

無電柱化低コスト手法技術検討委員会

中間とりまとめ [参考資料]

- I. 埋設深さに関する検証(試験①)
- II. 電力ケーブルと通信ケーブルの離隔距離に関する検証(試験②)
- III. 直接埋設方式、小型ボックス活用埋設方式の施工性確認の検証(試験③)

試験①「埋設深さ確認試験」の概要(1)

試験場所	(国研)土木研究所 舗装走行実験場(茨城県つくば市)
実施時期	平成26年11月18日～12月10日
試験内容	<ul style="list-style-type: none"> ・電力及び通信(光・メタル・同軸)ケーブル及び小型ボックスを様々な方法・深さで埋設 ・車両を走行させ、舗装とケーブル、小型ボックスへの影響を検証
延長等	<ul style="list-style-type: none"> ・電力ケーブル(61m) ・通信ケーブル(光ケーブル92m、メタル72m) ・通信ケーブル(同軸ケーブル523m) ・舗装(5,000m²) ・小型ボックス等(55m)
試験条件	<ul style="list-style-type: none"> ・舗装構成: CBR=3%のときのN₄交通(1日の大型車交通量が250台未満)を想定 ・載荷輪数: 10万輪相当(49kN換算) ※非幹線道路における舗装の一般的な設計期間の10年を想定

■ 試験場所

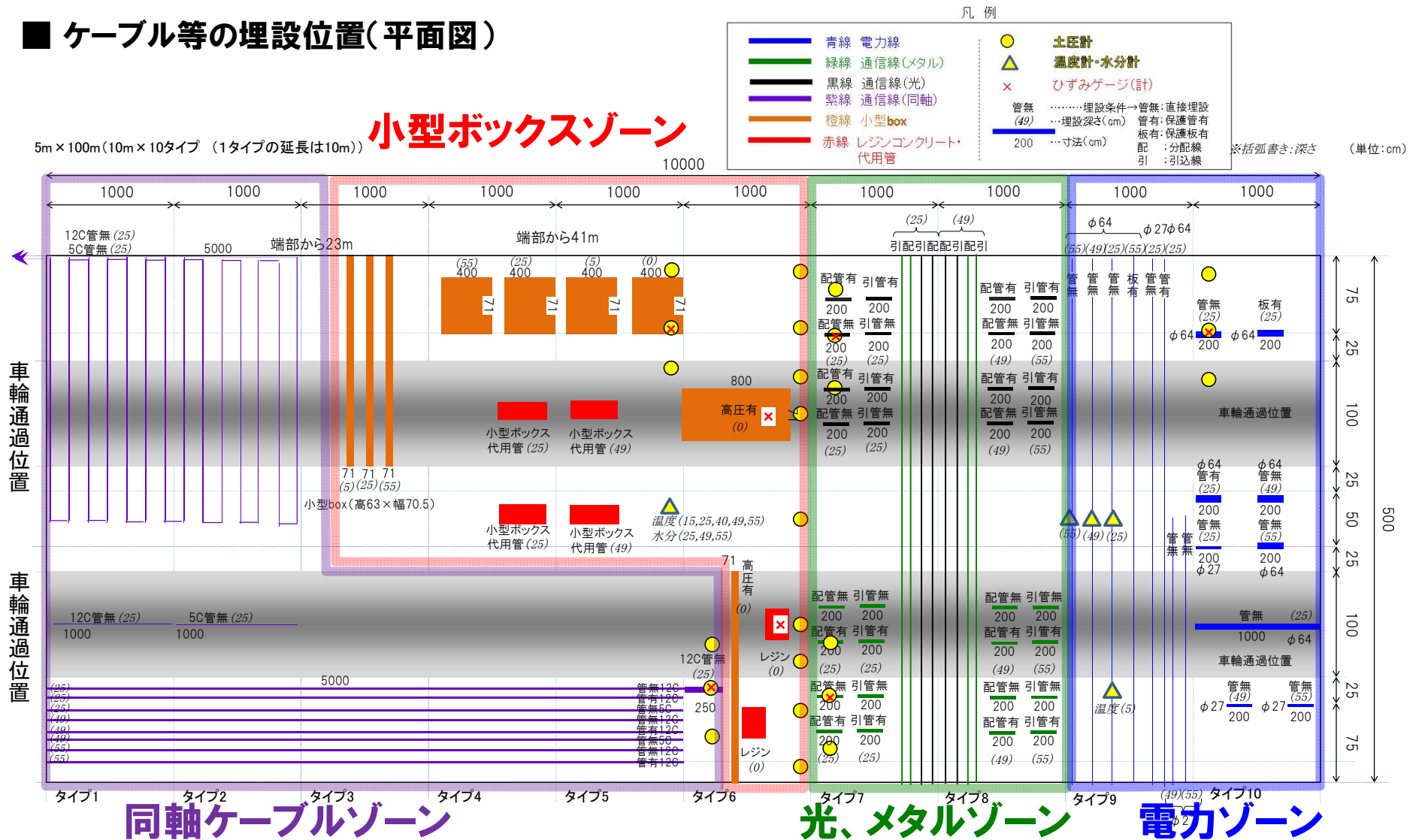


▼自動(無人)走行大型車両



試験①「埋設深さ確認試験」の概要(2)

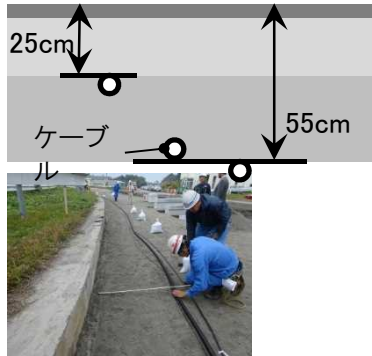
ケーブル等の埋設位置(平面図)



試験①「埋設深さ確認試験」の概要(3)

直接埋設

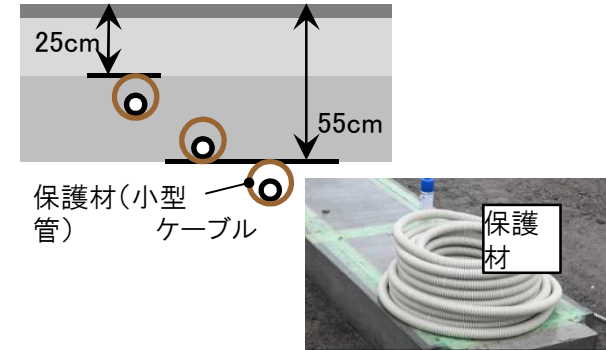
ケーブルを直接埋設



ケーブルを直接埋設し 上部に防護板を敷設

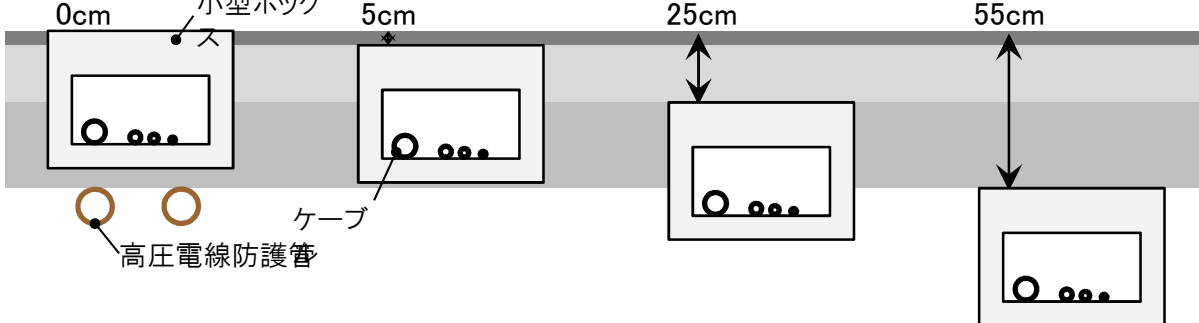


管状の保護材に 覆われたケーブルを敷設

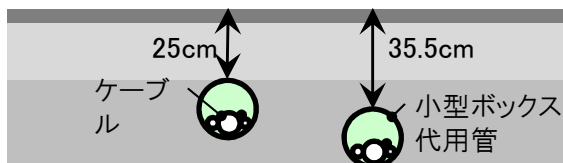


小型ボックス活用埋設

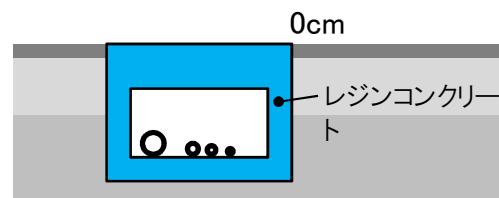
小型ボックス



小型ボックス代用管



小型ボックス(レジンコンクリート)



試験①の内容

試験項目

		電気/通信性能試験	材料特性/機械的特性試験	ケーブルの損傷等	その他の損傷等	
舗装		—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ・ひび割れ(疲労破壊抵抗性) ・わだち掘れ深さ(塑性変形抵抗性) ・段差(平たん性) 	
ケーブル	電力ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> ・交流電圧絶縁耐力 ・絶縁抵抗 ・雷インパルス試験 ・導体抵抗測定 ・耐電圧試験(高圧破壊試験)※水中 	<ul style="list-style-type: none"> ・なみのり試験 ・材料特性(引張伸び) 	<ul style="list-style-type: none"> ・損傷状況(個数計測) ・外傷検査(顕微鏡検査、輪郭測定) 	—	
	通信線	光ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> ・光損失 	—	<ul style="list-style-type: none"> ・(参考)損傷状況(外被の損傷) 	—
		メタルケーブル	<ul style="list-style-type: none"> ・絶縁抵抗 ・静電容量 ・伝送損失 ・漏話減衰量 	<ul style="list-style-type: none"> ・材料特性(引張伸び) ・機械的特性(屈曲性) 	<ul style="list-style-type: none"> ・損傷状況(外被の損傷) 	—
		同軸ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> ・導体抵抗 ・絶縁抵抗 ・静電容量 ・特性インピーダンス ・減衰量 ・反射減衰量 ・耐電圧 	—	<ul style="list-style-type: none"> ・損傷状況(外被・内部の損傷) 	—
小型ボックス		—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ・蓋のひずみ ・損傷状況 	
小型ボックス 代用管		—	—	—	<ul style="list-style-type: none"> ・ひずみ(応力) ・変位(扁平たわみ) 	

舗装への影響

- ・ ケーブルや小型管を下層路盤及び路床内に埋設し検証した結果、全てのケースにおいて、無埋設部の舗装の状態との相違は見られず、舗装に及ぼす影響はないことが確認された。
- ・ 大型管を下層路盤に埋設し検証した結果、車輪走行位置に埋設したケースでは、ひび割れの発生が確認された。
- ・ 小型ボックスを路面露出、上層・下層路盤、路床に埋設し検証した結果、路面露出のケースで蓋にひび割れが発生、上層路盤埋設のケースで舗装にひび割れの発生が確認された。下層路盤、路床のケースにおいては、舗装に及ぼす影響はないことが確認された。

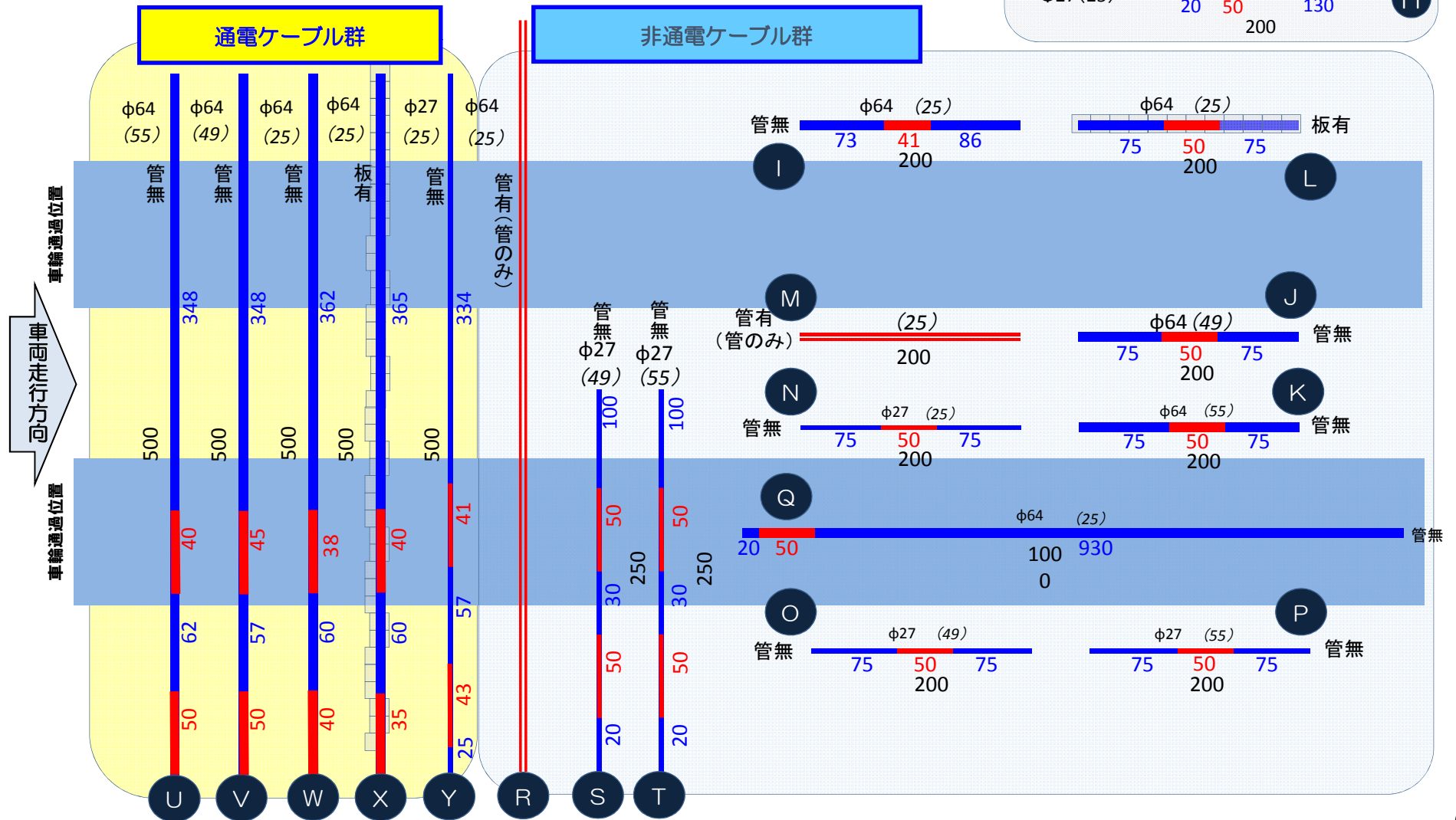
舗装の性能	ケーブル・小型管 (150mm未満)	大型管(150mm以上)		小型ボックス		
		下層路盤	路床	路面露出※	上層路盤	下層路盤、路床
疲労破壊抵抗性	問題なし	25cm埋設時、舗装にひび割れが発生	問題なし	舗装に問題なし 蓋にひび割れが発生(小型ボックス本体は影響なし)	5cm埋設時、舗装にひび割れが発生(小型ボックス本体は影響なし)	問題なし
塑性変形抵抗性	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし
平坦性	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし

※高頻度で車輪が通過する位置に設置した小型ボックスは、ボックス周辺の舗装の沈下、ボックスとの段差拡大により車両走行に支障を来したため、約3万輪で試験終了

電力ケーブル ①配置図

— : 測定箇所 (単位: cm)

Φ64 (55)	C	20	50	130	D
Φ64 (49)	E	20	50	130	F
Φ27 (55)	G	20	50	130	H
Φ27 (49)		20	50	130	
Φ27 (25)		20	50	130	
200					



電力ケーブル ②電気性能試験の項目と評価基準

	試験項目	試験実施時期	要件	評価基準	備考
電気性能試験	① 交流電圧絶縁耐力試験	(イ)埋設前 (ロ)耐荷重試験前 (ハ)耐荷重試験中 (ニ)耐荷重試験後 (ホ)掘り起し後の室内試験	試験電圧:3,000V(250mm ²) 2,000V(22mm ²) 試験時間:1分間	(イ)、(ホ) ・試験電圧に耐えること (ロ)~(ニ) ・漏れ電流値の著しい上昇がないこと	(イ)、(ホ) ・電技解釈 第9条第2項第四号イに準拠 ・JIS C 3612 (600V耐燃性ポリエチレン絶縁電線)に準拠 (ロ)~(ニ) ・傾向測定であり電技及びJISなどの基準はない
	② 絶縁抵抗試験	(イ)埋設前 (ロ)耐荷重試験前 (ハ)耐荷重試験中 (ニ)耐荷重試験後 (ホ)掘り起し後の室内試験	試験電圧:直流1,000V 試験時間:1分間	(イ)、(ホ) ・CVQ250mm ² : 930MΩ・km以上 ・CVQ 22mm ² :1,267MΩ・km以上 (ロ)~(ニ) ・絶縁抵抗値の著しい低下がないこと	(イ)、(ホ) ・電技解釈 第9条第2項第四号ロに準拠 ・JIS C 3612 (600V耐燃性ポリエチレン絶縁電線)に準拠 (ロ)~(ニ) ・傾向測定であり電技及びJISなどの基準はない
	③ 雷インパルス試験 (耐電圧スパーク試験)	(ホ)掘り起し後の室内試験	試験電圧:15,000V 電圧波形:1-50μs	・試験電圧に耐えること	・JIS C 3612 (600V耐燃性ポリエチレン絶縁電線)に準拠
	④ 導体抵抗測定	(イ)埋設前 (ロ)耐荷重試験前 (ハ)耐荷重試験中 (ニ)耐荷重試験後	試験電圧:直流1,000V	・導体抵抗値の著しい上昇がないこと (参考) CVQ250mm ² :73.9mΩ/km以下 35m換算値:2.59mΩ(20℃) 35m換算値:3.31mΩ(90℃) CVQ 22mm ² :832mΩ/km以下 18m換算値:15.0mΩ(20℃) 18m換算値:19.2mΩ(90℃)	・傾向測定であり参考値はJIS C 3612 (600V耐燃性ポリエチレン絶縁電線)に準拠
	⑤ 耐電圧試験(高電圧破壊試験) ※水中	(イ)埋設前 (ホ)掘り起し後の室内試験	破壊電圧を供給	規定なし	・傾向測定であり電技及びJISなどの基準はない

※評価基準は本委員会用に検討

電力ケーブル ③電気性能試験の結果

- CVQ250mm²、CVQ22mm²のいずれも、今回の試験条件下において実施した電気性能試験は評価基準を満たしていた。

対象	埋設位置	走行方向に対する向き	埋設深さ	供試体NO	① 交流電圧	② 絶縁抵抗	③ 雷インパルス	④ 導体抵抗	⑤ 耐電圧	
CVQ250 mm ²	試走路外 (埋設作業 の検証)		55cm(碎石)	C	○	○	○			
			49cm(碎石)	D	○	○	○			
			25cm(碎石)	E	○	○	○			
	試走路内	横断方向 (通電)		55cm(砂)	U				○	
				49cm(砂)	V				○	
				25cm(碎石)	W	○	○	○	○	
		防護板有	25cm(碎石)	X				○		
	進行方向 (車輪通過位置) (非通電)		25cm(碎石)	Q	○	○	○		破壊して いない	
CVQ22 mm ²	試走路外 (埋設作業 の検証)		55cm(碎石)	F	○	○	○			
			49cm(碎石)	G	○	○	○			
			25cm(碎石)	H	○	○	○			
	試走路内	横断方向 (通電)		25cm(碎石)	Y		○	○		破壊して いない

※○:評価基準を満たしている

電力ケーブル ④材料特性試験に関する試験の内容

	試験項目	試験実施時期	要件	評価基準	備考
材料特性／機械的特性試験	⑥引張伸び試験	(ホ)堀り起し後の室内試験	絶縁体 引張速度 50～200mm/分 外装(シース) 引張速度 200～500mm/分	絶縁体 引張強さ 10MPa以上 伸び 200%以上 外装(シース) 引張り強さ 10MPa以上 伸び 120%以上	<ul style="list-style-type: none"> ・電技解釈 第9条第2項第二号イ、同項第三号イに準拠 ・JIS C 3612 (600V耐燃性ポリエチレン絶縁電線)に準拠
	⑦なみのり試験	(イ)埋設前 (ホ)堀り起し後の室内試験	波乗り現象によるケーブル埋設位置のずれを測定	移動量10cm以下(ケーブル長10mあたり)	<ul style="list-style-type: none"> ・技術マニュアル(案)解説のキャブシステムより基本地震時ひずみ1/100を採用 ・今回はケーブル長10mの場合、10cmの移動が許容範囲

※評価基準は本委員会用に検討

電力ケーブル ⑤材料特性試験に関する試験の結果

・CVQ250mm²、CVQ22mm²のいずれも、「傷と判定しないもの」を対象に実施した材料特性試験は評価基準を満たしていた。

埋設位置	走行方向に 対する向き		埋設深さ	CVQ250mm ²		CVQ22mm ²	
				⑥引張伸び	⑦なみのり	⑥引張伸び	⑦なみのり
比較用(出荷時)						○	
試走路外 (埋設作業の検証)			55cm(碎石)				
			49cm(碎石)				
			25cm(碎石)	○		○	
試走路内	進行方向 (非通電)	車輪外	55cm(砂)	○		○	
			49cm(砂)				
			25cm(碎石)	○		○	
	横断方向 (非通電)		49cm(砂)			○	
			25cm(碎石)				
	横断方向 (通電)		49cm(砂)				
			25cm(碎石)	○		○	
			防護板有	25cm(碎石)			
	進行方向 (非通電)	防護板有/車輪外	25cm(碎石)				
		車輪通過位置	25cm(碎石)		○		

※○:評価基準を満たしている

電力ケーブル ⑥ケーブルの損傷等に関する試験の内容

	試験項目	試験実施時期	要件	評価基準	備考
ケーブル損傷等に関する試験	⑧外傷検査 (シースに影響があるもの)	(イ)埋設前 (ホ)掘り起し後の室内試験	<ul style="list-style-type: none"> ・スコープ等により、傷の大きさ(長さ、幅、深さ)、表面の平滑度、色を調査 ・顕微鏡によるシース厚の測定 	<ul style="list-style-type: none"> ■傷の深さ <ul style="list-style-type: none"> －残存シース厚:標準値の85%以上 	<ul style="list-style-type: none"> ・シースの傷は次の電技に準拠 外装厚さ:電技解釈第9条第2項第二号口、同項第三号口 <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>「電気設備の技術基準の解釈」 第9条第2項 三 外装は、次に適合するものであること。 □ 厚さは、別表第8に規定する値(略)を標準値とし、その平均値が標準値の90%以上、その<u>最小値が標準値の85%以上</u>であること。</p> </div>

※評価基準は本委員会用に検討

電力ケーブル ⑦ケーブルの損傷等に関する試験の結果

- ・CVQ250mm²では、2箇所以外の全ての試験パターンでシース残存率が評価基準を満たさず。また、通電ケーブルは、非通電ケーブルと比べ傷が深い。
- ・CVQ22mm²では、全ての試験パターンでシース残存率が評価基準を満たさず。また、横断方向、車両通過位置の非通電49cm(砂)ではシースの貫通に至った。

埋設位置	走行方向に対する向き	埋設深さ		⑧シースに影響があるもの(残存シース厚/残存率)	
				CVQ250mm ²	CVQ22mm ²
試走路内	進行方向 (非通電)	55cm(砂)	車輪外	○	× (0.116mm/7.7%)
		49cm(砂)	車輪外	× (1.112mm/61.8%)	× (1.267mm/84.5%)
		25cm(碎石)	車輪外	× (1.086mm/60.3%)	× (1.166mm/77.7%)
	横断方向 (非通電)	49cm(砂)	車輪通過位置		× (0.000mm/0.0%, 貫通)
	横断方向 (通電)	55cm(砂)	車輪通過位置	× (0.791mm/43.9%)	
		49cm(砂)	車輪外	× (0.590mm/32.8%)	
			車輪通過位置	× (0.353mm/19.6%)	
		25cm(碎石)	車輪外		× (0.991mm/66.1%)
			車輪通過位置	× (0.061mm/3.4%)	
	防護板有	25cm(碎石)	車輪外	○	
			車輪通過位置	× (0.0mm/0.0%)	
	進行方向 (非通電)	25cm(碎石)	車輪通過位置	× (1.268mm/70.4%)	

※○:評価基準を満たしている

×:評価基準を満たしていない(CVQ250mm²:シース厚1.8mmの85%未満、CVQ22mm²:シース厚1.5mmの85%未満)

通信線(光ケーブル)への影響

- ・防護管を使用しない光ケーブルについては通信品質への影響が確認された。
- ・このため、当該ケーブルについて、使用不可と判断される。
- ・防護管に納めた光ケーブルについては、埋設深さによらず通信品質への影響は見られなかった。

防護管なし

試験対象	試験項目	計測内容	判断基準	試験結果																																																
40SM-WB-N(12mm) 1SM-IF-DROP-VC (2.0×5.3mm) ○ケーブルのみ: 路面から25cm、49cm、55cm	光損失	・走行試験で光損失増加量を確認(打撃試験 ^{※1} の考え方に準拠)	・損失増加0.1dB/心未満	・規格外となるケース有 <table border="1"> <thead> <tr> <th>深さ</th> <th>埋設方法</th> <th>試験結果</th> <th>深さ</th> <th>埋設方法</th> <th>試験結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">25 cm</td> <td>進行方向</td> <td>車輪通過位置 ×規格外</td> <td rowspan="3">25 cm</td> <td>進行方向</td> <td>車輪通過位置 ○規格内</td> </tr> <tr> <td>車輪外</td> <td>○規格内</td> <td>車輪外</td> <td>○規格内</td> </tr> <tr> <td>横断方向</td> <td>○規格内</td> <td>横断方向</td> <td>○規格内</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">49 cm</td> <td>進行方向</td> <td>車輪通過位置 ○規格内</td> <td rowspan="3">49 cm</td> <td>進行方向</td> <td>車輪通過位置</td> </tr> <tr> <td>車輪外</td> <td>×規格外</td> <td>車輪外</td> <td></td> </tr> <tr> <td>横断方向</td> <td>○規格内</td> <td>横断方向</td> <td>○規格内</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">55 cm</td> <td>進行方向</td> <td>車輪通過位置</td> <td rowspan="3">55 cm</td> <td>進行方向</td> <td>車輪通過位置 ×規格外</td> </tr> <tr> <td>車輪外</td> <td></td> <td>車輪外</td> <td>×規格外</td> </tr> <tr> <td>横断方向</td> <td></td> <td>横断方向</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	深さ	埋設方法	試験結果	深さ	埋設方法	試験結果	25 cm	進行方向	車輪通過位置 ×規格外	25 cm	進行方向	車輪通過位置 ○規格内	車輪外	○規格内	車輪外	○規格内	横断方向	○規格内	横断方向	○規格内	49 cm	進行方向	車輪通過位置 ○規格内	49 cm	進行方向	車輪通過位置	車輪外	×規格外	車輪外		横断方向	○規格内	横断方向	○規格内	55 cm	進行方向	車輪通過位置	55 cm	進行方向	車輪通過位置 ×規格外	車輪外		車輪外	×規格外	横断方向		横断方向	
深さ	埋設方法	試験結果	深さ	埋設方法	試験結果																																															
25 cm	進行方向	車輪通過位置 ×規格外	25 cm	進行方向	車輪通過位置 ○規格内																																															
	車輪外	○規格内		車輪外	○規格内																																															
	横断方向	○規格内		横断方向	○規格内																																															
49 cm	進行方向	車輪通過位置 ○規格内	49 cm	進行方向	車輪通過位置																																															
	車輪外	×規格外		車輪外																																																
	横断方向	○規格内		横断方向	○規格内																																															
55 cm	進行方向	車輪通過位置	55 cm	進行方向	車輪通過位置 ×規格外																																															
	車輪外			車輪外	×規格外																																															
	横断方向			横断方向																																																

防護管あり

項目	試験項目	計測内容	判断基準	試験結果																																																
40SM-WB-N(12mm) 1SM-IF-DROP-VC (2.0×5.3mm) ○防護管 ^{※2} あり: 路面から25cm、49cm、55cm	光損失	・走行試験で光損失増加量を確認(打撃試験 ^{※1} の考え方に準拠)	・損失増加0.1dB/心未満	・全てのケースで規格内 <table border="1"> <thead> <tr> <th>深さ</th> <th>埋設方法</th> <th>試験結果</th> <th>深さ</th> <th>埋設方法</th> <th>試験結果</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="3">25 cm</td> <td>進行方向</td> <td>車輪通過位置 ○規格内</td> <td rowspan="3">25 cm</td> <td>進行方向</td> <td>車輪通過位置 ○規格内</td> </tr> <tr> <td>車輪外</td> <td>○規格内</td> <td>車輪外</td> <td>○規格内</td> </tr> <tr> <td>横断方向</td> <td>○規格内</td> <td>横断方向</td> <td>○規格内</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">49 cm</td> <td>進行方向</td> <td>車輪通過位置 ○規格内</td> <td rowspan="3">49 cm</td> <td>進行方向</td> <td>車輪通過位置</td> </tr> <tr> <td>車輪外</td> <td>—</td> <td>車輪外</td> <td></td> </tr> <tr> <td>横断方向</td> <td>○規格内</td> <td>横断方向</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">55 cm</td> <td>進行方向</td> <td>車輪通過位置</td> <td rowspan="3">55 cm</td> <td>進行方向</td> <td>車輪通過位置 ○規格内</td> </tr> <tr> <td>車輪外</td> <td></td> <td>車輪外</td> <td>○規格内</td> </tr> <tr> <td>横断方向</td> <td></td> <td>横断方向</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	深さ	埋設方法	試験結果	深さ	埋設方法	試験結果	25 cm	進行方向	車輪通過位置 ○規格内	25 cm	進行方向	車輪通過位置 ○規格内	車輪外	○規格内	車輪外	○規格内	横断方向	○規格内	横断方向	○規格内	49 cm	進行方向	車輪通過位置 ○規格内	49 cm	進行方向	車輪通過位置	車輪外	—	車輪外		横断方向	○規格内	横断方向	—	55 cm	進行方向	車輪通過位置	55 cm	進行方向	車輪通過位置 ○規格内	車輪外		車輪外	○規格内	横断方向		横断方向	
深さ	埋設方法	試験結果	深さ	埋設方法	試験結果																																															
25 cm	進行方向	車輪通過位置 ○規格内	25 cm	進行方向	車輪通過位置 ○規格内																																															
	車輪外	○規格内		車輪外	○規格内																																															
	横断方向	○規格内		横断方向	○規格内																																															
49 cm	進行方向	車輪通過位置 ○規格内	49 cm	進行方向	車輪通過位置																																															
	車輪外	—		車輪外																																																
	横断方向	○規格内		横断方向	—																																															
55 cm	進行方向	車輪通過位置	55 cm	進行方向	車輪通過位置 ○規格内																																															
	車輪外			車輪外	○規格内																																															
	横断方向			横断方向																																																

※1 打撃試験:10ジュールで3箇所打撃

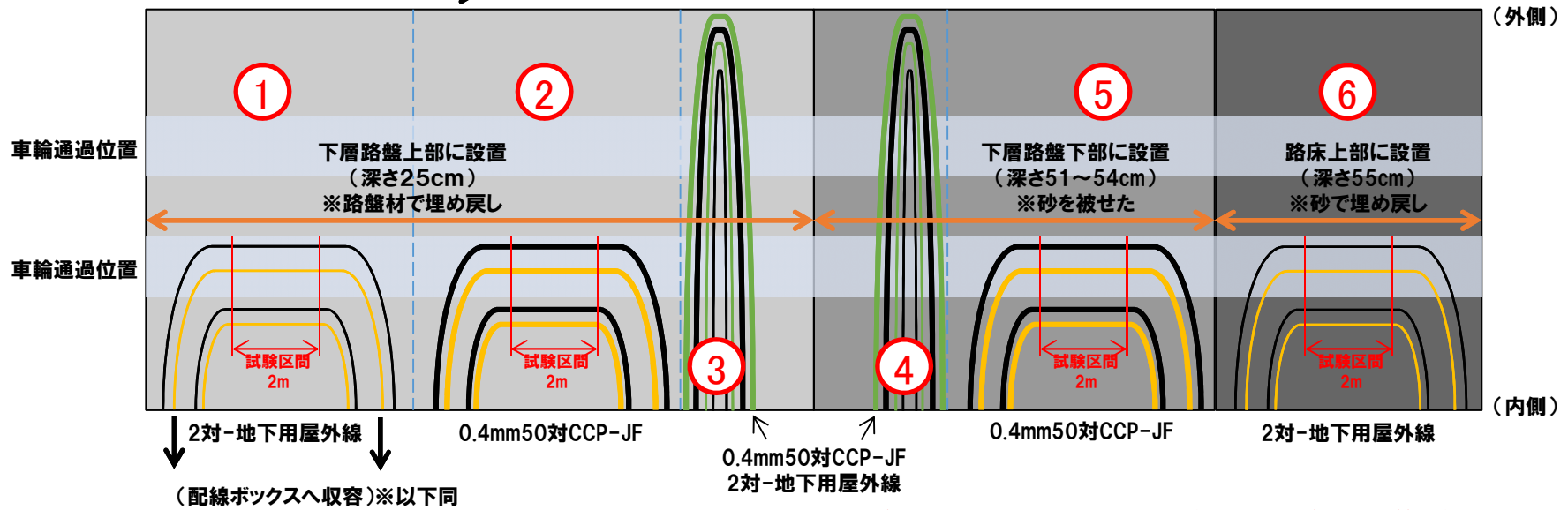
※2 防護管:PF-S管(一重管)(φ28、φ14)

メタルケーブル ①配置図

凡例: — ケーブルのみ — 防護管(PF-S管(一重管)φ28、φ14)

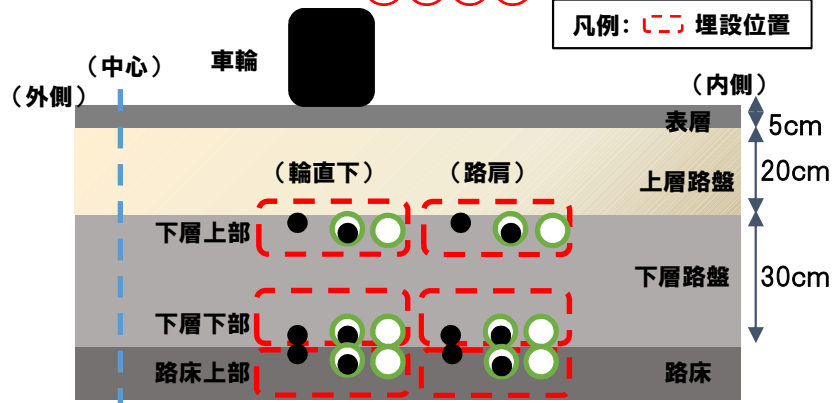
《平面図》

車両進行方向 →

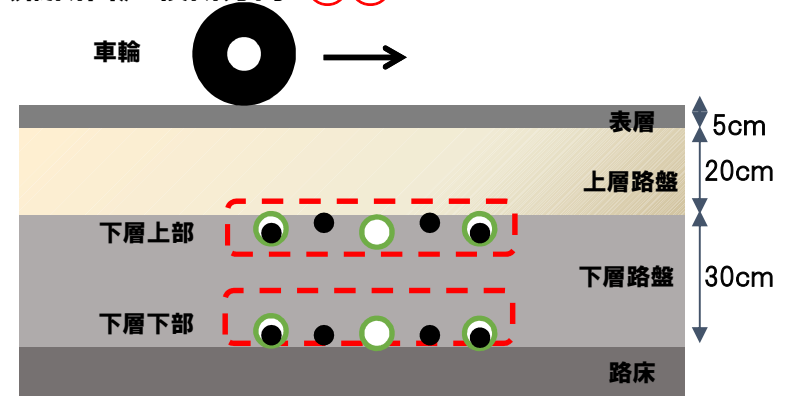


※足出し区間(試験区間から配線ボックスに伸びる区間)は小径管で保護

《縦断図》 進行方向 ①②⑤⑥



《縦断図》 横断方向 ③④



メタルケーブル ②材料特性/機械的特性試験の項目と評価基準

- メタルケーブルについては、埋設深さによらず通信品質への影響は見られなかった。

試験対象	試験項目	判断基準	試験結果
0.4mm50対CCP-JF(15.5mm) 2対-地下用屋外線(5.5mm) ○ケーブルのみ: 路面から25cm、49cm、55cm ○防護管※1あり: 路面から25cm、49cm、55cm	絶縁抵抗	・1,000MΩ以上	・全てのケースで規格内
	静電容量	・基準値±10% -0.4mm50対CCP-JF : 50nF/km -2対-地下用屋外線 : 40nF/km	・全てのケースで規格内
	伝送損失	・走行前からの変動が1dB以内	・全てのケースで規格内
	漏話減衰量	・走行前からの変動が10dB以内	・全てのケースで規格内

※1 防護管:PF-S管(一重管)(φ28、φ14)

メタルケーブル ③材料特性/機械的特性試験の内容

	試験項目	評価基準
材料特性／機械的特性試験	材料特性(引張伸び) ・外被片の引張り強さ・伸び	・標準サンプルと比較して強さ・伸びともに75%以上であること NTT規格(材料特性)を準用 [メタリック物品規格] <材料特性・耐老化性> 試験片を環境条件下に一定時間放置した後の引張り強さ・伸びは放置前のサンプルの75%以上であること。 ※樹脂材料については高温や紫外線に関する環境条件を適用
	機械的特性(屈曲性) ・屈曲時のアルミ亀裂有無 (CCP-JFケーブルのみ)	・アルミシースに亀裂がないこと NTT規格(機械的特性)を準用 [ケーブル類規格] <機械的特性・屈曲性> 完成品に対して規定の曲げ半径・回数で往復曲げを加えたときにアルミテープに亀裂を生じないこと。

メタルケーブル ④材料特性／機械的特性試験の結果

- 0.4mm50対CCP-JF(15.5mm)については、横断方向に埋設した一部のケーブルが、碎石によると考えられる切り傷が原因で引張伸びが評価基準を満たさなくなったと推測される。
- 2対-地下用屋外線(5.5mm)については、横断方向に埋設した一部のケーブルにおいて、埋戻し砂を超えてケーブルに達した碎石が要因のシースへの影響が原因で、引張伸びが評価基準を満たさなくなったと推測される。

			0.4mm50対CCP-JF		2対-地下用屋外線(5.5mm)	
			材料特性 (引張伸び)	機械的特性 (屈曲性)	材料特性 (引張伸び)	機械的特性 (屈曲性)
25cm (碎石)	進行 方向	車輪通過位置	○	○	○	
		車輪外	○	○	○	
	横断方向		×	○	○	
			(強さ:60%/伸び:60%)			
49cm (砂)	進行 方向	車輪通過位置	○	○		
		車輪外	○	○		
	横断方向		○	○	×	
					(強さ:72%/伸び:55%)	
55cm (砂)	進行 方向	車輪通過位置			○	
		車輪外			○	
	横断方向					

※○:評価基準を満たしている ×:評価基準を満たしていない(強さ・伸びともに75%未満)

メタルケーブル ⑤ケーブルの損傷等に関する試験の内容

	試験項目	評価基準
ケーブル損傷等に関する試験	損傷状況 (シースに影響があるもの)	<ul style="list-style-type: none"> ・傷深さが外被厚さの25%未満 <p>NTT規格(材料特性)を準用</p> <p>[メタリック物品規格] <材料特性・耐老化性> 試験片を環境条件下に一定時間放置した後の引張り強さ・伸びは放置前のサンプルの75%以上であること。 ※樹脂材料については高温や紫外線に関する環境条件を適用 ※「引張り強さ=引張試験時の最大張力/試験片の断面積」より傷深さが25%以上となった場合に引張り強さが25%以上低下すると推定</p>
	損傷状況 (内部の構造に影響があるもの)	<ul style="list-style-type: none"> ・心線露出・座屈(屈折による局所的損傷)がないこと <p>[NTT規格(工事)]<地下ケーブル工事> <施工時に遵守すべき事項> ・ケーブルの取り扱いは慎重に行い変形・損傷を与えぬよう注意を払うこと。 ・ケーブル外被が座屈しないように施工すること。</p> <p>[NTT規格(保守)]<地下ケーブル点検項目> ・ケーブル外被に損傷や座屈がないこと</p>

メタルケーブル ⑥ケーブルの損傷等に関する試験の結果

■0.4mm50対CCP-JF(15.5mm)

- ・横断方向に埋設した一部のケーブルでは、碎石によると考えられるシースへの影響が原因とされる評価基準を満たさない損傷(座屈)がみられた。

			シースに影響があるもの (シース残存率)	内部の構造に影響があるもの
25cm (碎石)	進行方向	車輪通過位置	○	○
		車輪外	○	○
	横断方向		× (74%)	× (座屈)
49cm (砂)	進行方向	車輪通過位置	○	○
		車輪外	○	○
	横断方向		○	○

※○:評価基準を満たしている

×:評価基準を満たしていない(シース:シース厚1.32mmの75%以下、内部構造:心線露出・座屈)

メタルケーブル ⑦ケーブルの損傷等に関する試験の結果

■2対-地下用屋外線(5.5mm)

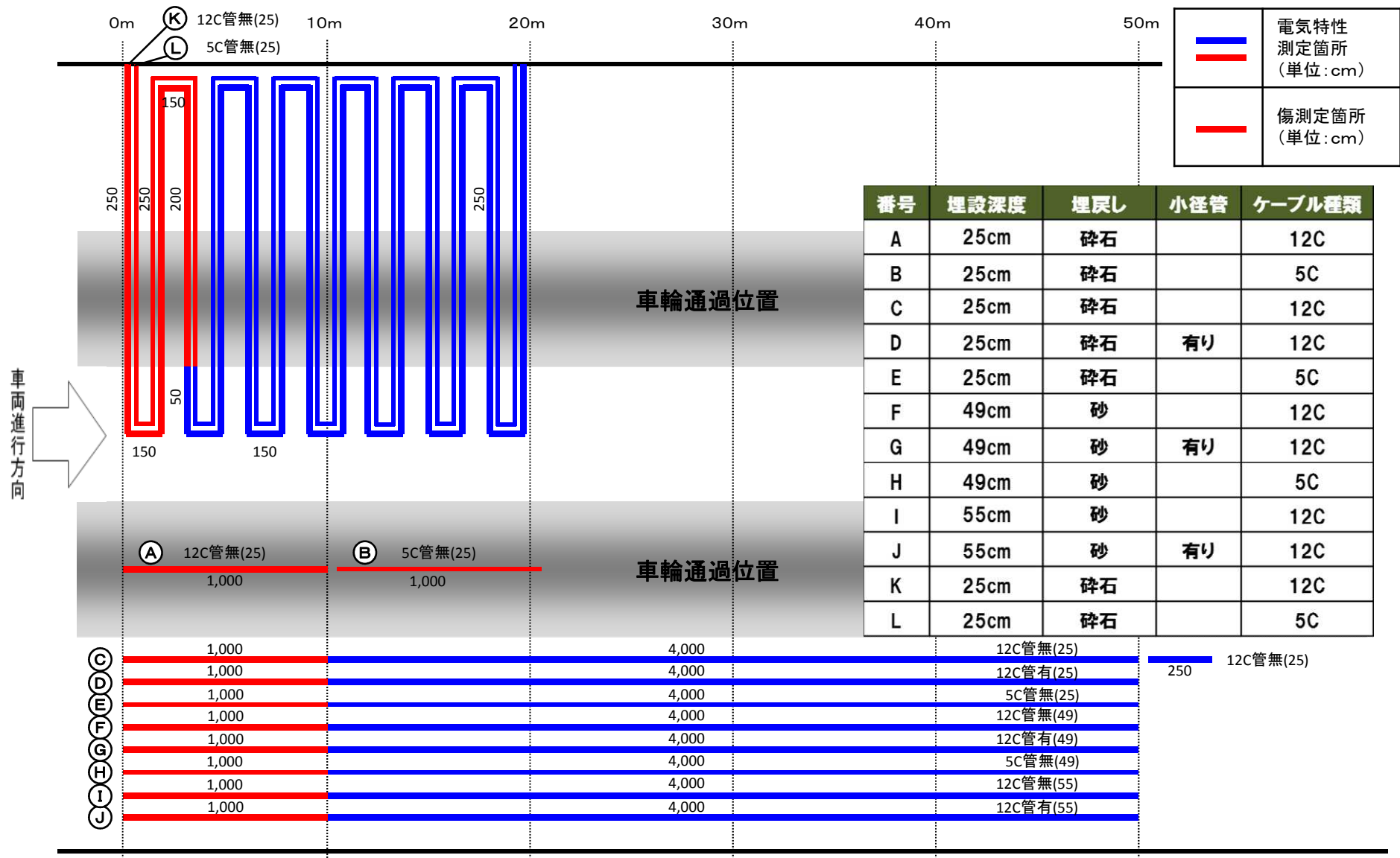
- ・座屈等、内部の構造に影響があるような損傷はみられなかった。

			シースに影響があるもの (シース残存率)	内部の構造に影響があるもの
25cm (碎石)	進行 方向	車輪通過位置	× (66%)	○
		車輪外	× (75%)	○
	横断方向		○	○
49cm (砂)	横断方向		○	○
55cm (砂)	進行 方向	車輪通過位置	○	○
		車輪外	× (75%)	○

※○:評価基準を満たしている

×:評価基準を満たしていない(シース:シース厚0.8mmの75%以下、内部構造:心線露出・座屈)

同軸ケーブル ①配置図



同軸ケーブル ②ケーブルの損傷等に関する試験の内容

- ・同軸ケーブルについては、埋設深さによらず電気特性への影響は見られなかった。

試験対象	試験項目	判断基準		試験結果
		12C	5C	
12C(16mm) 5C(8mm) ○ケーブルのみ: 路面から 25cm、49cm、 55cm ○防護管※1 あり: 路面から 25cm、49cm、 55cm	導体抵抗	・4.3Ω/km以下 (内・外部ループ抵抗)	・16.1Ω/km以下 (内部導体)	・全ての ケースで 規格内
	絶縁抵抗	・1,000MΩ・km以上		
	静電容量	・工場出荷時を基準とし、走行試験中における変化状況を確認		
	特性インピーダンス	・75±3Ω		
	減衰量	・770MHzで 74.8dB/km以下	・770MHzで 185.2dB/km以下	
	反射減衰量	・21dB以上		
	耐電圧	・交流50Hz1,000Vの電圧を1分間加え、通電後に絶縁破壊が無いことを確認		
	損傷状況	シースに影響があるもの	・シースにつぶされ変形した傷・貫通した傷がないこと <small>傷により防水機能など基本性能に影響し、構造体の腐食などに繋がる可能性が生じるため</small>	
内部の構造に影響があるもの		・外部導体につぶされ変形した傷・貫通した傷がないこと <small>傷による電気特性の低下や、長期的には破断などに繋がる可能性が生じるため</small>		—

※1 防護管:波付硬質ポリエチレン管(φ30)

同軸ケーブル ③ケーブルの損傷等に関する試験の結果

- ・ 12C、5Cのいずれも、砂で埋設したケーブルには、傷は発生していない。
- ・ 12C、5Cのいずれも、碎石に埋設したケーブルでは、シース及び内部の構造に影響のある損傷を確認。

番号	埋設深度	方向		12C		5C	
				シースに影響があるもの	内部の構造に影響があるもの	シースに影響があるもの	内部の構造に影響があるもの
A	25cm (碎石)	進行方向	車輪通過位置	×	×	×	
C				×	×	×	
F	車輪外		○	○	○		
I			○	○			
K	25cm (碎石)	横断方向		×	×	×	

○:評価基準を満たしている ×:評価基準を満たしていない(つぶされ変形した傷・貫通傷)

小型ボックスへの影響

- ・小型ボックスは蓋にひび割れが発生したものの、本体には影響は見られなかった。
- ・レジンボックスは蓋や本体にひび割れが発生。

■小型ボックス

試験対象	試験項目	計測内容	判断基準	試験結果
コンクリート製小型ボックス (W705×H630mm) ○路面から0cm、5cm、25cm、55cm	蓋のひずみ	・車両通過に伴うひずみの変化を計測	・コンクリートの引張強度に対応するひずみ(約80 μ)	・最大で70 μ 程度であり、判断基準内 ・約3万輪までの範囲では、最大ひずみの傾向について著しい変化はなし
	損傷状況	・ボックスのひび割れを確認	・ひび割れが発生しないこと	・約2万輪で蓋にひび割れ発生 ・走行試験終了後の掘り起こし調査により、ボックス本体及びボックス下に埋設した高圧管に損傷や変形は確認されず

■レジンボックス

試験対象	試験項目	計測内容	判断基準	試験結果
レジンコンクリート製小型ボックス (W540×H400mm) ○路面から0cm、5cm、25cm、55cm	蓋のひずみ	・車両通過に伴うひずみの変化を計測	・曲げ引張強度に対応するひずみ(約700 μ)	・約3万輪を超えたあたりからひずみの変化が増大し、曲げ引張強度を超過
	損傷状況	・ボックスのひび割れを確認	・ひび割れが発生しないこと	・約6.4万輪で蓋にひび割れ発生 ・走行試験終了後の掘り起こし調査により、レジンボックス本体にもひび割れを確認

小型ボックス代用管への影響

- ・ 小型ボックス代用管を下層路盤内に埋設した場合の課題はなし。

試験対象	試験項目	計測内容	判断基準	試験結果
塩ビ管(φ195) ○路面から25cm、35.5cm	ひずみ	・管にかかる応力	・管の許容応力 (17.7N/mm)以下	・全てのケースで規格内
	変位	・管の偏平たわみ	・管の許容たわみ率 (2.5%)以下	・全てのケースで規格内

防護管(電力管)による埋設について

- ・舗装内に埋設した防護管(電力管)については、通管したケーブルに損傷を与えるような亀裂やひずみはみられなかった。

試験項目	試験対象	判断基準	試験方法	試験結果	評価(案)
損傷状況	SVP管(φ130) ○路面から25cm	・管に亀裂が生じるなど、内部のケーブルに損傷を与えるような傷の有無	・目視による傷(手にひっかかる傷)の個数及び長さを計測	・亀裂などの損傷なし ▼車輪通過位置 	・防護管(電力管)による埋設は使用可能
ひずみ		・内部のケーブルに損傷を与えるような変形の有無	・試験前後の変形量を測定 	・車輪内外いずれも外径にひずみなし 外径 縦:147.00mm 横:147.00mm 平均:147.00mm	

防護管(通信管)による埋設について

- ・ 先行掘り起しをした防護管(通信管)に装入した通信ケーブルについては、傷は見られなかった。

■通信管(PF-S管)(φ28、φ14)

試験項目	試験対象 (防護管に装入した通信ケーブル)	判断基準	試験方法	試験結果	評価(案)
損傷状況	40SM-WB-N(12mm) 1SM-IF-DROP-VC(2.0×5.3mm) ○先行掘り起し箇所:路面から55cm	・目視による傷の有無	・目視による傷の確認	・傷はなし	・防護管(通信管)による埋設は使用可能
	0.4mm50対CCP-JF(15.5mm) 2対-地下用屋外線(5.5mm) ○先行掘り起し箇所:路面から25cm			・傷はなし	

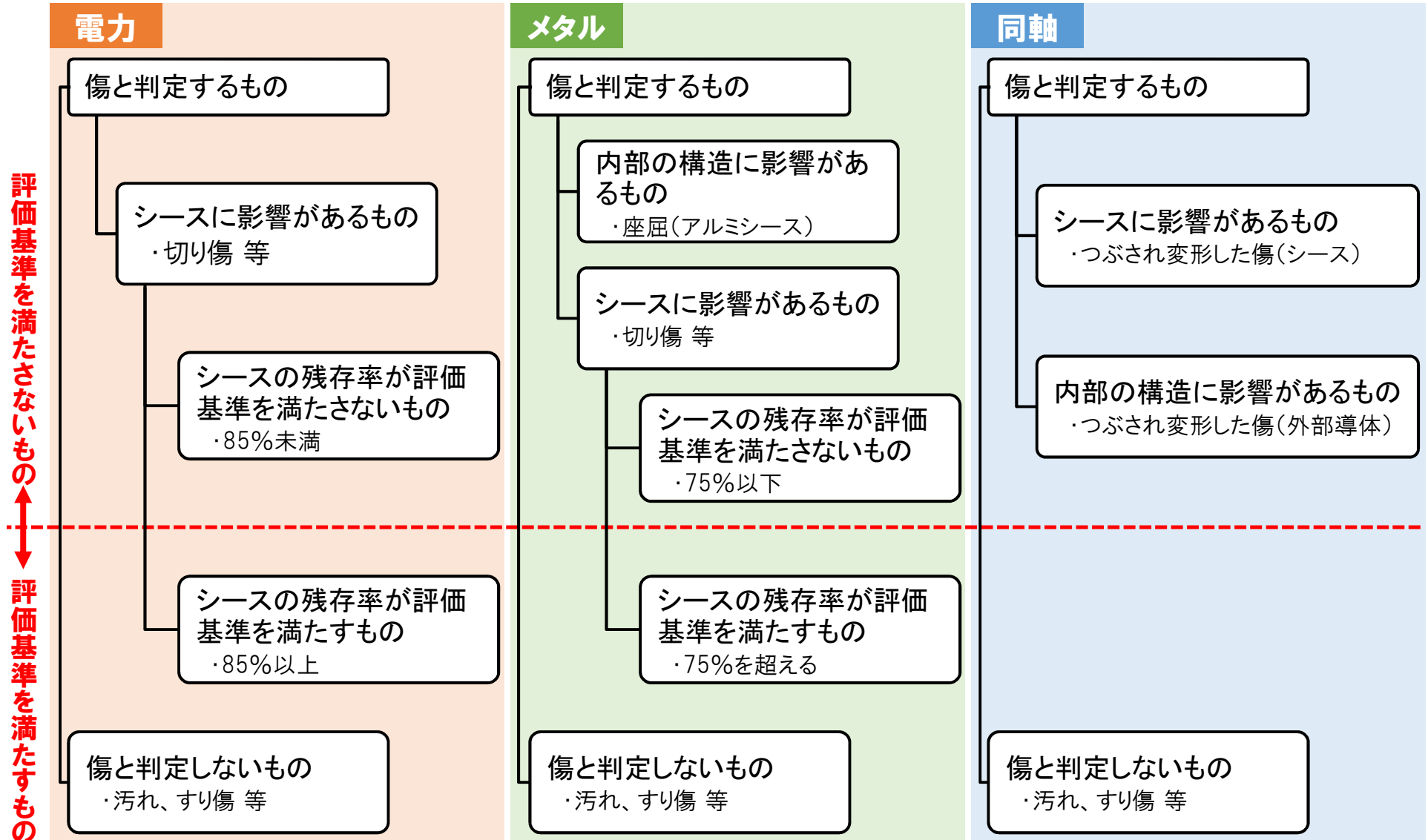
※この他、供試球による管の通過試験を実施した結果、いずれも通過が確認できた。

■通信管(波付硬質ポリエチレン管)(φ30)

試験項目	試験対象 (防護管に装入した通信ケーブル)	判断基準	試験方法	試験結果	評価(案)
損傷状況	12C(16mm) 5C(8mm) ○ケーブルのみ:路面から25cm	・目視による傷の有無	・目視による傷の確認	・傷はなし	・防護管(通信管)による埋設は使用可能






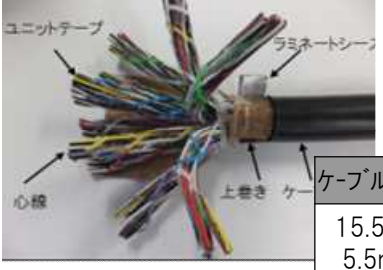


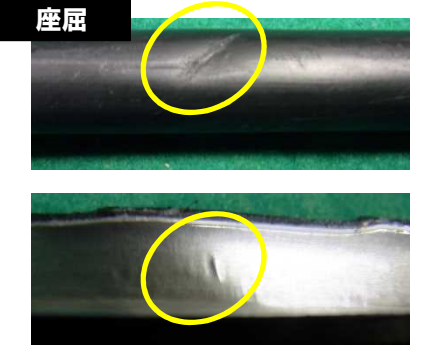
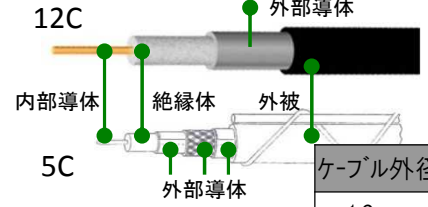



(参考)ケーブルの損傷等についての表現の整理

- ・ 電力については、シースについて評価。
- ・ 通信(メタル、同軸)については、シース及び通信性能に影響を与える内部の構造について評価。



※評価基準は本委員会に検討

(参考)ケーブルの損傷等についての表現の整理

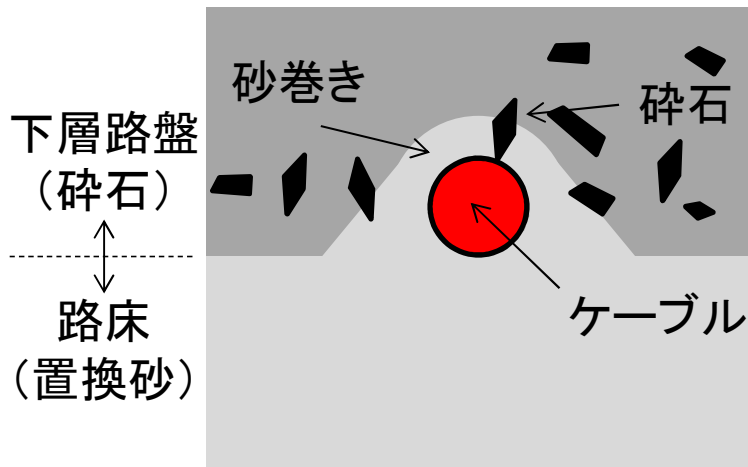
	傷と判定しないもの		シースに影響があるもの	
電力ケーブル  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> ケーブル外径 64mm 27mm </div>	汚れ 	すり傷 	切り傷 	貫通傷 
通信(メタルケーブル)  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> ケーブル外径 15.5mm 5.5mm </div>	すり傷 	切り傷 	内部の構造に影響があるもの 座屈 	
通信(同軸ケーブル)  <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 5px;"> ケーブル外径 16mm 8mm </div>	すり傷 	つぶされ変形した傷(シース) 	つぶされ変形した傷(外部導体) 	

※ここに示した傷は、各ケーブルの主なものであり、一例として示している。

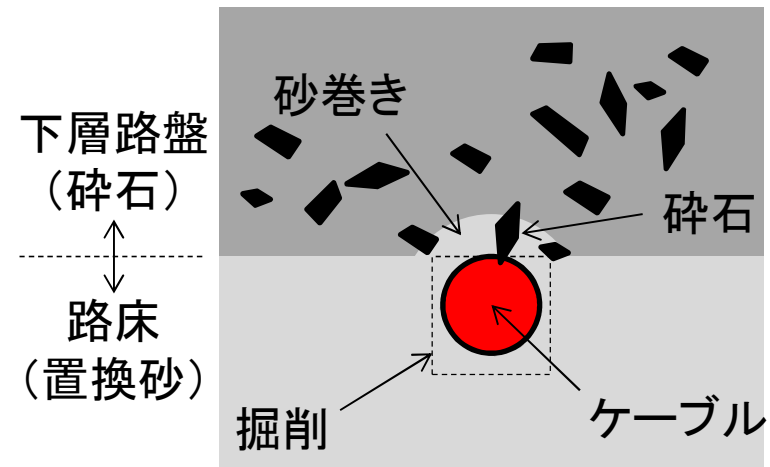
(参考)ケーブルの損傷等についての表現の整理

- ・ 砂巻きしたケーブルにおける損傷は、碎石(最大粒径40mm)が砂巻きを超えて影響したものと想定される。

■49cm(砂)における損傷のイメージ



■55cm(砂)における損傷のイメージ



■現場での施工の様子

- ・ 手作業でケーブルに砂をかぶせたため、砂の厚さについて施工上管理されていない。



ケーブルの損傷等の試験概要(1)

■目的

- ・ 砂の厚さを管理した上で舗装内にケーブルを埋設する際の、施工の影響によるケーブルの損傷について、試験施工を行い評価する。

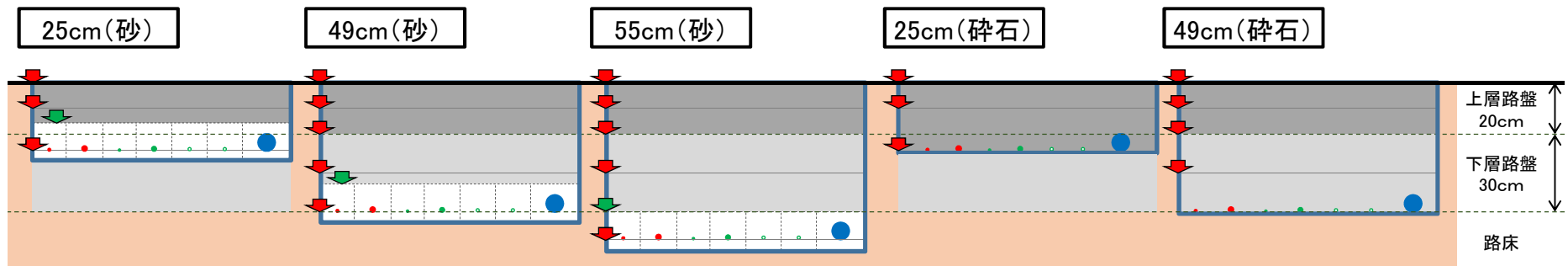
■試験条件

1)埋設方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既設道路への施工を想定し、舗装体を構築後、溝掘りを行い、ケーブルを埋設。 ・ 舗装体は、上層路盤、下層路盤を施工。(ランマーまたは振動プレートコンパクターにて締固め。)
2)ケーブル周辺の埋設材料	<ul style="list-style-type: none"> ・ 砂及び碎石(路盤材)による埋設について検証。 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 下層路盤 :砂と碎石(路盤材)で上面及び下面に埋設 ➢ 路床 :砂のみで上面に埋設 ・ 砂の厚さは、試験の対象で最も太い電力ケーブル(CVQ250mm²、外径64mm)において、碎石による影響がないと考えられる砂の厚さとして150mmとした。
3)ケーブル入線方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ 一つの溝に、複数のケーブルを並べて敷設。
4)ケーブル延長	<ul style="list-style-type: none"> ・ 約3m

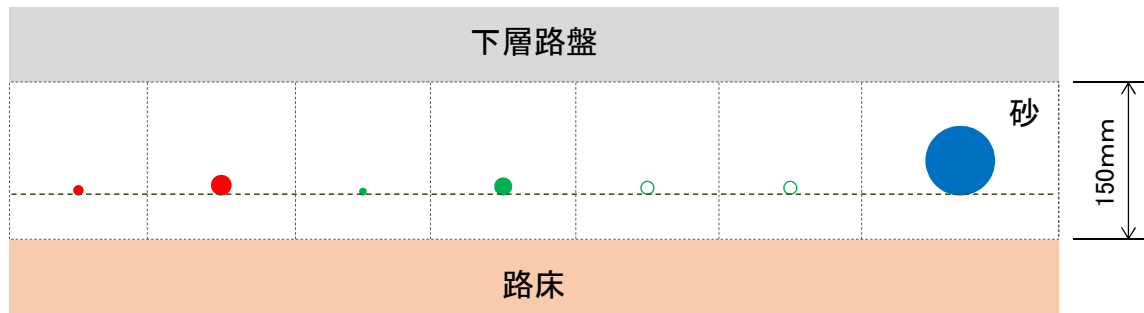
ケーブルの損傷等の試験概要(2)

■施工断面

- ・ 深さと材料(砂/碎石)を変えてケーブルを埋設。
- ・ 転圧はランマーまたは振動プレートコンパクターにて転圧。



埋設のイメージ(砂)



施工の様子

ケーブル敷設【碎石】



転圧状況【プレート】



凡 例

●	電力ケーブル(CVQ250mm ²)	●	同軸ケーブル(12C(16mm))
○	光ケーブル(40SM-WB-N(12mm))※	●	同軸ケーブル(5C(8mm))
○	光ケーブル(1SM-IF-DROP-VC(2.5×5.3mm))※	➡	転圧(振動プレートコンパクター)
●	メタルケーブル(0.4mm50対CCP-JF(15.5mm))	➡	転圧(ランマー)
○	メタルケーブル(2対-地下屋外線(5.5mm))	□	掘削位置

※ 光ケーブルについては、防護管(波付硬質ポリエチレン管(φ30))で防護したうえで埋設

ケーブルの損傷等の試験結果

- ・ いずれのケースでも、砂で埋設したケーブルには、施工の影響による損傷は確認されなかった。
- ・ 2対-地下用屋外線を除くケースでは、碎石で埋設したケーブルは、施工の影響による損傷が確認された。

埋設 深さ	埋設 材料	CVQ250mm ²	0.4mm50対CCP-JF(15.5mm)		2対-地下用屋外線		12C		5C
		①*	①*	②*	①*	②*	①*	②*	①*
25cm	砂	○	○	○	○	○	○	○	○
49cm	砂	○	○	○	○	○	○	○	○
55cm	砂	○	○	○	○	○	○	○	○
25cm	碎石	○	○	○	○	○	×	×	×
49cm	碎石	×	○	×	○	○	×	×	×

※ ①: シースに影響があるもの(残存シース厚/残存率)、②: 内部の構造に影響があるもの

○: 評価基準を満たしている ×: 評価基準を満たしていない

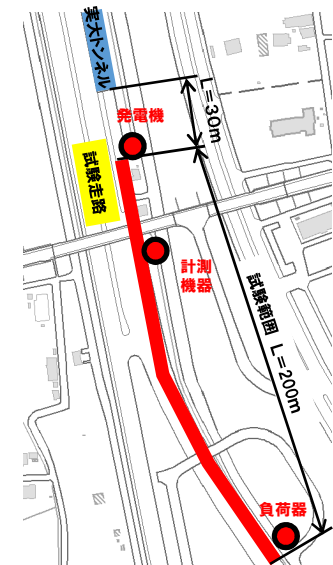
※ 光ケーブルについては、電気通信性能について評価基準を満たさないことを確認したことから、厚さを管理した砂内への直接埋設は実施しなかった

試験②の概要

■ 離隔距離確認試験

試験場所	国土技術政策総合研究所 試験走路(茨城県つくば市)
実施時期	平成26年11月25日～11月28日
試験内容	<ul style="list-style-type: none"> ・電力ケーブル(低圧)と通信ケーブル(光・メタル・同軸)を様々な離隔距離で配置 ・電力ケーブルに通電した際に発生する電磁誘導が通信機能に及ぼす影響(電気特性、伝送特性、映像品質)を検証
延長等	・試験距離:L=200m

国総研試験走路(つくば市)



■ アーク放電試験

試験場所	(一財)電力中央研究所 大電力実験所(神奈川県横須賀市)
実施時期	平成27年4月23日
試験内容	・通信ケーブルと低圧電力ケーブルが近接(0cm～)した時に、電力ケーブルで発生したアーク放電が通信ケーブルへ与える影響について評価
延長等	・ケーブル長:1m ※中間位置(50cm位置)にアーク放電を曝露
試験条件	<ul style="list-style-type: none"> ・電力ケーブル: 通常負荷状態(3相平衡200V)【600V_CVQケーブル】 ・離隔距離 : 0cm、10cm(通信ケーブルと電力線が近接している状態)

電中研 大電力実験所(横須賀市)



大容量電力短絡試験設備



離隔距離確認試験

試験項目

		離隔距離確認試験				アーク放電試験			
		誘導電圧			減衰量	テレビ信号の映像品質	外観調査	電気的特性	材料特性
		常時誘導縦電圧	異常時誘導危険電圧	常時誘導雑音電圧					
通信線	光ケーブル	実施	実施						
	メタルケーブル	実施	実施	実施		実施	実施	実施	
	同軸ケーブル	実施			実施	実施 ・端子レベル ・ビットエラー率 ・変調エラー率			

通信線(光ケーブル)の試験結果

- 電力線と通信線(光ケーブル)の離隔が0cmであっても通信品質への影響は見られなかった。

試験対象	試験項目※1	電力線の状態	確認内容	判断基準	試験結果※2
40SM-WB-N (12mm) ○防護管無	常時誘導縦電圧	通常負荷状態 (3相平衡200V50Hz 500A)	誘導電圧が 制限値を超えないこと	15V以内	・離隔0cmで 許容値内
	常時誘導縦電圧 異常時誘導危険電圧※3	漏電(3相回路の 不平衡等による 常時零相電流)、 地絡(地絡電流) を模擬 (単相200V50Hz 30A)		常時:15V以内 異常時:300V以内	・離隔0cmで 許容値内

※1 光ケーブルについては、心線が無誘導であり、雑音等は発生しないことから、常時誘導雑音電圧は実施しない

※2 試験の結果、離隔0cmで防護管無の条件で許容値内であったことから、離隔10cm、離隔30cm及び防護管有のケースについては省略

※3 常時誘導縦電圧の電流値は、地中線の零相電流は負荷電流の6%とされているため、500Aの負荷電流から30Aとした(JESC E0006 JEAC6021-2013)
異常時誘導危険電圧の電流値は、B種接地を10Ω程度と仮定した場合、電圧200Vから20Aとなり、常時誘導縦電圧の試験より低い

通信線(メタルケーブル)の試験結果

- 電力線と通信線の離隔が0cmであっても通信品質への有意な影響は見られなかった。

試験対象	試験項目	電力線の状態	確認内容	判断基準	試験結果※1
0.4mm50対CCP-JF (15.5mm) 2対-地下用屋外線 (5.5mm) ○防護管※2有/無	常時誘導縦電圧	通常負荷状態 (3相平衡200V50Hz 500A)	誘導電圧が 制限値を超 えないこと	15V 以内	・離隔0cmで許容値内
	常時誘導縦電圧 異常時誘導危険電 圧※3	漏電(3相回路 の不平等等によ る常時零相電 流)、地絡(地絡 電流)を模擬 (単相200V50Hz 30A)		常時: 15V以内 異常時: 300V以内	・離隔0cmで許容値内
	常時誘導雑音電圧	高調波電流を模 擬 (単相200V800Hz 6A)※4		0.5mV 以内	・0.4mm50対CCP- JFについては、離隔 0cmで許容値内 ・2対-地下用屋外線 については、離隔30 cmでも許容値外※5

※1 離隔0cmで防護管無の条件で許容値内であった試験については、離隔10cm、離隔30cm及び防護管有のケースについて省略、許容値外であった場合は、その他のケースについても実施

※2 防護管:PF-S管(一重管)(φ28、φ14)

※3 常時誘導縦電圧の電流値は、地中線の零相電流は負荷電流の6%とされているため、500Aの負荷電流から30Aとした(JESC E0006 JEAC6021-2013) 異常時誘導危険電圧の電流値は、B種接地を10Ω程度と仮定した場合、電圧200Vから20Aとなり、常時誘導縦電圧の試験より低い

※4 常時誘導雑音電圧の電流値は、高調波抑制対策技術指南(JEAG9702-1995)より試算

※5 試験では許容値外であったが、現存の設備条件下でのシミュレーションにより有意な影響がないことを確認

通信線(同軸ケーブル)の試験結果

- 通信線(同軸ケーブル)を電力線と離隔0cmで配置した場合、通信品質への影響は見られなかった。

試験対象	試験項目		電力線の状態	確認内容	判断基準	試験結果※1
12C(16mm) ○防護管※1有/無	誘導電圧	常時誘導電圧	通常負荷状態 (3相平衡200V0A) (3相平衡200V300A) (3相平衡200V500A)	誘導電圧が制限値を超えないこと	15V以内	・離隔0cmで許容値内
	減衰量		通常負荷状態 (3相平衡200V0A) (3相平衡200V300A) (3相平衡200V500A)	減衰量が制限値を超えないこと	90MHz :24.2dB/km 200MHz :37.4dB/km 220MHz :38.5dB/km 470MHz :58.3dB/km 770MHz :75.9dB/km	・離隔0cmで許容値内
12C(16mm) ○防護管※2無	テレビ信号の映像品質	端子レベル	通常負荷状態 (3相平衡200V500A)	(一社)日本CATV技術協会推奨値の範囲内であること	57~81dB μ V	・離隔0cmで許容値内
		ビットエラー率	通常負荷状態 (3相平衡200V500A)	信号の誤り率※3が規格内であること	1.0E-5以下	・離隔0cmで許容値内
		変調エラー率	通常負荷状態 (3相平衡200V500A)	信号の誤り率※3が規格内であること	25dB以上	・離隔0cmで許容値内

※1 試験の結果、離隔0cmで許容値内であったことから、離隔10cm、離隔30cmのケースについては省略

※2 防護管:離隔距離確保を目的として、波付硬質ポリエチレン管(φ30)にて代用

※3 テレビのデジタル信号がノイズの影響を受けずに受信できたか確認

アーク放電試験の概要

■試験パターン

- ・ 通信ケーブル・引込線について、離隔0cm、防護管なしを基本として実施。
- ・ 比較ケースとして、防護管ありのケースと、離隔10cmのケースを実施。

離隔距離	防護管	ケーブル種類	実施理由
0cm	なし	CCP-JFケーブル (通信ケーブル)	・基本ケースとして、通信ケーブル・引込線のそれぞれについて、 離隔0cm、防護管なしのケースを実施
		地下用屋外線 (引込線)	
	あり	CCP-JFケーブル (通信ケーブル)	・基本ケースに対する比較として、防護管でケーブルを防護した ケースを実施
10cm	なし	CCP-JFケーブル (通信ケーブル)	・基本ケースに対する比較として、離隔距離を10cm確保した ケースを実施
		地下用屋外線 (引込線)	

アーク放電試験の内容

試験項目	要件	評価基準	備考
アークによる 外被溶融有無 (外観調査)	交流単相 200V 34kA※2	・アークに曝露した部分においてアークによる溶融が見られないこと ※ 短絡線(銅釘・銅線)に電流が流れた際の熱(ジュール熱)による溶融はアークによる溶融とは別事象であるため除外	
心線露出		・内部の心線が露出していないこと	アーク外被溶融があった場合のみ実施
溶融深さ※1		・外被厚の75%以上の被覆が残存していること NTT規格(材料特性)を準用 耐老化性: 試験片を環境条件下に放置した後の引っ張り強さ・伸びは標準サンプルの75%以上であること ※「引っ張り強さ=引っ張り試験時の最大張力/試験片の断面積」より被覆厚が75%以上残存していれば引っ張り強さが75%以上であると推定	心線露出がない場合のみ実施
電気的特性		①静電容量 ・標準サンプルの値を100%とした時に100±10%の範囲内であること ②絶縁抵抗 ・1GΩ超であること NTT規格(ケーブル規格(電気的特性))を準用 ※上記と同等	
材料特性		①引張り強度、②伸び ・アークに曝露した外被部分について引張り試験を実施した際の引張り強さ、伸びが標準サンプルと比較して75%以上であること NTT規格(材料特性)を準用 耐老化性: 試験片を環境条件下に放置した後の引っ張り強さ・伸びは標準サンプルの75%以上であること	
変色	・アークに曝露した外被部分に変色がないこと NTT規格(ケーブル規格)を採用 外被材の色: 黒色(色相:N、明度:2、彩度:0)		

※1: 今回の試験では、短絡線がジュール熱で高温となりケーブル・引込線の外被を溶かす事象が見られたが、ジュール熱による影響はアーク放電による影響とは別事象であることから、ジュール熱による影響は除外して評価した。

※2: アーク放電を発生させるのに必要な電流値を設定した。

※3: アーク放電により通信線に誘起されるインパルス性ノイズの通信サービスへの影響については、以下の理由により考慮しない。

① 電力ケーブルにおけるアーク放電を伴う故障の発生確率が極めて小さく、通信信号の符号誤りが発生する時間が極めて短い(過去の実験では、アーク放電前後10秒間の符号誤り率が「 10^{-7} ~ 10^{-8} 」オーダー)。

② メタリック心線を利用するデータ通信サービスにおいて、極短時間の瞬間的なノイズ混入に対応する定量的な規格がない。

③ 多くの通信手順において、誤り検出訂正・データ再送手順が実装されている。

アーク放電試験の結果

- ・各サンプルの外観調査を実施したところ、アーク放電に曝露した部分においてアークによる外被溶融は見られなかったため、心線露出試験は実施しなかった。
- ・電気的特性、材料特性については、全てのサンプルにおいて基準内。
- ・アーク放電に曝露した部分において変色が見られた。

離隔距離	防護管	ケーブル種類	外観調査	電気特性		材料特性		
			外被溶融	静電容量	絶縁抵抗	引張り強さ	伸び	変色
			アーク放電に曝露した部分においてアークによる溶融が見られないこと	標準サンプルの値を100%とした時に100±10%の範囲内であること	1GΩ超であること	アークに曝露した外被部分について引張り試験を実施した際の引張り強さ・伸びが標準サンプルと比較して75%以上であること	アーク放電に曝露した部分においてアークによる変色が見られないこと	
0cm	なし	CCP-JFケーブル	○	○	○	○	○	×
		地下用屋外線	○	○	○	○	○	×
	あり	CCP-JFケーブル	○	○	○	○	○	○
10cm	なし	CCP-JFケーブル	○	○	○	○	○	○
		地下用屋外線	○	○	○	○	○	○

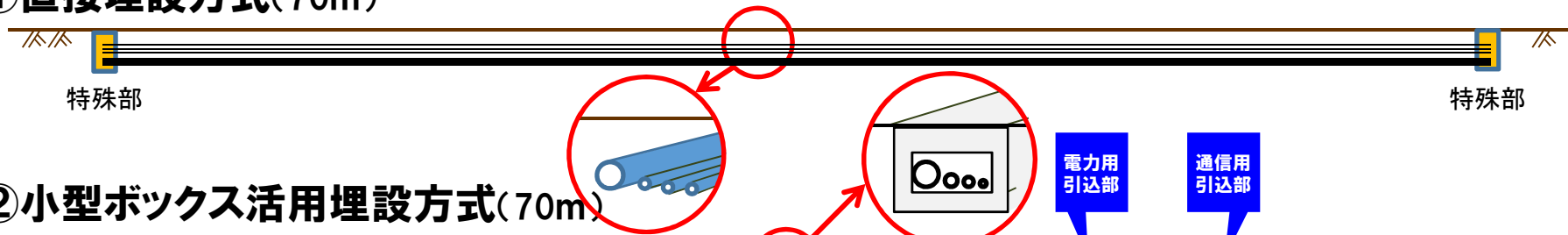
※○:評価基準を満たしている
 ×:評価基準を満たしていない

試験③「施工性確認試験」の概要(1)

- ・(電力線と通信線の離隔が0cmで可能であることを前提として、)直接埋設方式、小型ボックス活用埋設方式の施工性を確認。

試験目的	直接埋設方式及び小型ボックス活用埋設方式について、試験①、②で得られた知見も踏まえ、作業条件や方法を想定する
試験場所	一般国道49号 阿賀野バイパス地内道路建設現場(北陸地整)
実施時期	平成27年6月8日～24日
試験内容	<ul style="list-style-type: none"> ・小型化された通常部や特殊部、分岐部においてケーブル敷設等の施工性を確認 ・電力、通信ケーブルを敷設し、ケーブルの施工性を確認

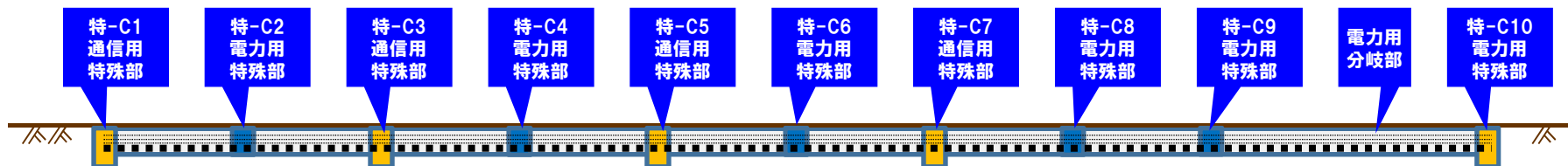
①直接埋設方式(70m)



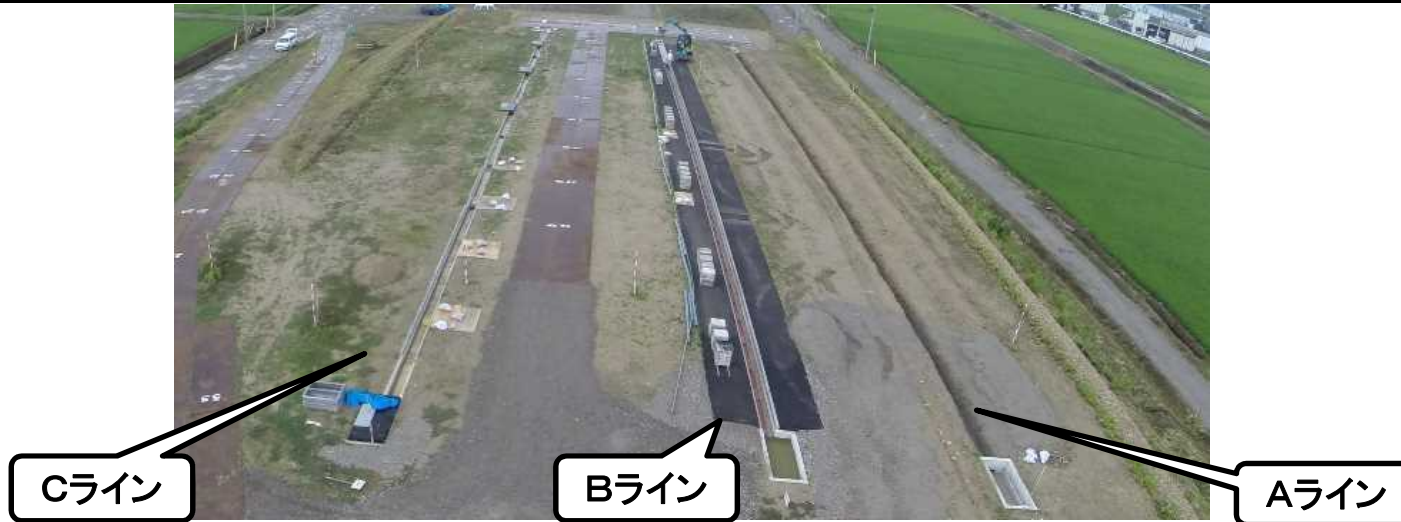
②小型ボックス活用埋設方式(70m)



③小型化した特殊部・分岐部(70m)



試験③「施工性確認試験」の概要(2)



③小型化した特殊部・分岐部(Cライン)

・特殊部における施工上の課題を抽出するため、特殊部、分岐部および小型ボックスにおいてケーブル敷設および地上機器の設置、通信接続体を設置する。



②小型ボックス活用埋設方式(Bライン)

・小型ボックス活用埋設方式における施工上の課題を抽出するため、小型ボックスを敷設したうえで、各事業者のケーブルを敷設し、その後の張替を実施する。
 ・ケーブル敷設に際しては、①蓋を開けた状態で敷設するケース(電力、通信)、②蓋を閉めた状態で敷設するケース(通信)を実施する。



①直接埋設方式(Aライン)

・直接埋設方式における施工上の課題を抽出するため、直接埋設用の溝を掘削し、各事業者(電力事業者・通信事業者・放送事業者)がケーブルの敷設を行う。



※通信側のニーズにより蓋閉めの状態でも試験を実施(Bライン)

Aラインの前提条件

直接埋設方式(Aライン)

前提条件

■試験実施上の前提

- ・入溝ケーブルは最小条数を想定(表-1のとおり)
- ・埋設深さは地表面からケーブル上面まで55cm(本試験では試験①における最深位置を埋設深さに設定)
- ・掘削幅 450mm、事業者毎の幅 150mm
- ・延長は屈曲無しの直線道路を想定(道路幅4m、埋設距離70m)
- ・分岐接続部の設置は行わない(幹線敷設に係る課題を抽出)
- ・特殊部からのケーブル貫通孔は長穴(400mm×100mm)
- ・試験実施箇所は傾斜地
- ・需要家への速やかなサービス供給を行わない新設道路等を想定し、電力ケーブルの通電や通信ケーブルの通信はしない
- ・なお、試験の前提条件及び確認事項については、関係者において設定したものである

■現地作業上の前提

- ・掘削土は、1m以上離れた箇所に仮置き
- ・ケーブル敷設時の課題抽出を目的としているため、砂巻きおよび埋戻しは実施しない
- ・道路掘削・ケーブル敷設を実施(第三者の掘削は想定しないため、埋戻しは行わない)
- ・埋戻し、安全シート敷設、掘削箇所の養生(覆工板等)、アスファルト舗装などは、実施しない
- ・常設作業帯の設置が可能な空間あり
- ・各事業者で作業帯は設置しない

表-1 Aラインにおける入溝ケーブル

		ケーブル規格	径(cm)
電力用	低圧(1条)	CVQ250	6.4
	通信用		
	メタル(2条)	0.4-50CJF-Hダクトケーブル	4.0
	光(2条)	40SM-WBNダクトケーブル	4.0
放送用	同軸(1条)	12Cダクトケーブル	4.0
	光(1条)	300心ダクトケーブル	4.0
合計		7条	

Bラインの前提条件

小型ボックス活用埋設方式(Bライン)

前提条件

■試験実施上の前提

- ・入溝ケーブルは最小条数を想定(表-2のとおり)
- ・小型ボックスは蓋が地表上に出る状態に設置
(ボックス内空のサイズは考えられる最小サイズを想定し、幅250mm、深さ200mm)
- ・埋設距離は屈曲無しの直線道路を想定(道路幅4m、埋設距離70m)
- ・ケーブル離隔は電力(低圧)、通信を問わず0cmまで近接可能
- ・試験実施箇所は傾斜地
- ・電力、通信ケーブルの引込(引込分岐)を実施(分岐箇所は1箇所ずつ)
- ・小型ボックスのノックアウトから引込分岐を実施
- ・小型ボックスは、官民境界に敷設することを想定
- ・既設を想定し蓋閉時の通線器具による敷設に当たり、非通過の場合、蓋を開けて状況を確認
- ・なお、試験の前提条件及び確認事項については、関係者において設定したものである

表-2 Bラインにおける入溝ケーブル

		ケーブル規格	径(cm)
電力用	低圧(1条)	CVQ250(分岐ケーブルCVQ150)	6.4(5.2)
	保安通信(1条)	200 心光ケーブル	1.7
通信用	メタル(2条) (3条:蓋ありの場合)	0.4-50CJF-Hダクトケーブル 2P チカダクトドロップ(※蓋ありの場合)	4.0
	光(2条) (3条:蓋ありの場合)	40SM-WBNダクトケーブル 1SM-SIFD ダクトケーブル(※蓋ありの場合)	4.0
放送用	同軸(1条)	12C	1.6
	(2条:蓋ありの場合)	5C(引込用)	0.8
	光(1条)	300心光ケーブル	2.1
合計		8条(11条:蓋ありの場合)	

■現地作業上の前提

- ・常設作業帯の設置が可能な空間あり
- ・取り外した蓋は小型ボックス直近に存置
- ・蓋開けは人力で可能
- ・各事業者で作業帯は設置しない

Cラインの前提条件

小型化した特殊部・分岐部(Cライン)

前提条件

■試験実施上の前提

- ・入溝ケーブルは最小条数を想定(表-3のとおり)
- ・特殊部、分岐部は考えられる最小サイズを想定し設計
- ・特殊部、分岐部には、電力および通信ケーブルを収容
- ・電力特殊部において、電力高圧ケーブルと通信ケーブルが現行基準の離隔を確保出来ること
- ・ケーブル離隔は電力(低圧)、通信を問わず0cmまで近接可能
- ・試験実施箇所は傾斜地
- ・設置済みの特殊部、分岐部にて施工性、作業性を確認。
- ・特殊部の前後にケーブル導入の為の傾斜(テーパー)は設けない
(今回設計した特殊部での収容の可能性を確認するための試験であるためテーパーは設けない)
- ・なお、試験の前提条件及び確認事項については、関係者において設定したものである

■現地作業上の前提

- ・常設作業帯の設置が可能な空間あり
- ・各事業者で作業帯は設置しない

表-3 Cラインにおける入溝ケーブル

		ケーブル規格	径(cm)
電力用	高圧(2条)	CVT150	6.6
	低圧(1条)	CVQ250(分岐ケーブルCVQ150)	6.4(5.2)
	保安通信(1条)	200心光ケーブル	1.7
通信用	メタル(2条)	0.4-50CJF-Hダグケーブル	4.0
	光(2条)	40SM-WBNダグケーブル	4.0
放送用	同軸(1条)	12C	1.6
	光(1条)	300心光ケーブル	2.1
合計		10条	

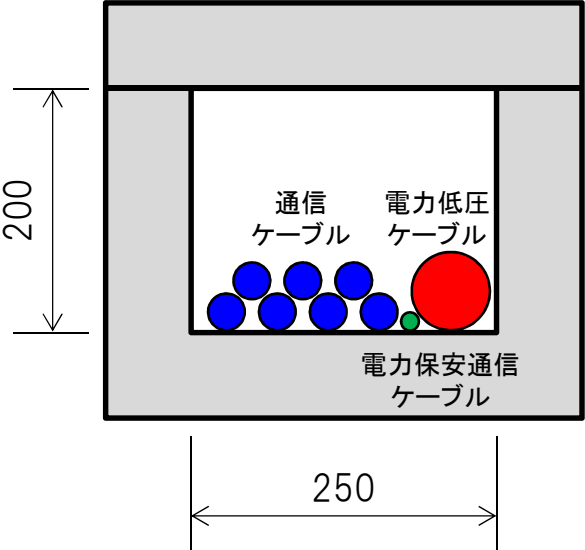

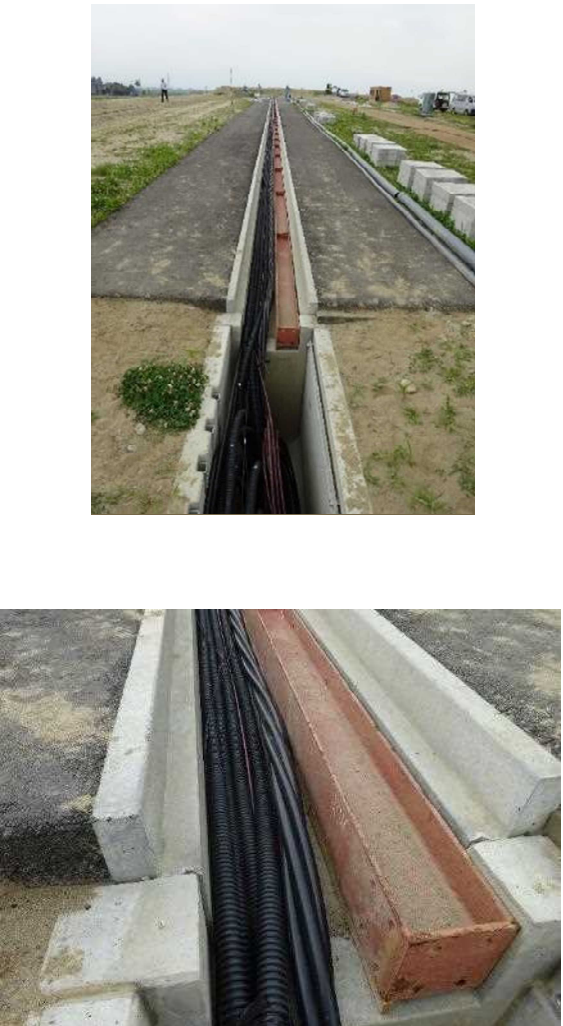
Aラインの確認結果

直接埋設方式(Aライン)

標準断面図	掘削後の状況	ケーブル敷設後の状況
<p>掘削断面</p> <p>ケーブル上面まで 550</p> <p>放送用 150</p> <p>通信用 150</p> <p>電力用 150</p> <p>450</p>		

Bラインの確認結果

小型ボックス活用埋設方式(Bライン)

標準断面図	小型ボックス敷設後の状況	ケーブル敷設後の状況
<p>小型ボックス内空寸法</p>  <p>通信ケーブル 電力低圧ケーブル</p> <p>電力保安通信ケーブル</p> <p>200</p> <p>250</p>		

※写真にあるオレンジ色のH鋼は、小型ボックスの内空寸法を調整するために設置

Cラインの確認結果

小型化した特殊部・分岐部(Cライン)

特殊部等設置後の状況



ケーブル敷設後の状況



試験③ 確認結果・課題・対応の整理(1)(Aライン)

		電力事業者	通信事業者	放送事業者
明確になった事項		<ul style="list-style-type: none"> 電力低圧ケーブルの敷設が最初であれば、450mm作業スペースを活用し敷設したことから、敷設可能。 ケーブル敷設は出来たが、作業スペースが狭い。 電力低圧ケーブル引延し時、ケーブルコロが転倒した。 	<ul style="list-style-type: none"> 掘削溝内へのケーブル収容は可能だが、当初とは異なる防護管を使用したため、通信用配分幅15cmへケーブル横並びでの収容は不可となった。 ケーブルの移動が発生したため、掘削溝内での修正作業が発生した。 	<ul style="list-style-type: none"> ケーブル敷設は収容可能であったが、余幅は無く、作業時に掘削側面に接触をする事で、崩落が生じる。 作業に十分な足場が確保されておらず、後発作業者は敷設済みケーブル上での作業を余儀なくされた。
課題		<ul style="list-style-type: none"> 十分な作業スペースを確保するための効率的・安全な作業方法の検討が必要。 ※ 作業員が電力低圧ケーブル先端を誘導しながら移動する為、作業ができるスペース(掘削幅)が必要。 電力低圧ケーブル引延し時、ケーブルコロの転倒を防止するためにケーブルコロ、ケーブルグリップの改良。 	<ul style="list-style-type: none"> ケーブルが移動して掘削溝内での修正作業が発生したため、掘削溝内での作業が発生しないよう、ケーブルの固定方法等の検討が必要。 低コスト実現のために、他事業者との細かな作業スケジュール調整。 	<ul style="list-style-type: none"> 掘削側面の崩落防止のための養生処理、または全線敷設後の異物除去作業が必要。 掘削幅が狭く、入溝時は敷設済みケーブルの上での作業となり、他事業者ケーブルを損傷する恐れ。
引き続き検証が必要な事項	課題に対する検証	<ul style="list-style-type: none"> 掘削側面の崩落防止方法などの安全対策や作業性を考慮した掘削幅の検討。 ○特殊部内への泥・水の流入防止対策の検討。 		
	その他の検証	—	<ul style="list-style-type: none"> ケーブル固定方法。 	—
		<ul style="list-style-type: none"> 必要な作業区画や掘削・埋め戻しも含めた効率的な作業方法の検証。 敷設条数が増えた場合の敷設スペースやその際の作業性を考慮した掘削寸法の検討。 ケーブル張替時の掘削方法や分岐箇所での施工方法の検証。 		

試験③ 確認結果・課題・対応の整理(2)(Bライン)

■蓋開け

		電力事業者	通信事業者	放送事業者
明確になった事項		<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル収容可能。 ・今回の小型ボックスの幅では、電力の分岐接続が出来ない。 ・電力ケーブルを所定の位置への設置や分岐接続時に電力ケーブルを引き出す際、小型ボックス内に作業員が下りて作業を行うスペースが無かった。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル収容可能。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル収容可能。
課題		<ul style="list-style-type: none"> ・電力の分岐接続が可能なスペースが必要。 ・十分な作業スペースを確保するための効率的・安全な作業方法。 	<ul style="list-style-type: none"> ・通信引込部の構造設計(サイズ、位置、形状、施工方法)。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特になし。
引き続き検証が必要な事項	課題に対する検証	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル敷設、張替等の作業性を考慮したボックス構造(サイズ、位置、形状、施工方法)及び作業スペース(小型ボックス寸法)の検討。 		
	その他の検証	<ul style="list-style-type: none"> ・蓋のセキュリティ対策の検討。 		

試験③ 確認結果・課題・対応の整理(3)(Bライン)

■ 蓋閉め

	電力事業者	通信事業者	放送事業者
明確になった事項		<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル4条の収容可能。 ・ケーブル5条目(張替時)の敷設不可。 ・通信ケーブル撤去時、他事業者のケーブルを損傷。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル敷設は、他事業者線との輻輳及び電力分岐部による影響を受け、確実に実施出来るとは言えない。 ・他事業者ケーブル引き抜き等により、敷設済みケーブルにおいて移動が生じる。 ・全区間において、ケーブルドラムを据え置き作業できるスペースが必要。
課題		<ul style="list-style-type: none"> ・通信引込部の構造設計(サイズ、位置、形状、施工方法)。 ・敷設不可時における敷設不可位置と理由の特定方法。 ・各事業者間で、ケーブル損傷の回避方法。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル敷設では、敷設困難箇所における作業継続のため、蓋開閉の容易性が必要。 ・ケーブル敷設時に、敷設困難により作業を繰り返す事で、他事業者分岐部を損傷させる恐れがある。
引き続き検証が必要な事項		<ul style="list-style-type: none"> ・他事業者の分岐部を損傷させないための工事方法について、電力・通信事業者との調整が必要。 ・小型ボックスのサイズ変更の検討。 	—
		<ul style="list-style-type: none"> ・通信引込部の構造の検討(サイズ、位置、形状、施工方法)。 ○敷設不可時における敷設不可位置の特定・確認方法の検討。 	

試験③ 確認結果・課題・対応の整理(4)(Cライン)

	電力事業者	通信事業者	放送事業者
明確になった事項	<ul style="list-style-type: none"> ・地上機器への接続時、電力低圧ケーブルの許容曲げ半径が確保できない。 ・分岐接続部が中空状態のため、分岐接続部の重みが他事業者ケーブルに掛かってしまう。 	<ul style="list-style-type: none"> ・各特殊部への通信接続体の設置可否(地上接続支援金物設置のための深さ不足、受金物設置のための幅不足への対応が必要)。 ・通信ケーブル張替時、他事業者の分岐ケーブルを損傷した。 ・電力特殊部内で法令で定められている電力高圧ケーブルとの離隔確保不可。 	<ul style="list-style-type: none"> ・通信特殊部内において、通信機器を設置し、電力低圧ケーブルを敷設する事は物理的に困難である。 ・電力特殊部内において、通信線と電力高圧ケーブルとの離隔が確保されていない。 ・各種作業において、輻輳する他事業者線の移動が必須となる。
課題	<ul style="list-style-type: none"> ・地上機器への接続時、電力低圧ケーブルの許容曲げ半径を確保可能なスペースが必要。 ・特殊部、小型ボックス内における、作業員、通線具、電力ケーブル(分岐接続部)が他事業者設備(ケーブル、通信接続体)への接触防止策の検討が必要。 ・十分な作業スペースを確保するための効率的・安全な作業方法。 	<ul style="list-style-type: none"> ・電力高圧ケーブルに対する安全確保(離隔と作業者の安全確保)。 ・各事業者間で、ケーブル損傷の回避。 ・作業時に他事業者分岐機器に触る可能性が高く、通信への影響がある可能性があるため、事業者間での事前調整および実施時のルール化が必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・通信特殊部内に機器を設置した際、常時他事業者ケーブルと接触しており、特に端子部等での損傷が懸念。 ・通信機器に対して、通電後常時発熱する電力低圧ケーブルとの接触による影響。
引き続き検証が必要な事項	<ul style="list-style-type: none"> ・ケーブル敷設、張替等も含め、作業性や安全性を考慮した特殊部構造の検討。 ・特殊部、小型ボックス内における、ケーブル作業時の他事業者設備への接触防止策や作業時の各事業者間での事前調整ルール化の検討。 	<p style="text-align: center;">—</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・通信特殊部小型化に向けた、通信機器の設置方法等の検討。