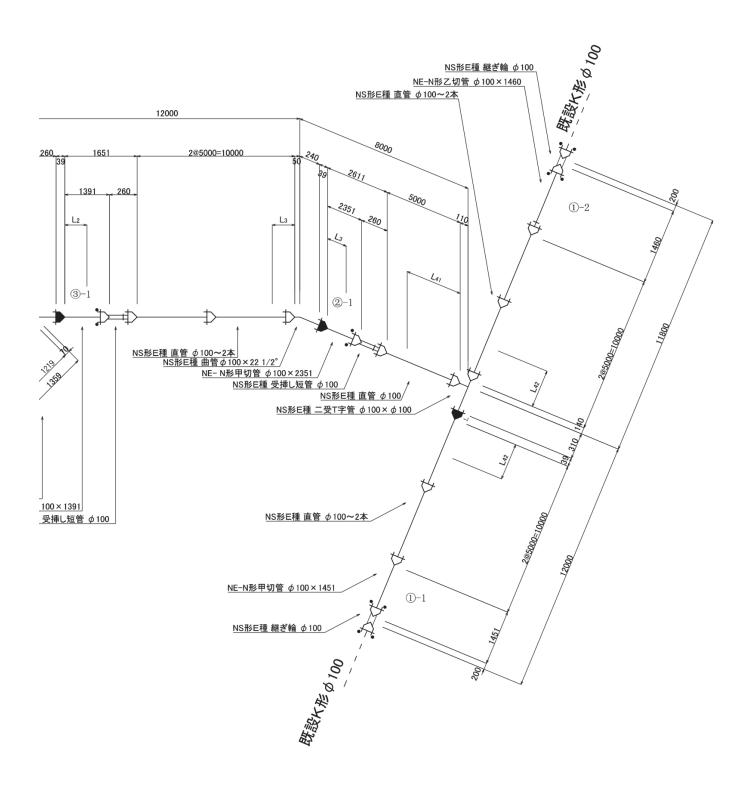
土被り : 0.8m 設計水圧 : 0.75MPa





注 1) L1は仕切弁部の必要一体化長さを示す。

- 2) L2は水平切り回し部の必要一体化長さを示す。
- 3) L3は水平曲管部の必要一体化長さを示す。
- 4)L41及びL42はT字管部の必要一体化長さを示す。



(2) 材料表

名称	呼び径・寸法	単位	数量	備考
NS形E種 直管	ϕ 100 × 5000	本	10	
NS形E種 切用管	ϕ 100 × 5000	本	5	切管調書より (①~⑤)
NS形E種 二受T字管	$\phi 100 \times \phi 100$	個	1	
NS形E種 曲管	$\phi 100 \times 45^{\circ}$	個	3	
NS形E種 曲管	$\phi 100 \times 22^{\circ} 1/2$	個	1	
NS形E種 両受曲管	$\phi 100 \times 45^{\circ}$	個	1	
NS形E種 受挿し短管	φ 100	個	3	
NS形E種 継ぎ輪	φ 100	個	3	
NS形E種 両受ソフトシール弁	φ 100	基	1	
NS形E種 ライナ	ϕ 100	組	6	
NS形E種 接合セット	φ 100	組	7	
NS形E種 N-Linkセット	φ 100	組	12	

備考) NS形E種直管用接合部品は管材料に含まれるため、別途計上する必要はない。

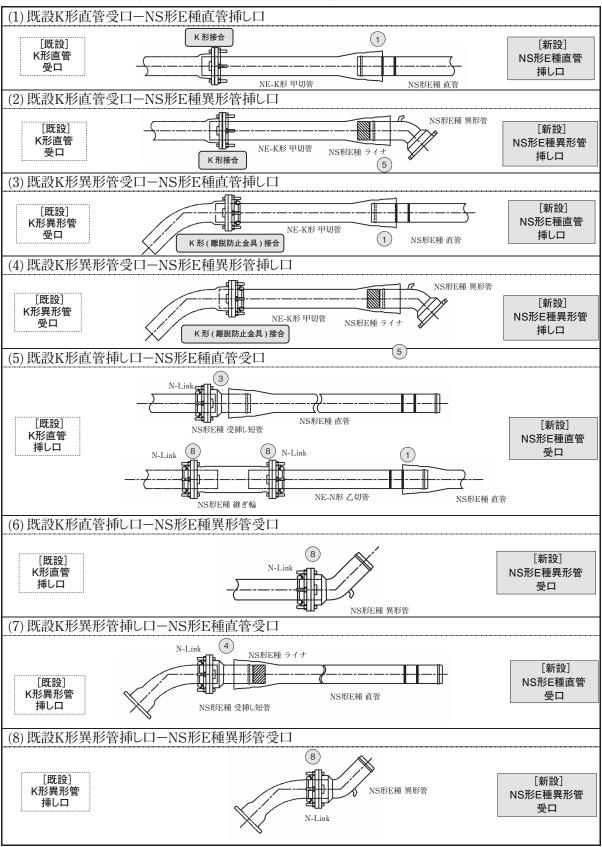
(3) 切管組み合わせ表

切管組み合わせ	原管形式	有効長 (mm)	残管長 (mm)	切管 箇所数	備考
1451 N 1460 NE	NS形E種 直管	2911	2089	2	
2351 N N N 1219 NE 20-2	NS形E種 直管	3570	1430	2	
3-1 N N N N N N N N N N N N N N N N N N N	NS形E種 直管	2261	2739	2	
1709 N N 1321 NE 4-1 4-2	NS形E種 直管	3030	1970	2	
990 N S	NS形E種 直管	990	4010	1	

5.8 既設管との接続例

既設管との接続において、既設管の挿し口および受口を切断せずに接続する場合の例を表26~28に示す。但し、K形挿し口の端面が面取りされている場合は接続してはならない。

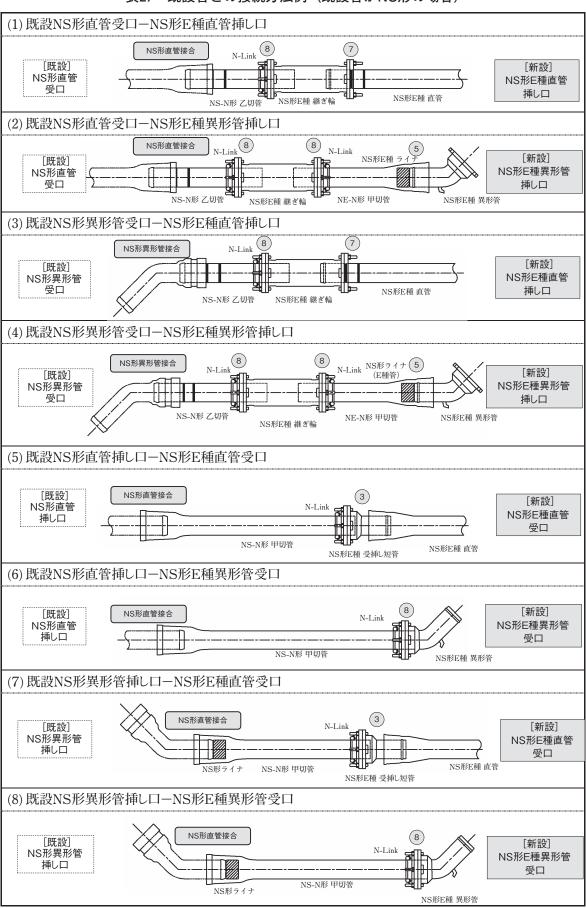
表26 既設管との接続方法例 (既設管がK形の場合)



備考 1) ○内の数値は、「表 12 接合パターン」(頁 35)の番号を示す。

2) K 形の離脱防止金具は、不平均力対策として使用するものである。

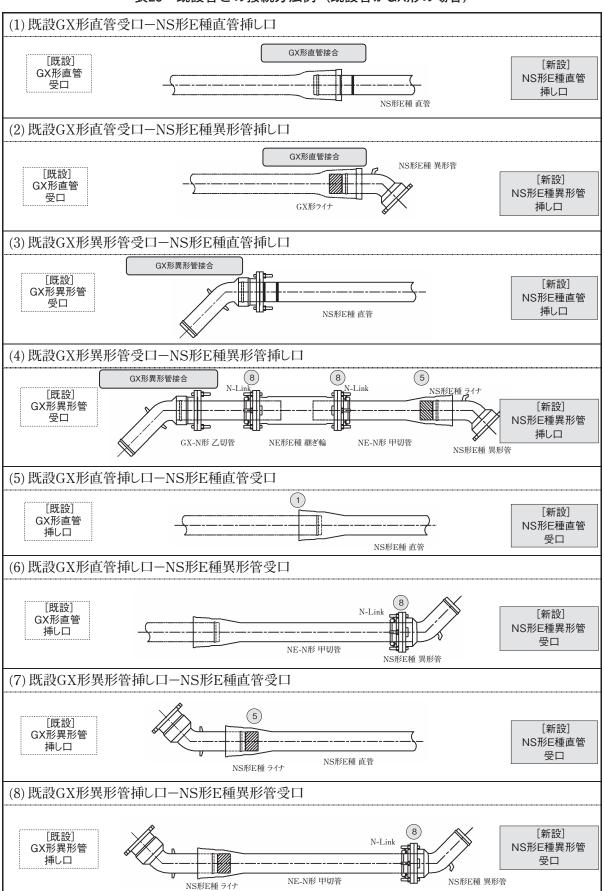
表27 既設管との接続方法例 (既設管がNS形の場合)



備考 1) ○ 内の数値は、「表 12 接合パターン」(頁 35)の番号を示す。

2) NS形 E種とNS形には互換性がないため、直接接合することはできない。

表28 既設管との接続方法例 (既設管がGX形の場合)



- 備考 1) ○内の数値は、「表 12 接合パターン」(頁 35)の番号を示す。
 - 2) NS 形 E 種と GX 形は基本的に互換性を有するため、直接の接合が可能である。ただし、NS 形 E 種と GX 形の 異形管同士、NS 形 E 種の異形管受口と GX 形の直管挿し口は直接接合することができない。

MEMO

技術資料の内容は、製品の仕様変更などで予告なく変更される場合があります。当協会のホームページから最新の技術資料がダウンロードできますので、お手持ちの技術資料をご確認ください。

-般社団法人 日本ダクタイル鉄管協会

https://www.jdpa.gr.jp

本部・関東支部	東京都千代田区九段南4丁目	[8番9号(日本水道会館)
	電話 03(3264)6655(代)	FAX 03 (3264) 5075
関 西 支 部	大阪市中央区南船場4丁目12番	12号 (ニッセイ心斎橋ウェスト)
	電話 06(6245)0401	FAX 06 (6245) 0300
北海道支部	札幌市中央区北2条西2丁目	目41番地(札幌2・2ビル)
	電話 011(251)8710	FAX 011 (522) 5310
東 北 支 部	仙台市青葉区本町2丁目5	番1号(オーク仙台ビル)
	電話 022(261) 0462	FAX 022 (399) 6590
中 部 支 部	名古屋市中村区名駅3丁目	22番8号 (大東海ビル)
	電話 052(561)3075	FAX 052 (433) 8338
中国四国支部	広島市中区立町2番23号	(野村不動産広島ビル)
	電話 082(545)3596	FAX 082 (545) 3586
九 州 支 部	福岡市中央区天神2丁目14	4番2号(福岡証券ビル)
	電話 092(771)8928	FAX 092 (406) 2256