

テクスパン工法設計・施工マニュアル（案）

改定（頂冠部構造）報告書

平成 24 年 5 月

テクスパン工法技術検討委員会

「平成 23 年度テクスパン工法技術検討委員会」

委員長 西村和夫 首都大学東京教授

委員 大川秀雄 新潟大学教授

委員 木村 亮 京都大学教授

委員 丸山久一 長岡技術科学大学教授

委員兼幹事 小橋秀俊 独立行政法人土木研究所 地質・地盤研究グループ 上席研究員

委員兼幹事 石田雅博 独立行政法人土木研究所 橋梁構造研究グループ 上席研究員

委員兼幹事 横田聖哉 株式会社東日本高速道路株式会社 秋田管理事務所長
(前・株式会社高速道路総合技術研究所道路研究部土工研究室長)

委員 松尾 修 財団法人先端建設技術センター

協力委員 平山浩靖 日本テクスパン協会

協力委員 堀田三成 日本テクスパン協会

事務局 財団法人先端建設技術センター

(2012 年 4 月 18 日現在)

目 次

はじめに

1. 頂冠部構造改定について

1) 改定事項対比表

2) テクスパン工法設計施工マニュアル(案)差換え分

はじめに

日本テクスパン協会では、平成 5 年に『テクスパン工法技術検討委員会』を設け、工法に関するさまざまな研究課題を検討、検証を重ねた。そして同協会からの委託に基づき、財団法人先端建設技術センターに産官学からなる『テクスパン工法設計施工マニュアル検討委員会』が設置され、検討を行った結果、平成 10 年 12 月に『テクスパン工法設計施工マニュアル(案)』が発刊され、今日におけるまでテクスパン工法の基準書として活用されてきた。

しかしながら、同マニュアル発刊から 10 数年経った現時点において、構造的な検証、施工時の挙動の検証などのデータの蓄積、世界で使用されている本工法の技術革新など同マニュアルを見直す必要に迫られてきた。

このような状況の中、新たな知見に対する技術性、施工性、安全性などを検討するために再び財団法人先端建設技術センターに委託して、前回同様に産官学からなる『テクスパン工法技術検討委員会』を設けることとなった。本報告書は、平成 23 年度に行われた検討の内、『頂冠部ヒンジ構造』の改定に関して報告するものである。

平成 24 年 4 月

テクスパン工法技術検討委員会

委員長 西村 和夫

1. 頂冠部構造改定について

改定目的

テクスパンは、頂冠部1箇所と脚部2箇所をヒンジとする3ヒンジ静定構造物である。これらのヒンジのうち、特に頂冠部は上昇、下降などの挙動が大きくなることから十分な回転性能が必要となる。しかし、従来の頂冠部ヒンジ構造は、ヒンジを現場打ちのグラウトで形成するため、施工上における品質のバラツキ等が部材の変状につながる場合があった。下部目地材の剛度、形状変更などグラウト漏れ防止に対する改良を施してきたが、現場施工による不確実性に関しては必ずしも払拭できたとは言えなかった。

海外ではアーチ部材を直かに接触させてヒンジを形成する方法が主流となっている。この方法は、ヒンジ部分をプレキャスト化するため、ヒンジ形成に現場作業でのグラウト作業が介在せず、ヒンジ構造の信頼性を向上させることができる。そこで、平成23年度テクスパン工法技術検討委員会において、従来のヒンジ構造とプレキャストヒンジ構造の要素試験結果に対する性能評価・検討を行い、プレキャストヒンジ構造を標準的な頂冠部構造とすべく改定することとなった。

1) 改定事項对比表

4.6 構造細目

テクスパンの設計にあたって検討すべき構造細目は以下のとおりである。

- (1) アーチ部材の形状、寸法、使用材料、配筋または「アーチ部材の構造細目」
- (2) ヒンジの構造
- (3) 坑口部におけるアーチ部材の連結

【解説】

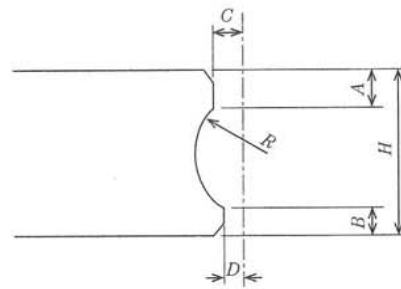
(1) アーチ部材は、必要な強度を有するとともに、組立ての確実性、作業性および耐久性を考慮してその細目を次のように定める。

1) 形状、寸法

アーチ部材はRC構造を基本とし、断面の寸法は、表II.4.6.1に示す組合せを標準とする。なお、表中のフルサイズ部材は一般的なアーチ部材、ハーフサイズ部材はテクスパンの始点

表 II.4.6.1 アーチ部材断面 (mm)

種 類	部材幅 B	部材厚 t
フルサイズ部材	1250	250, 300, 350, 400
ハーフサイズ部材	325	250, 300, 350, 400



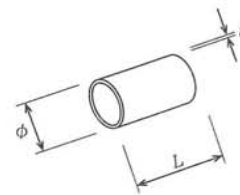
	H	250	300	350	400
A	56	64	89	81	
B	31	46	71	68	
C	50	50	50	50	
D	30	30	30	30	
R	130	130	130	130	

(mm)

図 II.4.6.1 クラウン部の形状

表 II.4.6.2 クラウンパイプの寸法

アーチ部材の種類	クラウンパイプの寸法			
	外径φ (mm)	長さL (mm)	肉厚t (mm)	
250mm幅	フルサイズ部材	139.8	350	6.6
	ハーフサイズ部材	139.8	250	6.6
300mm幅	フルサイズ部材	165.2	350	7.1
	ハーフサイズ部材	165.2	250	7.1
350mm幅	フルサイズ部材	165.2	350	7.1
	ハーフサイズ部材	165.2	250	7.1
400mm幅	フルサイズ部材	216.3	350	10.3
	ハーフサイズ部材	216.3	250	10.3



4.6 構造細目

テクスパンの設計にあたって検討すべき構造細目は以下のとおりである。

- (1) アーチ部材の形状、寸法、使用材料、配筋または「アーチ部材の構造細目」
- (2) ヒンジの構造
- (3) 坑口部におけるアーチ部材の連結

【解説】

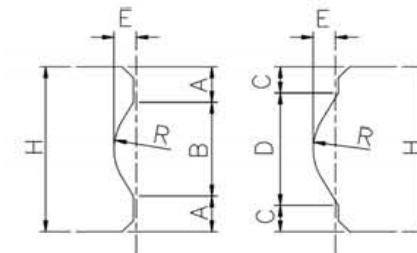
(1) アーチ部材は、必要な強度を有するとともに、組立ての確実性、作業性および耐久性を考慮してその細目を次のように定める。

1) 寸法、形状

アーチ部材はRC構造を基本とし、断面の寸法は、表II.4.6.1に示す組合せを標準とする。なお、標柱のフルサイズ部材は一般的なアーチ部材、ハーフサイズ部材はテクスパンの始点と終点に設けられる半幅の部材である。また、クラウン部の形状は図II.4.6.1に示すものを標準とする。

表 II.4.6.1 アーチ部材断面 (mm)

種 類	部材幅 B (mm)	部材厚 t (mm)
フルサイズ部材	1250	250, 300, 350, 400
ハーフサイズ部材	625	250, 300, 350, 400



	H	250	300	350	400
A	42	65	54	79	
B	166	170	242	242	
C	20	48	34	59	
D	210	204	282	282	
E	39	39	50	50	
R	100	100	130	130	

図 II.4.6.1 クラウン部の形状

2) 使用材料

① クラウンプレート

アーチ部材のクラウン部には亜鉛めっき鋼板(SS400)を加工したクラウンプレートを用いることを標準とする。このクラウンプレートは、海外でのテクスパン構造物に多く用いられてきており、これまで900例を超える施工実績、施工件数を踏まえた信頼性に基づき形状を定めたものである。本仕様のクラウンプレートの形状例を図II.4.6.2に示す。

将来の長期に亘る維持・補修の観点からクラウンプレートに代わる仕様が望まれる場合には、クラウン部の性能が保たれることを確認すれば、改良された部材を用いても良いものとする。

と終点に設けられる半幅の部材である。また、クラウン部の形状は図 II.4.6.1 に示すものを標準とする。

2) 使用材料

① クラウンパイプ

アーチ部材のクラウンのヒンジ部に取り付けられるクラウンパイプには、JIS G 3444 の STK 400 に適合する鋼管パイプを使用する。部材寸法（アーチ部材厚）と標準的なクラウンパイプの寸法との関係を表 II.4.6.2 に示す。

② 吊り金具

アーチ部材の吊り上げ時に使用される吊りアンカー金具等は、JIS G 3101（一般構造用圧延鋼材）の SS 400, JIS G 3507（冷間圧造用炭素鋼線材）の SWRCH 10 R, 12 A, 15 A, 12 K, 15 K, 17 K, または JIS G 4051（機械構造用炭素鋼鋼材）の S 15 C に適合するものを標準とする。

表 II.4.6.3 吊り金具の使用例（デーハーアンカー）

部 材	規 格	鋼材記号または種別、品質
吊り金具	JIS G 3101 一般構造用圧延鋼材	SS 400
	JIS G 3507 冷間圧造用炭素鋼線材	SWRCH 10 R, 12 A, 15 A, 12 K, 15 K, 17 K
	JIS G 4051 機械構造用炭素鋼鋼材	S 15 C

吊り金具の使用例を表 II.4.6.3 に示す。

3) 配筋

アーチ部材の配筋の例を図 II.4.6.2 に示す。鉄筋の最小かぶり (c_{min}) は 20mm 以上とす

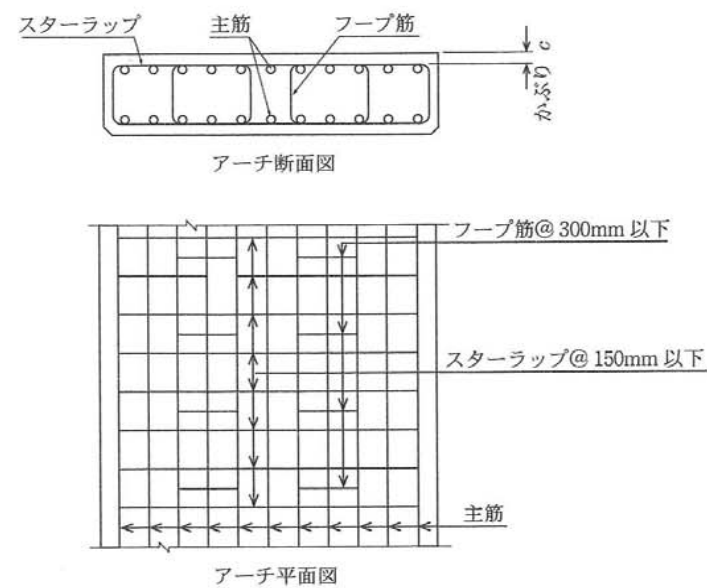
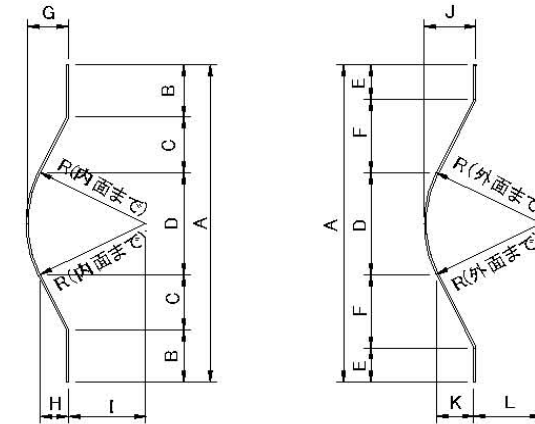


図 II.4.6.2 アーチ部材の配筋要領図 (例)



部材厚 t	250	300	350	400
A	210	260	310	360
B	22	45	34	59
C	32	34	63	63
D	102	102	116	116
E	0	28	14	39
F	54	51	83	83
G	36	36	47	47
H	20	20	31	31
I	66	66	85	85
J	48	46	57	57
K	34	30	41	41
L	52	56	75	75
R	100	100	130	130

図 II.4.6.2 クラウンプレートの形状 (例)

② 吊り金具

アーチ部材の吊り上げ時に使用される吊りアンカー金具等は、JIS G 1301（一般構造用圧延鋼材）の SS400, JIS G 3507（冷間圧造用炭素鋼鋼材）の SWRCH10R, 12A, 15A, 12K, 15K, 17K, または JIS G 4051（機械構造用炭素鋼鋼材）の S15C に適合するものを標準とする。

表 II.4.6.3 吊り金具の使用例（デーハーアンカー）

部 材	規 格	鋼材記号または種別、品質
吊り金具	JIS G 1301 一般構造用圧延鋼材	SS400
	JIS G 3507 冷間圧造用炭素鋼鋼材	SWRCH10R, 12A, 15A, 12K, 15K, 17K
	JIS G 4051 機械構造用炭素鋼鋼材	S15C

吊り金具の使用例を表 II.4.6.3 に示す。

2) 配筋

アーチ部材の配筋の例を図 II.4.6.3 に示す。鉄筋の最小かぶり (c_{min}) は 20mm 以上とす

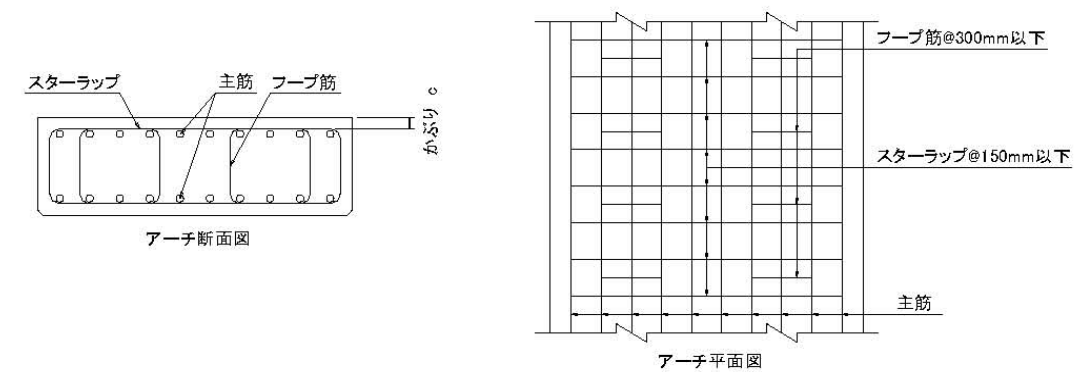


図 II.4.6.3 アーチ部材の配筋要領図

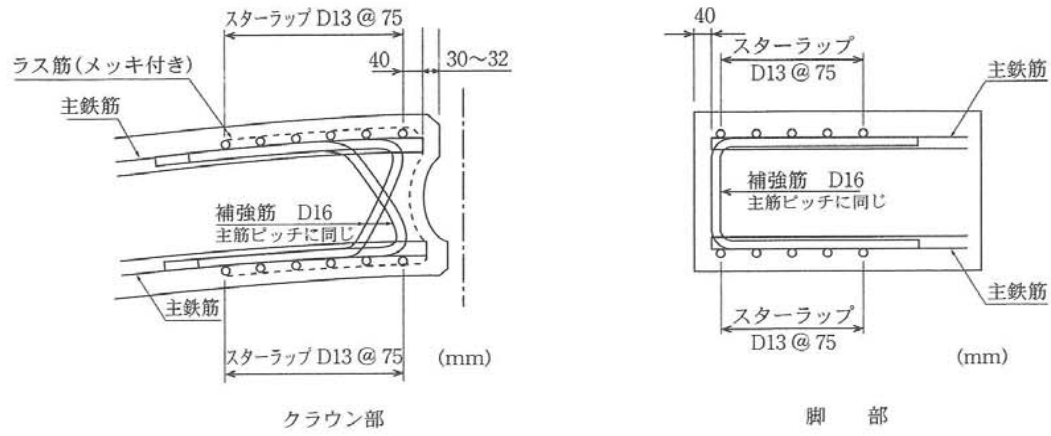


図 II.4.6.3 クラウン部および脚部の配筋要領図

る。また、クラウン部および脚部の配筋は、図 II.4.6.3 に示す要領図を標準とする。

- (2) テクスパンのヒンジ構造は、必要な強度を有するとともに、軸力およびせん断力の伝達と十分な回転機能を考慮して定める。テクスパンのヒンジには、アーチ部材の両クラウン部を横断方向に結合するクラウン部ヒンジとアーチ部材の脚部と基礎とを横断方向に結合する脚部ヒンジとがある。

クラウン部ヒンジの構造は、図 II.4.6.4(a) に示すように縦断方向に鉄筋で補強したモルタル円柱にアーチ部材を突き合わせた形状を有するもので、3 ヒンジアーチの機能を十分に

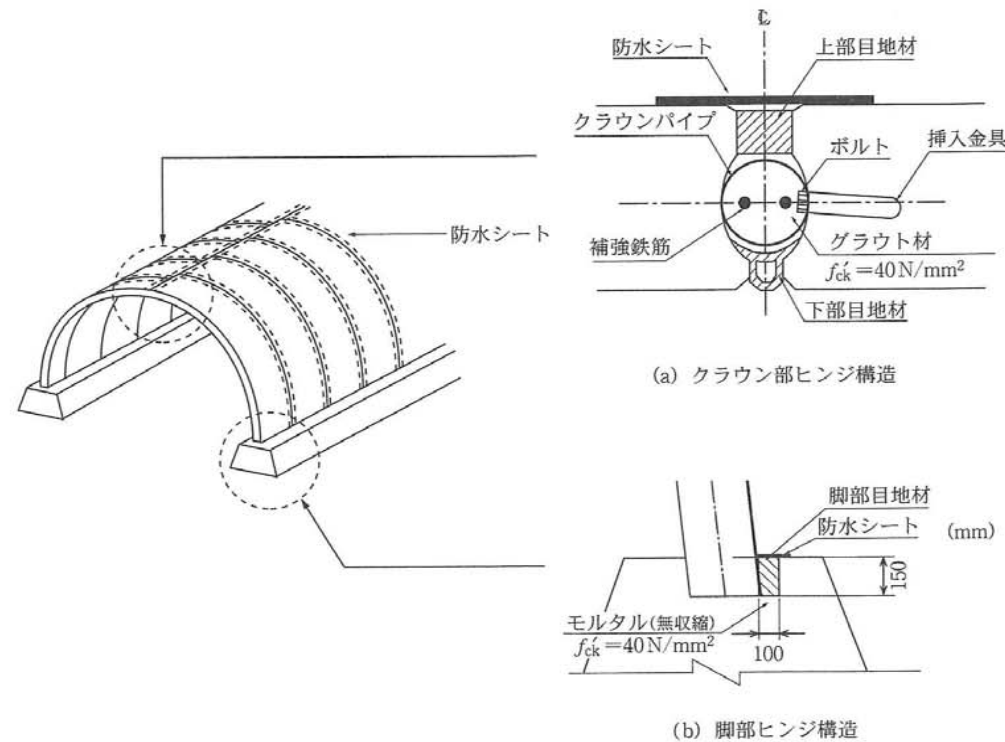


図 II.4.6.4 クラウン部と脚部のヒンジ構造 (例)

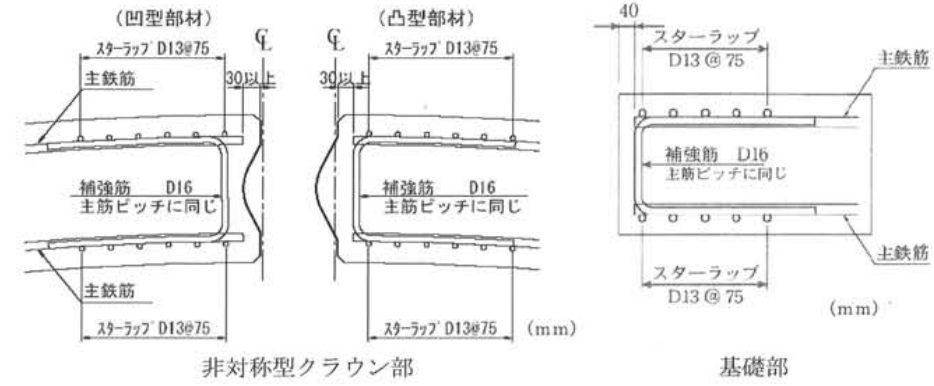


図 II.4.6.4 配筋図 (例)

する。また、クラウン部および脚部の配筋は、図 II.4.6.4 に示す要領図を標準とする。

- (2) テクスパンのヒンジ構造は、必要な強度を有するとともに、軸力およびせん断力の伝達と十分な回転機能を考慮して定める。テクスパンのヒンジには、アーチ部材の両クラウン部を横断方向に結合するクラウン部ヒンジとアーチ部材の脚部と基礎とを横断方向に結合する脚部ヒンジとがある。

クラウン部ヒンジの構造は、図 II.4.6.5(a) に示すようにアーチ部材を凸凹形状にした「非対称型」の部材一体型ヒンジ構造とし、3 ヒンジアーチの機能を十分に満足できる性能が要

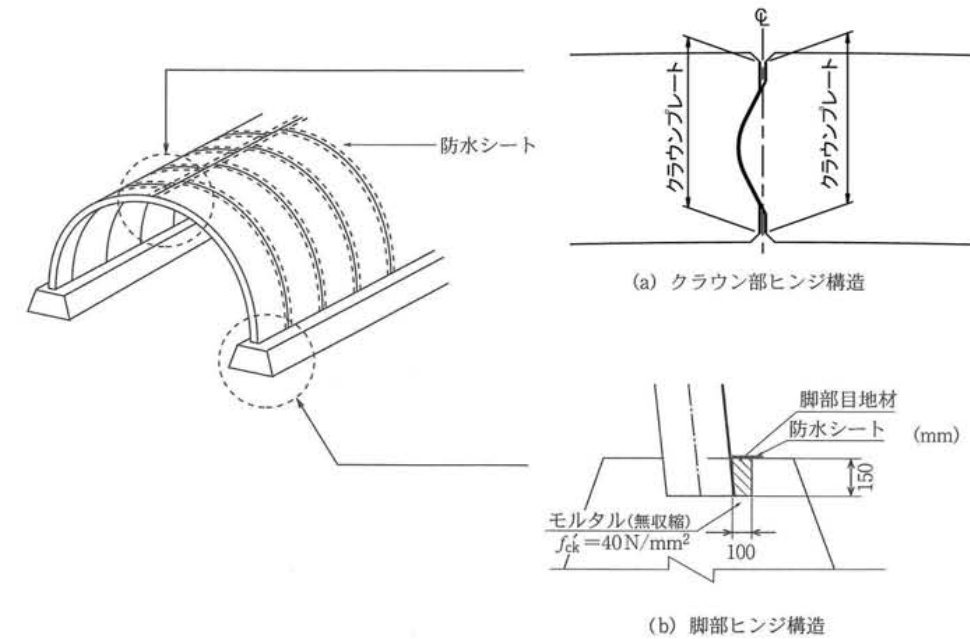


図 II.4.6.5 クラウン部と脚部のヒンジ構造 (例)

表 II.4.6.4 連結部材の規格寸法 (ボルトによる連結の例)

部 材 名 称	寸 法 (mm)	材 質	めっき	備 考
両ネジボルト・ナット(4) 平座金(4)枚付き	M 20×880	SS 400	HDZ 35	フルサイズとフルサイズを連結する場合
両ネジボルト・ナット(4) 平座金(4)枚付き	M 20×680			フルサイズとハーフサイズを連結する場合
アングルピース	150×150×25×250		HDZ 50	
Uボルト・ナット(2) 平座金・四角座金付き	M12×77×85×125		HDZ 35	

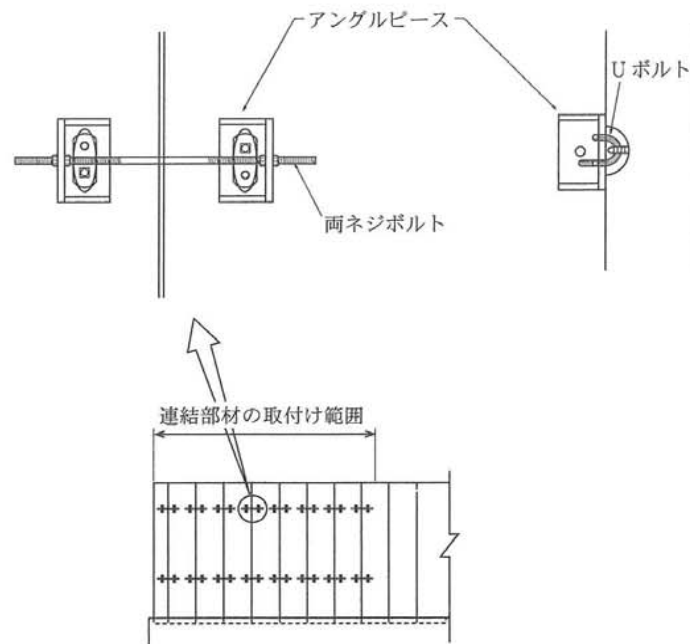


図 II.4.6.5 外部連結方式 (例)

満足できる性能が要求される。テクスパンのヒンジ構造に要求される回転性能は、通常の設計の範囲では 100 分の 1 ラジアン程度以下である。この回転性能は、クラウン部では円形に管理された構造上の打継ぎ面 (アーチ部材とグラウト材) において保証され、脚部ではモルタル注入時に設置するゴム系の脚部目地材の変形性能によって保証される。

クラウン部のヒンジ構造では、回転を許す円形面の確保が重要であるが、クラウン部の上部目地部あるいは下部目地部にグラウト材等が充填されてこの回転を阻害すると、アーチ部材の欠損等の問題が発生する可能性があるため、クラウン部に付与すべき形状および寸法は設計図に明示する必要がある。

脚部のヒンジ構造ではこの回転性能が、脚部目地材の形状、寸法および材料特性により規定されるため、図 II.4.6.4.(b) に示す材料および構造細目に従うことが望ましい。

(3) テクスパンは、クラウン部縦断方向の鉄筋による連結を除くと独立したアーチ部材が交互に組み合わせられた構造となっている。このため地震時の振動による坑口付近の盛土の挙動が

表 II.4.6.4 連結部材の規格寸法 (ボルトによる連結の例)

部 材 名 称	寸 法 (mm)	材 質	めっき	備 考
両ネジボルト・ナット(4) 平座金(4)枚付き	M 20×880	SS 400	HDZ 35	フルサイズとフルサイズを連結する場合
両ネジボルト・ナット(4) 平座金(4)枚付き	M 20×680			フルサイズとハーフサイズを連結する場合
アングルピース	150×150×25×250		HDZ 50	
Uボルト・ナット(2) 平座金・四角座金付き	M12×77×85×125		HDZ 35	

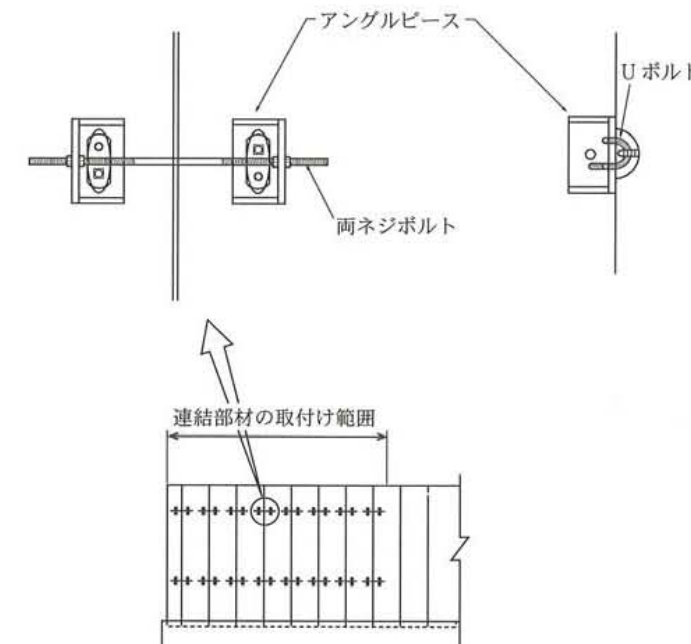


図 II.4.6.6 クラウン部と脚部のヒンジ構造 (例)

求される。

テクスパンのヒンジ構造に要求される回転性能は、通常の範囲では、100 分の 1 ラジアン程度以下である。この回転性能は、クラウン部では、クラウンの接触面において保証され、脚部ではモルタル注入時に設置するゴム系の脚部目地材の変形性能によって保証される。また非対称型のクラウンは、対称型 (従来のヒンジ部である) で必要となる頂冠部の下部目地材の挿入やグラウト充填などの現場施工を無くし、プレキャスト化することにより均一な品質が確保された回転性能を有すると言える。

脚部のヒンジ構造ではこの回転性能が、脚部目地材の形状、寸法、および材料特性により規定されるため、図 II.4.6.5(b) に示す材料および構造細目に従うことが望ましい。

(3) テクスパンは、クラウン部縦断方向の鉄筋による連結を除くと独立したアーチ部材が交互に組み合わせられた構造となっている。このため地震時の振動による坑口付近の盛土の挙動が

2) テクスパン工法設計施工マニュアル(案)差換え分

以降の 4 ページは、B5 で印刷すればテクスパン工法設計施工マニュアル(案)に直接貼り付けることができます。

4.6 構造細目

テクспанの設計にあたって検討すべき構造細目は以下のとおりである。

- (1) アーチ部材の形状、寸法、使用材料、配筋または「アーチ部材の構造細目」
- (2) ヒンジの構造
- (3) 坑口部におけるアーチ部材の連結

【解説】

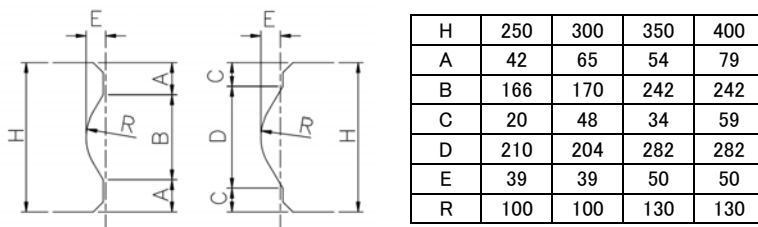
(1) アーチ部材は、必要な強度を有するとともに、組立ての確実性、作業性および耐久性を考慮してその細目を次のように定める。

1) 寸法、形状

アーチ部材はRC構造を基本とし、断面の寸法は、表Ⅱ.4.6.1に示す組合せを標準とする。なお、標柱のフルサイズ部材は一般的なアーチ部材、ハーフサイズ部材はテクспанの始点と終点に設けられる半幅の部材である。また、クラウン部の形状は図Ⅱ.4.6.1に示すものを標準とする。

表Ⅱ.4.6.1 アーチ部材断面 (mm)

種 類	部材幅 B(mm)	部材厚 t(mm)
フルサイズ部材	1250	250, 300, 350, 400
ハーフサイズ部材	625	250, 300, 350, 400



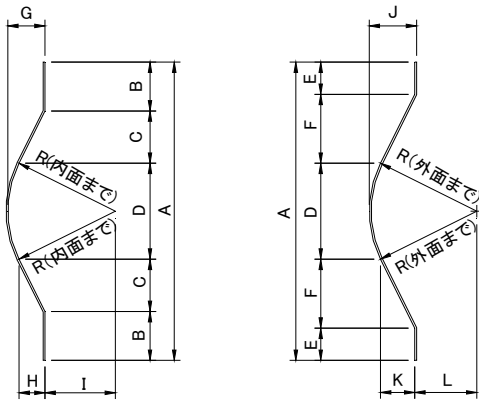
図Ⅱ.4.6.1 クラウン部の形状

2) 使用材料

① クラウンプレート

アーチ部材のクラウン部には亜鉛めっき鋼板(SS400)を加工したクラウンプレートを用いることを標準とする。このクラウンプレートは、海外でのテクспан構造物に多く用いられてきており、これまで900例を超える施工実績、施工件数を踏まえた信頼性に基づき形状を定めたものである。本仕様のクラウンプレートの形状例を図Ⅱ.4.6.2に示す。

将来の長期に亘る維持・補修の観点からクラウンプレートに代わる仕様が望まれる場合には、クラウン部の性能が保たれることを確認すれば、改良された部材を用いても良いものとする。



部材厚 t	250	300	350	400
A	210	260	310	360
B	22	45	34	59
C	32	34	63	63
D	102	102	116	116
E	0	28	14	39
F	54	51	83	83
G	36	36	47	47
H	20	20	31	31
I	66	66	85	85
J	48	46	57	57
K	34	30	41	41
L	52	56	75	75
R	100	100	130	130

図 II. 4. 6. 2 クラウンプレートの形状 (例)

② 吊り金具

アーチ部材の吊り上げ時に使用される吊りアンカー金具等は、JIS G 1301 (一般構造用圧延鋼材) の SS400, JIS G 3507 (冷間圧造用炭素鋼鋼材) の SWRCH10R, 12A, 15A, 12K, 15K, 17K, または JIS G 4051 (機械構造用炭素鋼鋼材) の S15C に適合するものを標準とする。

表 II.4.6.3 吊り金具の使用例 (デーハーアンカー)

部 材	規 格	鋼材記号または種別, 品質
吊り金具	JIS G 1301 一般構造用圧延鋼材	SS400
	JIS G 3507 冷間圧造用炭素鋼鋼材	SWRCH10R, 12A, 15A, 12K, 15K, 17K
	JIS G 4051 機械構造用炭素鋼鋼材	S15C

吊り金具の使用例を表 II. 4. 6. 3 に示す。

2) 配筋

アーチ部材の配筋の例を図 II. 4. 6. 3 に示す。鉄筋の最小かぶり (c_{min}) は 20mm 以上と

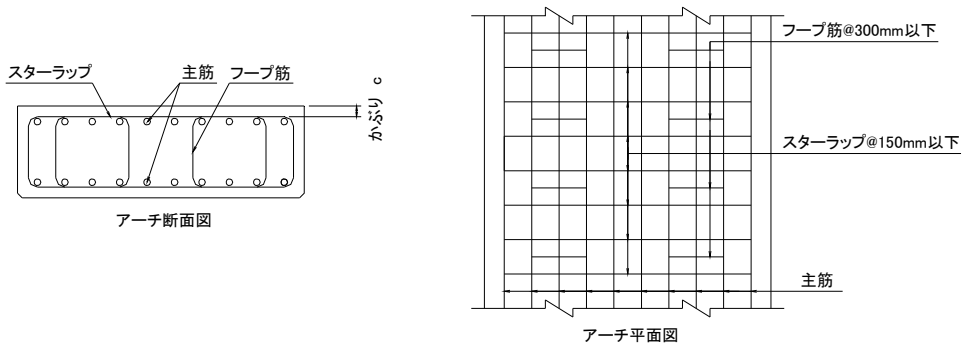
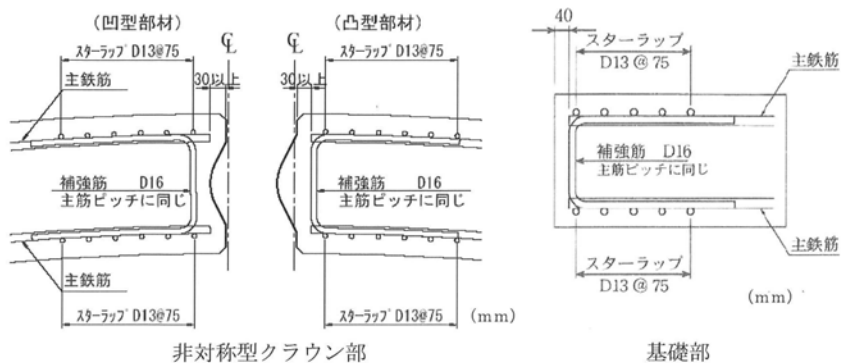


図 II. 4. 6. 3 アーチ部材の配筋要領図

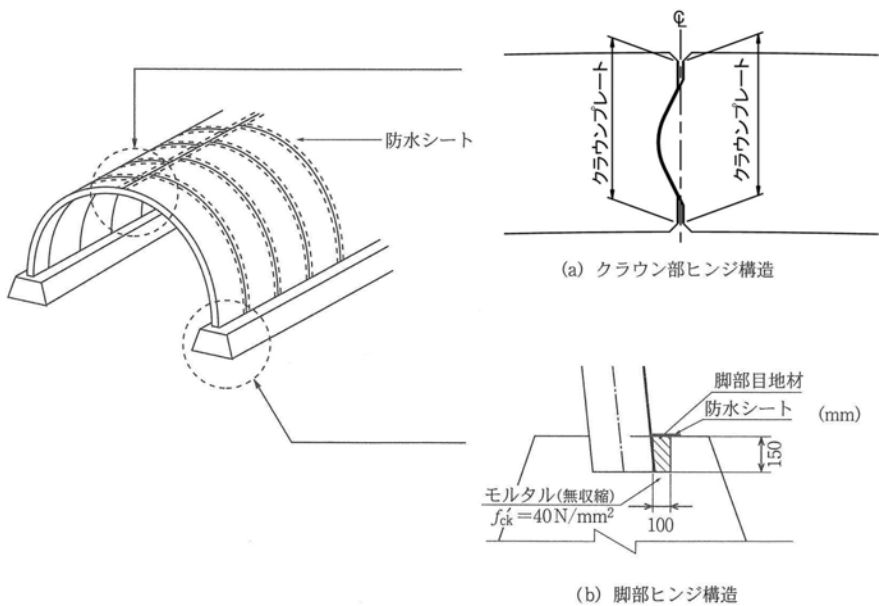


図Ⅱ.4.6.4 配筋図(例)

する。また、クラウン部および脚部の配筋は、**図Ⅱ.4.6.4**に示す要領図を標準とする。

- (2) テクスパンのヒンジ構造は、必要な強度を有するとともに、軸力およびせん断力の伝達と十分な回転機能を考慮して定める。テクスパンのヒンジには、アーチ部材の両クラウン部を横断方向に結合するクラウン部ヒンジとアーチ部材の脚部と基礎とを横断方向に結合する脚部ヒンジとがある。

クラウン部ヒンジの構造は、**図Ⅱ.4.6.5(a)**に示すようにアーチ部材を凸凹形状にした「非対称型」の部材一体型ヒンジ構造とし、3ヒンジアーチの機能を十分に満足できる性能が要



図Ⅱ.4.6.5 クラウン部と脚部のヒンジ構造(例)

表 II.4.6.4 連結部材の規格寸法 (ボルトによる連結の例)

部 材 名 称	寸 法 (mm)	材 質	め っ き	備 考
両ネジボルト・ナット (4) 平座金 (4) 枚付き	M 20×880	SS 400	HDZ 35	フルサイズとフルサイズを連結する場合
両ネジボルト・ナット (4) 平座金 (4) 枚付き	M 20×680			フルサイズとハーフサイズを連結する場合
アングルピース	150×150×25×250		HDZ 50	
U ボルト・ナット (2) 平座金・四角座金付き	M12×77×85×125		HDZ 35	

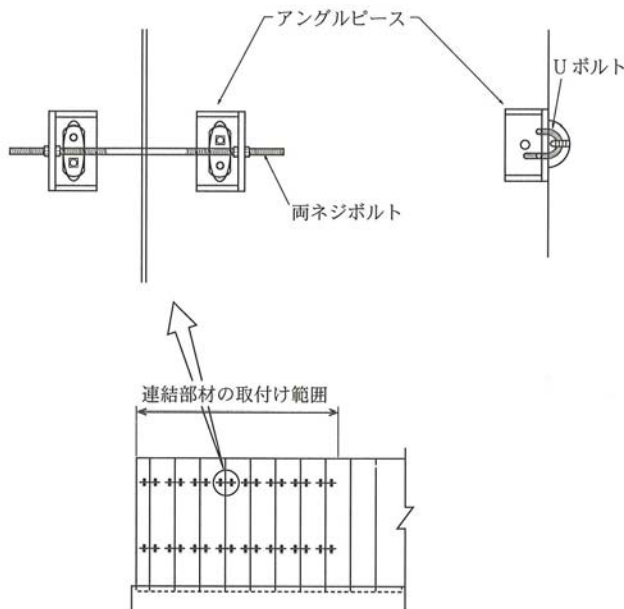


図 II.4.6.6 クラウン部と脚部のヒンジ構造 (例)

求される。

テクスパンのヒンジ構造に要求される回転性能は、通常の範囲では、100分の1ラジアン程度以下である。この回転性能は、クラウン部では、クラウンの接触面において保証され、脚部ではモルタル注入時に設置するゴム系の脚部目地材の変形性能によって保証される。また非対称型のクラウンは、対称型（従来のヒンジ部である）で必要となる頂冠部の下部目地材の挿入やグラウト充填などの現場施工を無くし、プレキャスト化することにより均一な品質が確保された回転性能を有すると言える。

脚部のヒンジ構造ではこの回転性能が、脚部目地材の形状、寸法、および材料特性により規定されるため、図 II.4.6.5(b) に示す材料および構造細目に従うことが望ましい。

(3) テクスパンは、クラウン部縦断方向の鉄筋による連結を除くと独立したアーチ部材が交互に組み合わされた構造となっている。このため地震時の振動による坑口付近の盛土の挙動が