

## 第3回 無電柱化低コスト手法技術検討委員会

平成27年2月18日（水） 13:00～15:00

全国町村会館 ホールB

### 議 題

（試験①：路面及びケーブルの機能に影響を与えない埋設深さ確認試験）

1. 土木研究所等で実施した試験結果について
2. ケーブルの損傷等確認を行う事項について（中間報告）

（試験②：電力線と通信線の離隔距離確認試験）

3. 電力線と通信線の離隔距離確認試験の結果について
4. 今後の方向性（案）について
5. スケジュール（案）について
6. その他

# 土木研究所等で実施した試験結果

1. 試験①の内容(概要)	1
2. 舗装への影響	2
3. ケーブルへの影響(土木研究所等で実施した試験結果)	
3-1 電力ケーブルへの影響	3
3-2 通信線(光ケーブル)への影響	4
3-3 通信線(メタルケーブル)への影響	5
3-4 通信線(同軸ケーブル)への影響	6
4. 小型ボックス等への影響	
4-1 小型ボックスへの影響	7
4-2 小型ボックス代用管への影響	8

平成27年2月18日

# 1. 試験①の内容(概要)

概要		試験項目	資料1	資料2	
試験場所	(独)土木研究所 舗装走行実験場 (茨城県つくば市)	舗装	土木研究所等で実施		
			ケーブル	ケーブルの損傷等	
試験内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>ケーブル及び小型ボックスを様々な方法・深さで埋設</li> <li>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</li> </ul>	電力ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひび割れ(疲労破壊抵抗性)</li> <li>わだち掘れ深さ(塑性変形抵抗性)</li> <li>段差(平坦性)</li> </ul>	—	
		通信線	光ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>交流電圧絶縁耐力</li> <li>絶縁抵抗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>損傷状況(個数計測)</li> <li>なみのり試験</li> </ul>
			メタルケーブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>光損失</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(参考)損傷状況(外被の損傷)</li> </ul>
経緯	<p>試験内容の確認 (第1回委員会)</p> <p>↓</p> <p>走行試験開始 (H26.11.18)</p> <p>↓</p> <p>現場確認 (第2回委員会)</p> <p>↓</p> <p>走行試験終了 ※10万輪走行終了 (H26.12.10)</p> <p>↓</p> <p>現時点での報告 (第3回委員会)</p>	同軸ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>絶縁抵抗</li> <li>静電容量</li> <li>伝送損失</li> <li>漏話減衰量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>損傷状況(外被の損傷)</li> </ul>	
		同軸ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>導体抵抗</li> <li>絶縁抵抗</li> <li>静電容量</li> <li>特性インピーダンス</li> <li>減衰量</li> <li>反射減衰量</li> <li>耐電圧</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>損傷状況(外被・内部の損傷)</li> </ul>	
		小型ボックス	<ul style="list-style-type: none"> <li>蓋のひずみ</li> <li>損傷状況</li> </ul>	—	
	小型ボックス代用管	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひずみ(応力)</li> <li>変位(偏平たわみ)</li> </ul>	—		

## 2. 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
<b>疲労破壊抵抗性</b> <small>【参考資料1】P13-14参照</small>	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
<b>塑性変形抵抗性</b> <small>【参考資料1】P15参照</small>	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし	問題なし
<b>平たん性</b> <small>【参考資料1】P16-19参照</small>	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

## 3-1 電力ケーブルへの影響

- ・ 今回の試験条件において、電気性能面で交流電圧絶縁耐力試験及び絶縁抵抗試験の結果は規格内であり、影響は見られなかった。

試験対象	試験項目	試験条件	判断基準	試験結果
<b>600V CVQケーブル (250mm<sup>2</sup>、22mm<sup>2</sup>)</b>  ○ケーブルのみ： 路面から25cm、49cm、55cm  ○防護板敷設： 路面から25cm	交流電圧絶縁耐力試験	・試験電圧： 3,000V(250mm <sup>2</sup> ) 2,000V(22mm <sup>2</sup> )  ・試験時間：1分間	・電気設備の技術基準の解釈 第9条第1項第四号イの規定を満足すること。	・全てのケースで規格内
	絶縁抵抗試験	・試験電圧： 直流1,000V  ・試験時間：1分間	・電気設備の技術基準の解釈 第9条第1項第四号ロの規定を満足すること。	・全てのケースで規格内

## 3-2 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																																															
<b>40SM-WB-N(12mm)</b> <b>1SM-IF-DROP-VC</b> <b>(2.0×5.3mm)</b>  ○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/心未滿	<b>・規格外となるケース有</b> <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="6">40SM-WB-N</td> <td rowspan="3">25 cm</td> <td>進行方向 車輪通過位置</td> <td>×規格外</td> <td rowspan="6">1SM-IF-DROP-VC</td> <td rowspan="3">25 cm</td> <td>進行方向 車輪通過位置</td> <td>○規格内</td> </tr> <tr> <td>進行方向 車輪外</td> <td>○規格内</td> <td>進行方向 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 車輪通過位置</td> <td>○規格内</td> <td rowspan="3">49 cm</td> <td>進行方向 車輪通過位置</td> <td rowspan="3">/</td> </tr> <tr> <td>進行方向 車輪外</td> <td>×規格外</td> <td>進行方向 車輪外</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 車輪通過位置</td> <td rowspan="3">/</td> <td rowspan="3">55 cm</td> <td>進行方向 車輪通過位置</td> <td>×規格外</td> </tr> <tr> <td>進行方向 車輪外</td> <td>×規格外</td> <td>進行方向 車輪外</td> </tr> <tr> <td>横断方向</td> <td>○規格内</td> <td>横断方向</td> </tr> </tbody> </table>	深さ	埋設方法	試験結果	深さ	埋設方法	試験結果	40SM-WB-N	25 cm	進行方向 車輪通過位置	×規格外	1SM-IF-DROP-VC	25 cm	進行方向 車輪通過位置	○規格内	進行方向 車輪外	○規格内	進行方向 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	/	進行方向 車輪外	×規格外	進行方向 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	進行方向 車輪外	×規格外	進行方向 車輪外	横断方向	○規格内	横断方向
深さ	埋設方法	試験結果	深さ	埋設方法	試験結果																																														
40SM-WB-N	25 cm	進行方向 車輪通過位置	×規格外	1SM-IF-DROP-VC	25 cm	進行方向 車輪通過位置	○規格内																																												
		進行方向 車輪外	○規格内			進行方向 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	/																																												
		進行方向 車輪外	×規格外			進行方向 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																																														
	進行方向 車輪外			×規格外	進行方向 車輪外																																														
	横断方向			○規格内	横断方向																																														

【参考資料1】P29参照

### 防護管あり

項目	試験項目	計測内容	判断基準	試験結果																																															
<b>40SM-WB-N(12mm)</b> <b>1SM-IF-DROP-VC</b> <b>(2.0×5.3mm)</b>  ○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/心未滿	<b>・全てのケースで規格内</b> <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="6">40SM-WB-N</td> <td rowspan="3">25 cm</td> <td>進行方向 車輪通過位置</td> <td>○規格内</td> <td rowspan="6">1SM-IF-DROP-VC</td> <td rowspan="3">25 cm</td> <td>進行方向 車輪通過位置</td> <td>○規格内</td> </tr> <tr> <td>進行方向 車輪外</td> <td>○規格内</td> <td>進行方向 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 車輪通過位置</td> <td>○規格内</td> <td rowspan="3">49 cm</td> <td>進行方向 車輪通過位置</td> <td rowspan="3">/</td> </tr> <tr> <td>進行方向 車輪外</td> <td>—</td> <td>進行方向 車輪外</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 車輪通過位置</td> <td rowspan="3">/</td> <td rowspan="3">55 cm</td> <td>進行方向 車輪通過位置</td> <td>○規格内</td> </tr> <tr> <td>進行方向 車輪外</td> <td>○規格内</td> <td>進行方向 車輪外</td> </tr> <tr> <td>横断方向</td> <td>○規格内</td> <td>横断方向</td> </tr> </tbody> </table>	深さ	埋設方法	試験結果	深さ	埋設方法	試験結果	40SM-WB-N	25 cm	進行方向 車輪通過位置	○規格内	1SM-IF-DROP-VC	25 cm	進行方向 車輪通過位置	○規格内	進行方向 車輪外	○規格内	進行方向 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	/	進行方向 車輪外	—	進行方向 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	進行方向 車輪外	○規格内	進行方向 車輪外	横断方向	○規格内	横断方向
深さ	埋設方法	試験結果	深さ	埋設方法	試験結果																																														
40SM-WB-N	25 cm	進行方向 車輪通過位置	○規格内	1SM-IF-DROP-VC	25 cm	進行方向 車輪通過位置	○規格内																																												
		進行方向 車輪外	○規格内			進行方向 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	/																																												
		進行方向 車輪外	—			進行方向 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																																														
	進行方向 車輪外			○規格内	進行方向 車輪外																																														
	横断方向			○規格内	横断方向																																														

【参考資料1】P29参照

※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)

### 3-3 通信線(メタルケーブル)への影響

- ・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)

### 3-4 通信線(同軸ケーブル)への影響

- ・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		・全てのケースで規格内
	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		・全てのケースで規格内
	特性インピーダンス	・75±3Ω		・全てのケースで規格内
	減衰量	・770MHzで 74.8dB/km以下	・770MHzで 185.2dB/km以下	・全てのケースで規格内
	反射減衰量	・21dB以上		・全てのケースで規格内
	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		・全てのケースで規格内

【参考資料1】P40参照

※1 防護管:波付硬質ポリエチレン管(φ30)

## 4-1 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
<b>コンクリート製小型ボックス</b> (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 $\mu$ )	・最大で70 $\mu$ 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 <small>【参考資料1】P45参照</small>
	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 <small>【参考資料1】P46-48参照</small>

### ■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
<b>レジンコンクリート製小型ボックス</b> (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 $\mu$ )	・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 <small>【参考資料1】P52参照</small>
	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 <small>【参考資料1】P53参照</small>

## 4-2 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

# ケーブルの損傷等確認を行う事項 (中間報告)

---

1. 試験①の内容(概要) .....	1
2. 今回の検証の流れ .....	2
3. ケーブルの損傷確認の中間結果(一覧) ...	3
4. 電力ケーブルへの影響 .....	4
5. 通信線(光ケーブル)への影響(参考) .....	7
6. 通信線(メタルケーブル)への影響 .....	8
7. 通信線(同軸ケーブル)への影響 .....	9
8. 防護管(電力管)による埋設について .....	10
9. 防護管(通信管)による埋設について .....	11

平成27年2月18日

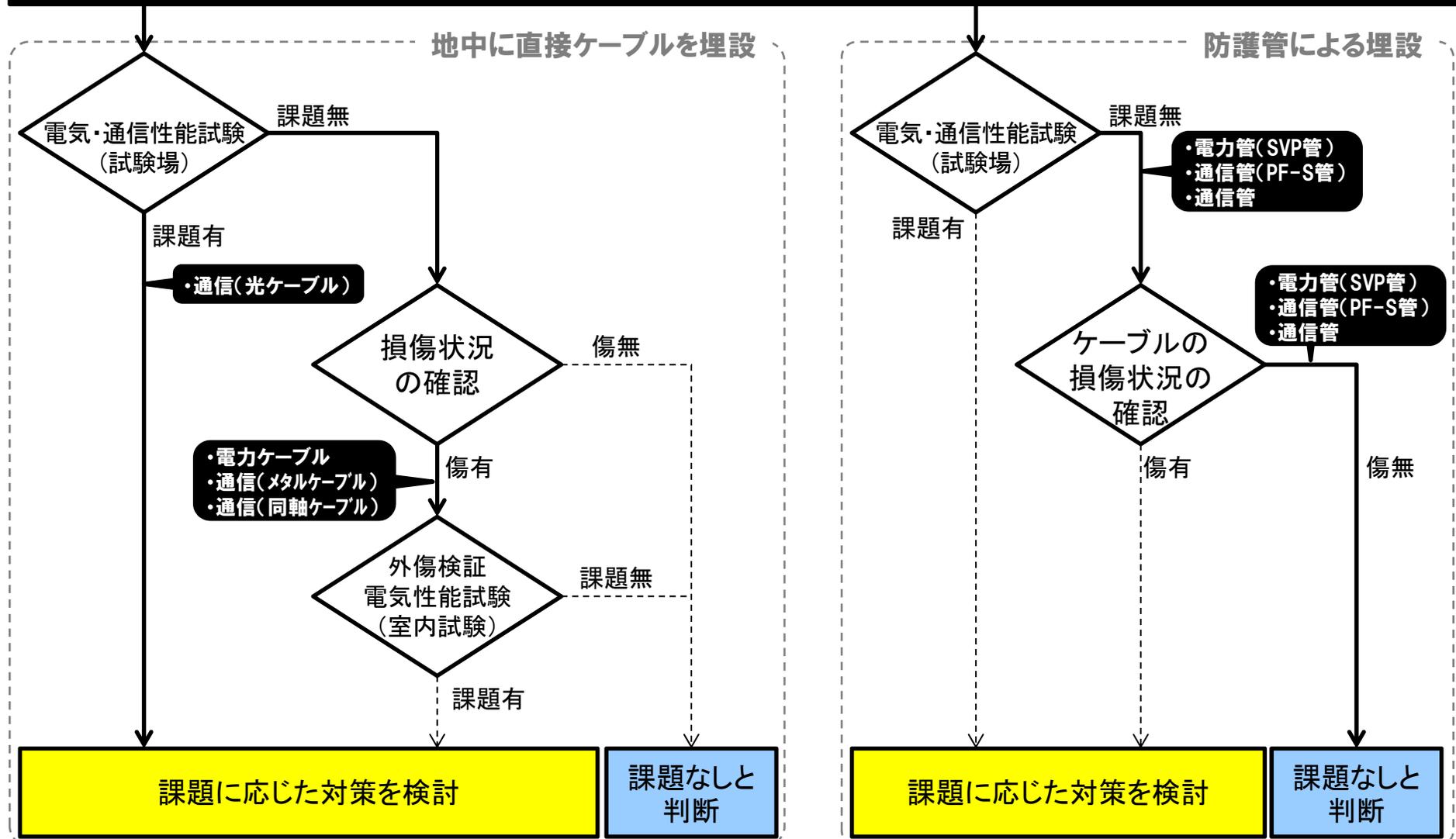
# 1. 試験①の内容(概要)

概要		試験項目	資料1	資料2		
試験場所	(独)土木研究所 舗装走行実験場 (茨城県つくば市)	舗装	土木研究所等で実施	ケーブルの損傷等		
			<ul style="list-style-type: none"> <li>ひび割れ(疲労破壊抵抗性)</li> <li>わだち掘れ深さ(塑性変形抵抗性)</li> <li>段差(平坦性)</li> </ul>	—		
試験内容	<ul style="list-style-type: none"> <li>ケーブル及び小型ボックスを様々な方法・深さで埋設</li> <li>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</li> </ul>	ケーブル	電力ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>交流電圧絶縁耐力</li> <li>絶縁抵抗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>損傷状況(個数計測)</li> <li>なみのり試験</li> </ul>	
			通信線	光ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>光損失</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(参考)損傷状況(外被の損傷)</li> </ul>
				メタルケーブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>絶縁抵抗</li> <li>静電容量</li> <li>伝送損失</li> <li>漏話減衰量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>損傷状況(外被の損傷)</li> </ul>
経緯	試験内容の確認 (第1回委員会) ↓ 走行試験開始 (H26.11.18) ↓ 現場確認 (第2回委員会) ↓ 走行試験終了 ※10万輪走行終了 (H26.12.10)	同軸ケーブル	<ul style="list-style-type: none"> <li>導体抵抗</li> <li>絶縁抵抗</li> <li>静電容量</li> <li>特性インピーダンス</li> <li>減衰量</li> <li>反射減衰量</li> <li>耐電圧</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>損傷状況(外被・内部の損傷)</li> </ul>		
			小型ボックス	<ul style="list-style-type: none"> <li>蓋のひずみ</li> <li>損傷状況</li> </ul>	—	
	現時点での報告 (第3回委員会)	小型ボックス代用管	<ul style="list-style-type: none"> <li>ひずみ(応力)</li> <li>変位(偏平たわみ)</li> </ul>	—		

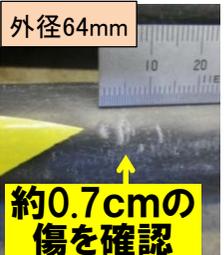
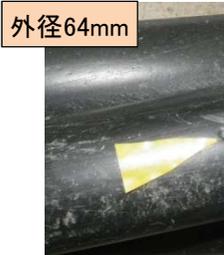
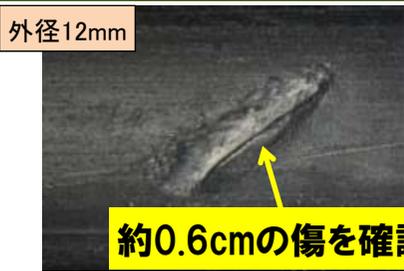
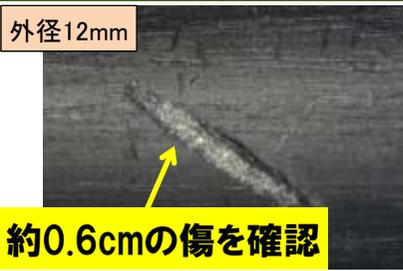
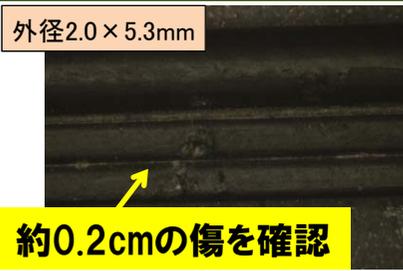
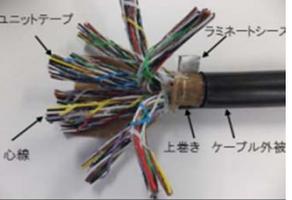
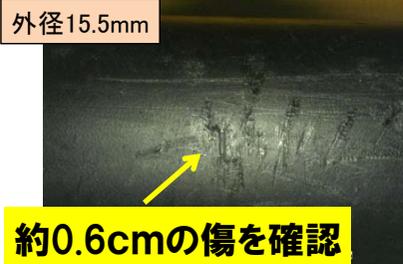
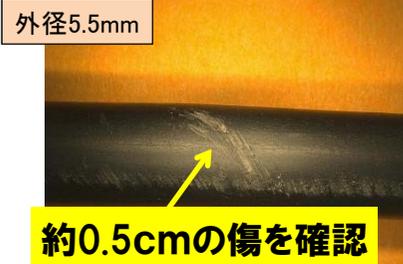
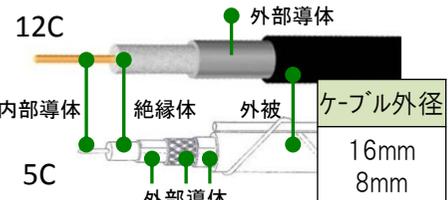
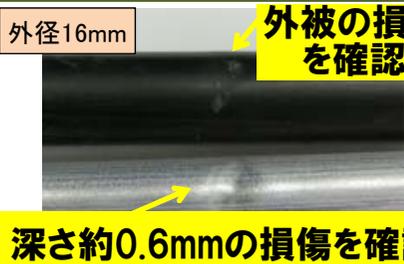
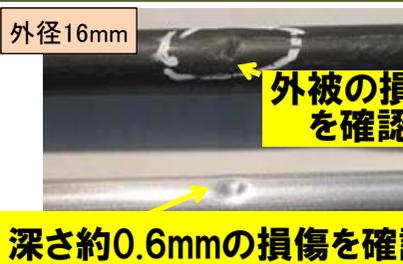
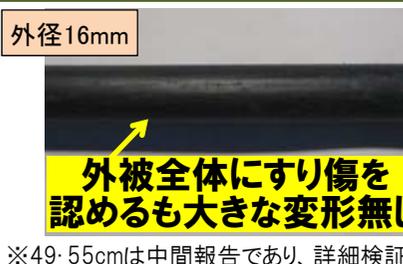
## 2. 今回の検証の流れ

検証項目の検討

試験①の実施



### 3. ケーブルの損傷確認の中間結果(一覽)

		直接ケーブルを埋設したケーブルの損傷状況		
		路盤(25cm/碎石)	路盤(49cm/砂巻)	路床(55cm/砂巻)
<b>電力ケーブル</b>  ケーブル外径 64mm 27mm	外径64mm  <b>約1cmの傷を確認</b> 外径64mm  <b>つぶされ変形した傷</b>	外径64mm  <b>約0.7cmの傷を確認</b> 外径27mm  <b>シースを貫通した傷</b>	外径64mm  <b>約1.0cmの傷を確認</b>	
<b>通信(光ケーブル)</b>  ケーブル外径 12mm 2.0×5.3mm	外径12mm  <b>約0.6cmの傷を確認</b>	外径12mm  <b>約0.6cmの傷を確認</b>	外径2.0×5.3mm  <b>約0.2cmの傷を確認</b>	
<b>通信(メタルケーブル)</b>  ケーブル外径 15.5mm 5.5mm	外径15.5mm  <b>約0.9cmの傷(座屈)を確認</b>	外径15.5mm  <b>約0.6cmの傷を確認</b>	外径5.5mm  <b>約0.5cmの傷を確認</b>	
<b>通信(同軸ケーブル)</b>  ケーブル外径 16mm 8mm	外径16mm  <b>外被の損傷を確認</b> <b>深さ約0.6mmの損傷を確認</b>	外径16mm  <b>外被の損傷を確認</b> <b>深さ約0.6mmの損傷を確認</b>	外径16mm  <b>外被全体にすり傷を認めるも大きな変形無し</b> <small>※49・55cmは中間報告であり、詳細検証中</small>	

※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。

## 4-1 電力ケーブルの損傷等の確認

- ・ 地中に埋設した全ての電力ケーブルの傷等を確認。
- ・ シースを貫通した損傷については絶縁層の保護が出来ないため使用不可。
- ・ 貫通以外のケーブルの傷を評価する明確な基準が無いため評価できない。

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(個数計測)	600V CVQケーブル (250mm <sup>2</sup> 、22mm <sup>2</sup> )  ○ケーブルのみ: 路面から25cm、49cm、 55cm  ○防護板敷設:路面から 25cm	・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	・各ケーブルの傷の 個数は、4相の平 均個数で1～66 個/10cm  ・シースを貫通する 損傷を確認  ・各ケーブルの最 大傷は2～30mm  <small>【参考資料2】P8参照</small>	・シースを貫通した損 傷が確認されたケー ブルは使用不可。  ・地中に埋設した電 力ケーブルについて 傷等が確認されたが、 ケーブルの傷を評価 する明確な基準が無 いため評価できない。
なみのり試験	600V CVQケーブル (250mm <sup>2</sup> )  ○ケーブルのみ: 路面から25cm	・技術マニュアル (案)解説 キャブシステムより 基本地震時はず み1/100を採用  例)ケーブル長10mの場合、 10cm移動することを前 提に設計	・試験前後の 移動量を測定	・移動量は4mmで あり、規格内	・なし

## 4-2 電力ケーブルの損傷について

- ・ 傷の数は路盤(碎石)の方が路床(砂)よりも多く違いがみられた。
- ・ 一方、輪荷重や防護板の有無は、傷の数に大きな影響を与えていないものと考えられる。

### 電力ケーブルの傷個数の比較と考察

#### ○埋設深さが浅いほど傷は多くなる 【参考資料2】P9～10参照(ケーブルC～E、F～Hを比較)

- ・ 施工時の損傷と走行試験による損傷を区別するため、走行試験場所とは別の箇所で実施した「埋設作業による影響調査」では、全て同じ条件(碎石による埋戻し)であることから、埋設深さと損傷の程度について、同調査の結果から考察
  - 施工断面毎(路床面、下層路盤面等)で転圧を行うため、土被り55cmについても土被りが少ない(薄い)状態で転圧の影響を受けている。この条件で土被り25cmが最も傷が多いのは、最終地ならしにおいて重機類の土圧を直近で受けるためと考えられる。
  - ケーブル周辺に砂を入れることは外傷防止につながる可能性はある。

#### ○直接輪荷重がかかる車輪通過位置とかけられない車輪外では傷の個数は変化しない 【参考資料2】P9参照(ケーブルUとVの比較)

- ・ 車輪通過位置と通過しない位置にまたがる形で横断方向に埋設したケーブルについて、車輪通過位置と車輪外での損傷の程度を比較
  - 車輪通過位置と車輪外で車輪傷の個数に有意な差は見られず、車輪通過との相関は無いと判断できる。
  - ケーブルの傷の個数は施工に起因すると考えられる。

#### ○防護板の有無は、傷の数及び傷の増え方には影響しない 【参考資料2】P9参照(ケーブルLとの比較)

- ・ 車輪外にケーブルのみ埋設したケースと、ケーブル上部に防護板を敷設したケースについて、損傷の程度を比較
  - 防護板の有無で傷の個数に有意な差は見られず、防護板有無と関係が無いと思われる。
- ・ 車輪通過位置と通過しない位置にまたがる形で横断方向に防護板を敷設して埋設したケーブルについて、車輪通過位置と車輪外での損傷の程度を比較
  - 車輪通過位置と車輪外で車輪傷の個数に有意な差は見られず、防護板は輪荷重の保護に有効とは言えない。

## 4-3 電力ケーブルの損傷等の評価

- ・ 傷の数の結果を踏まえ、通電を行ったケーブルのうち、防護板のない4種類のケーブルについて、傷の深さなどの詳細な外傷検査を実施予定。
- ・ 電気性能試験結果を踏まえ、総合的に評価を実施。

評価対象	評価基準(案)	試験方法(案)
本試験で地下に埋設した電力ケーブルのうち、通電をしたもの(ただし防護板ありを除く)	・試験電圧に耐えること	電気性能試験 ・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
	・JIS C 3005 に準拠	
	・JIS C 3612 600V耐燃性ポリエチレン絶縁電線	
	・絶縁体:伸び 200%以上 ・シース:伸び 120%以上	・引張り伸び試験
	・「電気設備の技術基準の解釈」第9条 － 絶縁体厚さ:標準値の80%以上 － がい装(シース)厚さ:標準値の85%以上	・構造試験(ひずみ測定) ・外傷検査(顕微鏡検査、輪郭測定、非破壊検査)

今後、

- ・電気性能試験
- ・構造試験(ひずみ測定)
- ・外傷検査(顕微鏡検査、輪郭測定、非破壊検査)

について確認し、「電気設備の技術基準の解釈」第9条の基準を用いて評価することを検討予定。

## 5. 通信線(光ケーブル)への影響(参考)

- ・地中に直接光ケーブルを埋設した場合は、もともと通信機能が満足できていないが、参考までに傷の長さを見ると、0.9～6.3mmの傷が4箇所/mみられた。
- ・一方、防護管に入れた光ケーブルについては、傷は見られず、ケーブルは使用可能と判断される。

試験項目	試験対象	判断基準	試験方法	試験結果	評価(案)
(参考) 損傷状況	40SM-WB-N(12mm)	・目視による傷の有無	・デジタルマイクロスコープによる外傷長の計測(手に引っかかる程度の傷の長さ測定)	・8箇所の傷 ・傷の長さは0.9～6.3mm <small>【参考資料2】P20参照</small>	—
	1SM-IF-DROP-VC (2.0×5.3mm) ○先行掘り起し箇所: 路面から55cm 車輪走行位置 長さ2m			・傷はなし <small>【参考資料2】P20参照</small>	・使用可能

※防護管:PF-S管(一重管)(φ28、φ14)



## 7. 通信線(同軸ケーブル)への影響

- ・ 先行掘り起しのケーブル(埋設深25cm)に損傷を確認。
- ・ 今後、埋設深49cm、55cmのケーブルについても損傷を確認の予定。

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	12C(16mm) 5C(8mm)  ○ケーブルのみ (先行掘り起し箇所): 路面から25cm 車輪走行位置 長さ10m	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 目視及び触診による傷の有無</li> <li>・ 外部導体の損傷の有無</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 外被の損傷が大きい箇所について、外被を切除</li> <li>・ 内部構造の状態として、外部導体径を確認</li> </ul>	12C:3箇所/10mで外部導体に損傷が見られ、最大で5%外部導体径が小さくなっていた  5C:4箇所/10mで損傷が見られたものの、外部導体への影響は見られなかった	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 外被表面の軽微な傷について評価する明確な基準が無いため評価できない</li> <li>・ 外被表面以深の損傷は、防水機能など基本性能に影響をきたす</li> <li>・ 内部構造の損傷は、信号損失及び破断などに繋がるので、損傷状態での使用はできない</li> </ul>

【参考資料2】P33参照

今後、

- ・ 先行掘り起し箇所以外のケーブルの損傷状況(外被・内部の損傷)を確認し、通信線(同軸ケーブル)の損傷を総合的に評価することを検討予定

## 8. 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	

## 9. 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 <small>【参考資料2】P20参照</small>	・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 <small>【参考資料2】P26参照</small>	

※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。【参考資料2】P28参照

### ■ 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

今後、先行掘り起し箇所以外のケーブルの損傷状況(外被・内部の損傷)を確認

# 電力線と通信線の離隔距離確認試験の結果

---

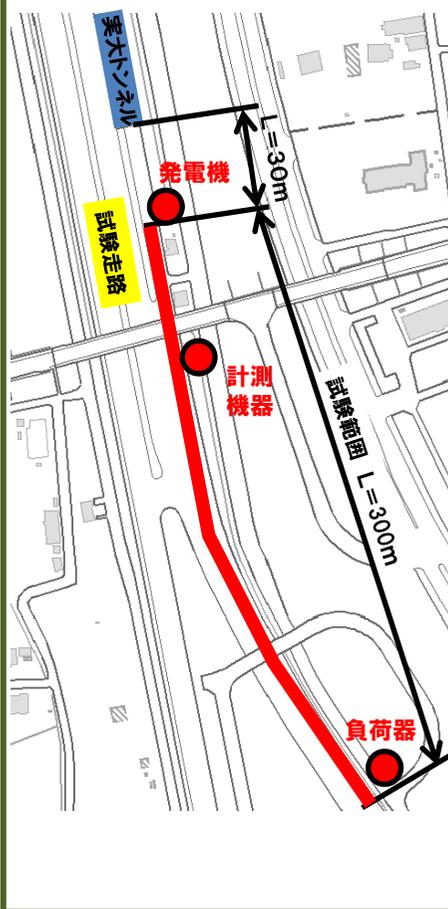
1. 試験②の内容(概要) .....	1
2. 通信線(光ケーブル)の試験結果 .....	2
3. 通信線(メタルケーブル)の試験結果 .....	3
4. 2対-地下用屋外線についての対応案 .....	4
5. 通信線(同軸ケーブル)の試験結果 .....	5

平成27年2月18日

# 1. 試験②の内容(概要)

## 概要

試験場所	試験内容	経緯
国土技術政策総合研究所 試験走路(茨城県つくば市)	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> </ul>	<div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">試験内容の確認 (第1回委員会)</div> <div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;">試験実施 (H26.11.25 ~ 28)</div> <div style="border: 2px solid red; padding: 5px;">現時点での報告 (第3回委員会)</div> </div>



## 試験項目 ↓ 資料3

		誘導電圧			減衰量	テレビ信号の映像品質
		常時誘導縦電圧	異常時誘導危険電圧	常時誘導雑音電圧		
通信線ケーブル	光	実施	実施			
	メタル	実施	実施	実施		
	同軸	実施			実施	実施 ・端子レベル ・ビットエラー率 ・変調エラー率

## 2. 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

【参考資料3】P9参照

※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

### 3. 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

【参考資料3】P12参照

※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

## 4. 2対-地下用屋外線についての対応案

- ・2対-地下用屋外線については、現状の設備条件下のシミュレーションにより、離隔0cmでも有意な影響がないことを確認。

### 【案1】平行長の制限

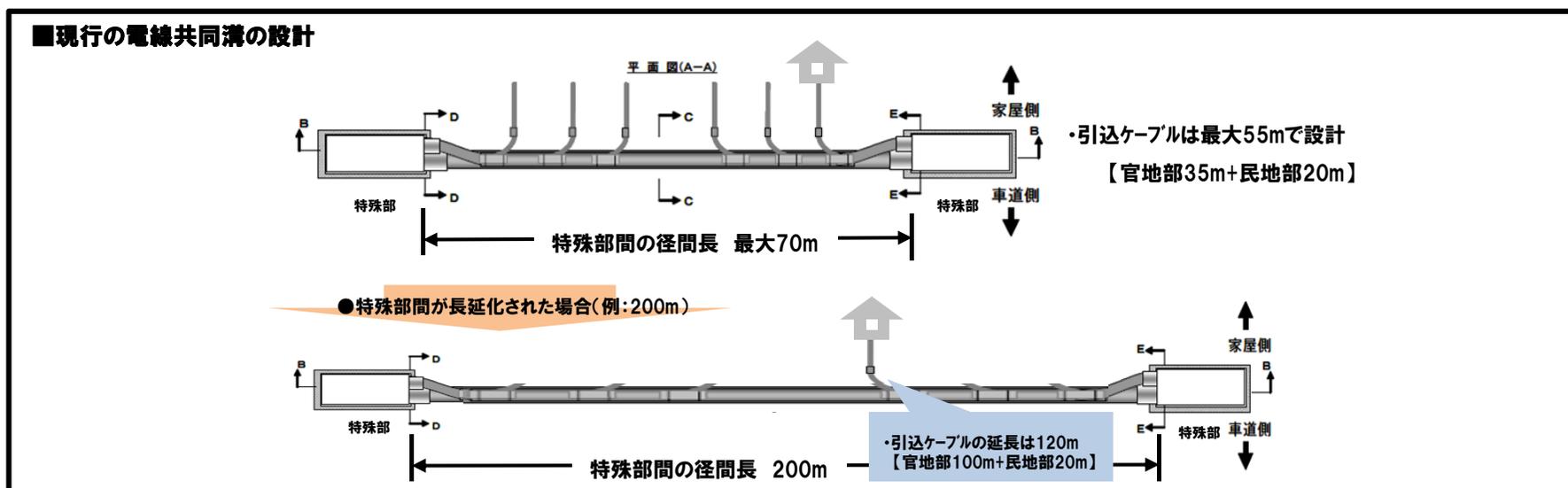
- ・常時誘導雑音電圧が許容値外のとなった2対-地下用屋外線について、現状の設備条件下でシミュレーションしたところ、平行長約150m以内であれば離隔0cmでも許容値内になるため、平行長の制限を設けた設計をする。

(参考)

- ・現行の電線共同溝の設計では引込ケーブルは最大55m。
- ・仮に今後、特殊部間の長延化が検討され、径間長が200mとなっても、引込ケーブル延長は120mで許容値内となる。

### 【案2】ケーブル種別の指定

- ・誘導の影響を受けにくいアルミシース外被で巻かれたケーブルを使用する。



## 5. 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 【参考資料3】P15参照
	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 【参考資料3】P15参照
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 $\mu$ V	・離隔0cmで許容値内 【参考資料3】P16参照
		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 【参考資料3】P16参照
		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 【参考資料3】P16参照

※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

	今後の方向性(案)
舗装 (埋設深さ)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ケーブルや管の埋設基準を緩和。ただし、埋設位置の詳細は、施工性・安全性等海外の状況も踏まえて検討。</li> <li>・ 現道への導入には、安全性やメンテナンス(掘り返し上の課題)等について検討が必要。</li> </ul>
ケーブル (埋設深さ)	<p>【電力】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 掘り出した電力ケーブルについて、傷や変形等の詳細な分析と絶縁耐力試験等の電気的特性に関する試験を実施予定。</li> <li>・ シースの傷や変形等による絶縁性能への影響の確認予定。</li> <li>・ 上記試験等の結果を踏まえて、今回の実験で行った地下に埋設したケーブル等の評価と評価結果を踏まえた対応方策を検討予定。</li> <li>・ 安全性やメンテナンス性について検討が必要。</li> </ul> <p>【通信】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 埋設したケーブル全数について傷や変形等を確認予定。</li> <li>・ メタルケーブル、同軸ケーブルについては、上記の確認等の結果を踏まえて、今回の実験で行った地下に埋設したケーブル等の評価と評価結果を踏まえた対応方策を検討予定。</li> <li>・ 光ケーブルについては、安定した通信品質を確保するためケーブルを保護する等の対策を講じる方向で検討を進める。</li> <li>・ 安全性やメンテナンス性について検討が必要。</li> </ul>
ケーブル (離隔距離)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 電力ケーブルと通信ケーブルが近接した状態において、電力ケーブルのアーク放電による通信品質及びシースに及ぼす影響について確認し、電力ケーブルと通信ケーブルの離隔基準の緩和について検討を進める。</li> </ul>
小型ボックス等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 損傷を受けにくい蓋の検討を進める。</li> </ul>

# 今後のスケジュール(案)

資料5

平成26年9月26日

第1回：・試験内容の確認

11~12月

- ・埋設深さ確認試験(試験①)
- ・離隔距離確認試験(試験②)

12月3日

第2回：・現場確認

平成27年2月18日

第3回：・土木研究所等で実施した試験結果  
・ケーブルの損傷等確認を行う事項  
・電力線と通信線の離隔距離確認試験の結果

2月

- ・電気性能室内試験 ・ケーブル損傷状況確認 等(試験①)

3月

第4回：・施工試験 ・電気性能室内試験結果 ・ケーブルの損傷確認

4~5月

- ・アーク放電試験(試験②)
- ・施工性の検証(試験③)
- ・安全対策の検討

6月

第5回：・各試験結果と安全対策案のとりまとめ

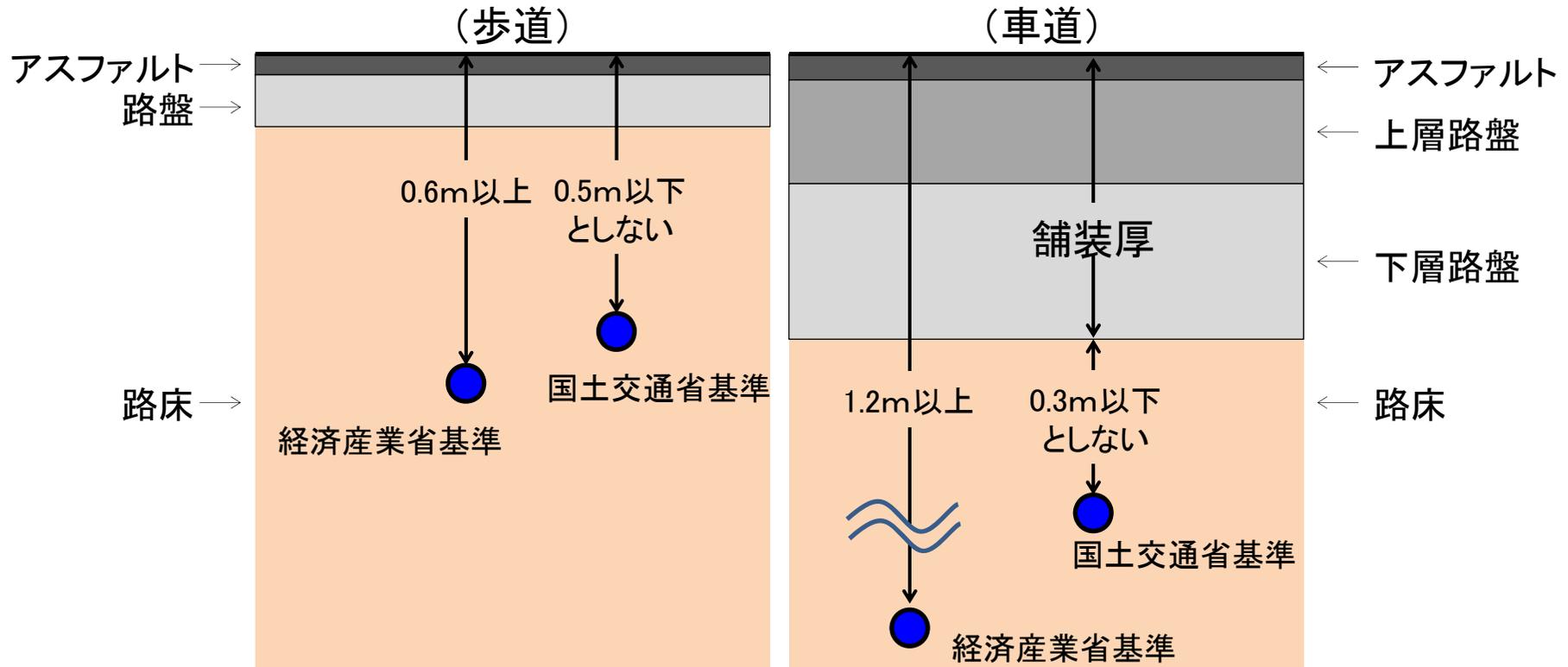
# 土木研究所等で実施した試験結果

1. 現行の基準と埋設深さ …	1	9. 舗装への影響 ……	11
2. 試験概要 ……	2	10. 電力ケーブルへの影響 ……	20
3. 舗装構成 ……	3	11. 通信線(光ケーブル)への影響 ……	25
4. 試験対象 ……	4	12. 通信線(メタルケーブル)への影響 …	31
5. 埋設深さ ……	6	13. 通信線(同軸ケーブル)への影響 …	36
6. ケーブル等の埋設位置 …	7	14. 小型ボックスへの影響 ……	41
7. 試験準備 ……	8	15. 小型ボックス代用管への影響 ……	54
8. 掘り起しの状況 ……	10		

平成27年2月18日

# 1. 現行の基準と埋設深さ

- ・ 現行の基準は、いずれも路床と呼ばれる舗装よりも下層への埋設を義務づけ。



	歩道	車道
経済産業省基準 電気設備に関する技術基準の解釈	0.6m以上	1.2m以上
国土交通省基準 (道路占用埋設部物件)	0.5m以下としない	舗装厚 + 0.3m以下としない

## 2. 試験概要

試験場所	(独)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"> <li>・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</li> <li>・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</li> </ul>	
延長等	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電力ケーブル(61m)</li> <li>・通信ケーブル(光ケーブル92m、メタル72m)</li> <li>・通信ケーブル(同軸ケーブル523m)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・舗装(5,000m<sup>2</sup>)</li> <li>・小型ボックス等(55m)</li> </ul>

### ■ 試験場所

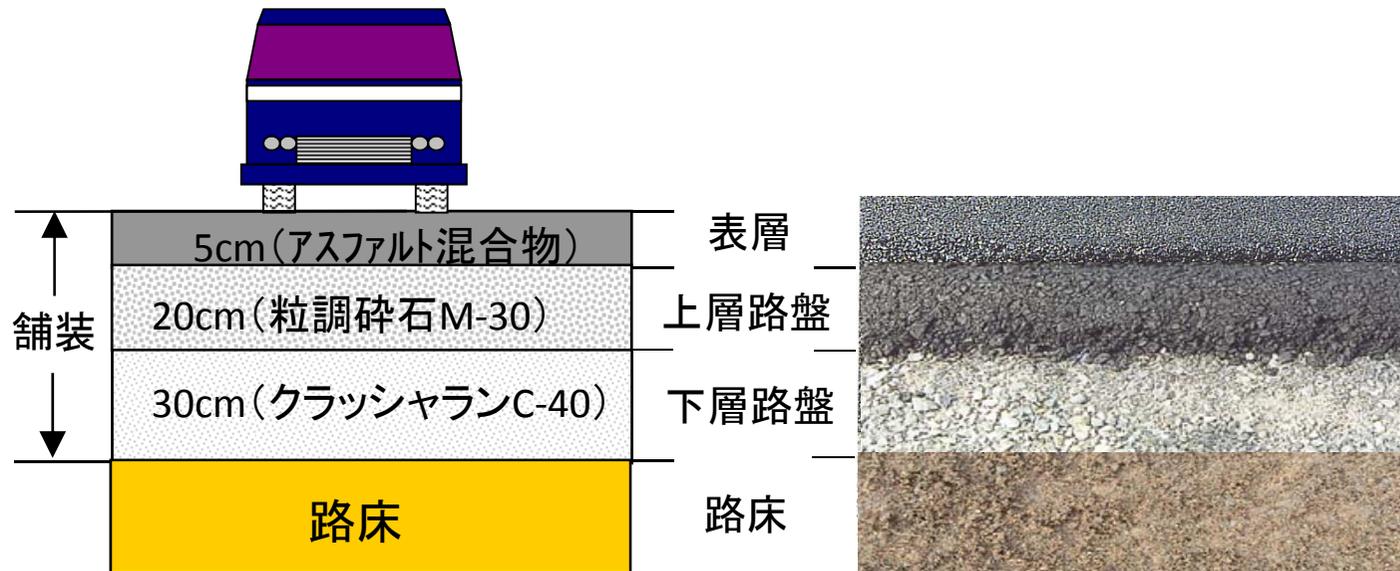


### ▼自動(無人)走行大型車両



### 3. 舗装構成

- 舗装構成は、CBR=3%のときの $N_4$ 交通(1日の大型車交通量が250台未満)を想定。



▲設計CBR=3%のときの $N_4$ 交通(1日の大型車交通量が250台未満)相当の厚さ



路床  
(土)



クラッシュランC-40  
(最大粒径40mmの碎石)



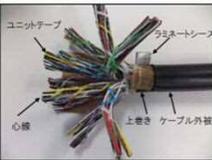
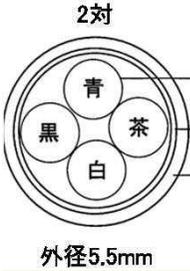
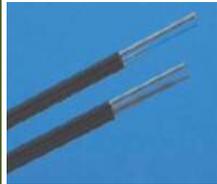
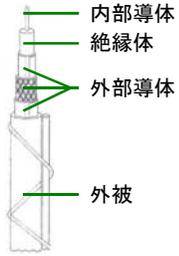
粒調碎石M-30  
(最大粒径30mmの碎石)



アスファルト混合物  
(改質Ⅱ型)

# 4. 試験対象

## 対象ケーブル

分類	ケーブルの種類	概要	写真	分類	ケーブルの種類	概要	写真
電力ケーブル	600V CVQケーブル(250mm <sup>2</sup> )	低圧ケーブル		通信ケーブル(メタル)	0.4mm50対CCP-JF(15.5mm)	分配線	
	600V CVQケーブル(22mm <sup>2</sup> )	低圧ケーブル			2対-地下用屋外線(5.5mm)	引込線	
通信ケーブル(光)	40SM-WB-N(12mm)	分配線		通信ケーブル(同軸)	12C(16mm)	同軸ケーブル	
	1SM-IF-DROP-VC(2.0×5.3mm)	引込線			5C(8mm)	同軸ケーブル	

# 4. 試験対象

## 管路材

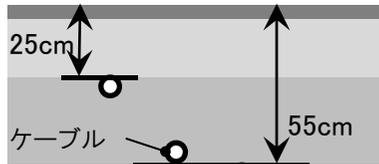
## 小型ボックス等

分類	管種	写真	分類	ケーブルの種類	写真
電力管	SVP管(φ130)		小型ボックス	コンクリート製小型ボックス W705×H630	
通信管 (光・メタル)	PF-S管(一重管)(φ28、φ14)			レジンコンクリート製小型ボックス W540×H400	
通信管 (同軸)	波付硬質ポリエチレン管(φ30)		小型ボックス 代用管	塩ビ管(φ195)	

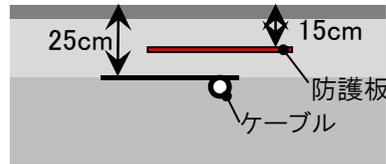
# 5. 埋設深さ

## 地下に直接ケーブルを埋設

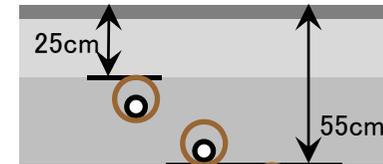
### 直接ケーブルを埋設



### 地下に直接ケーブルを埋設し 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

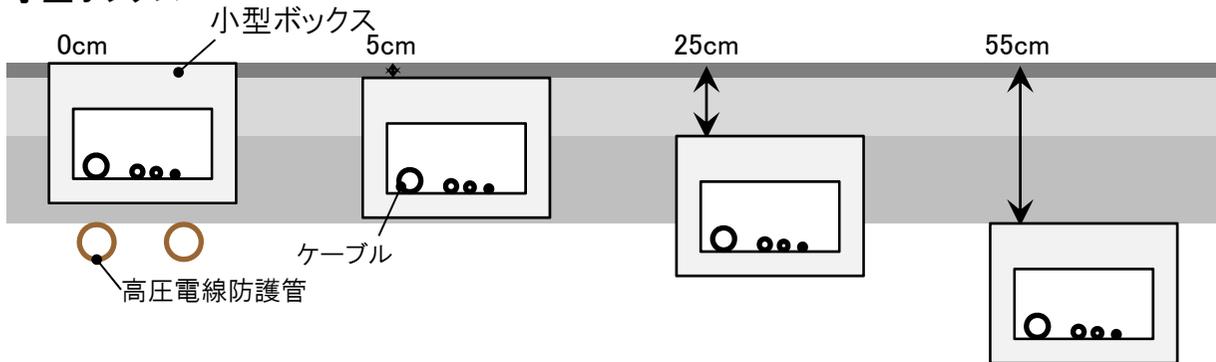


防護管(小型管)  
ケーブル

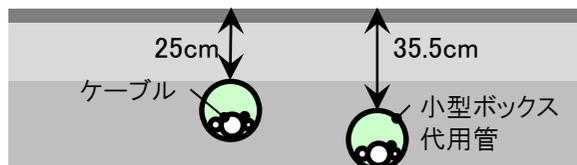


## 小型ボックス活用埋設

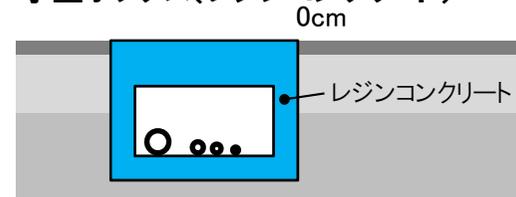
### 小型ボックス



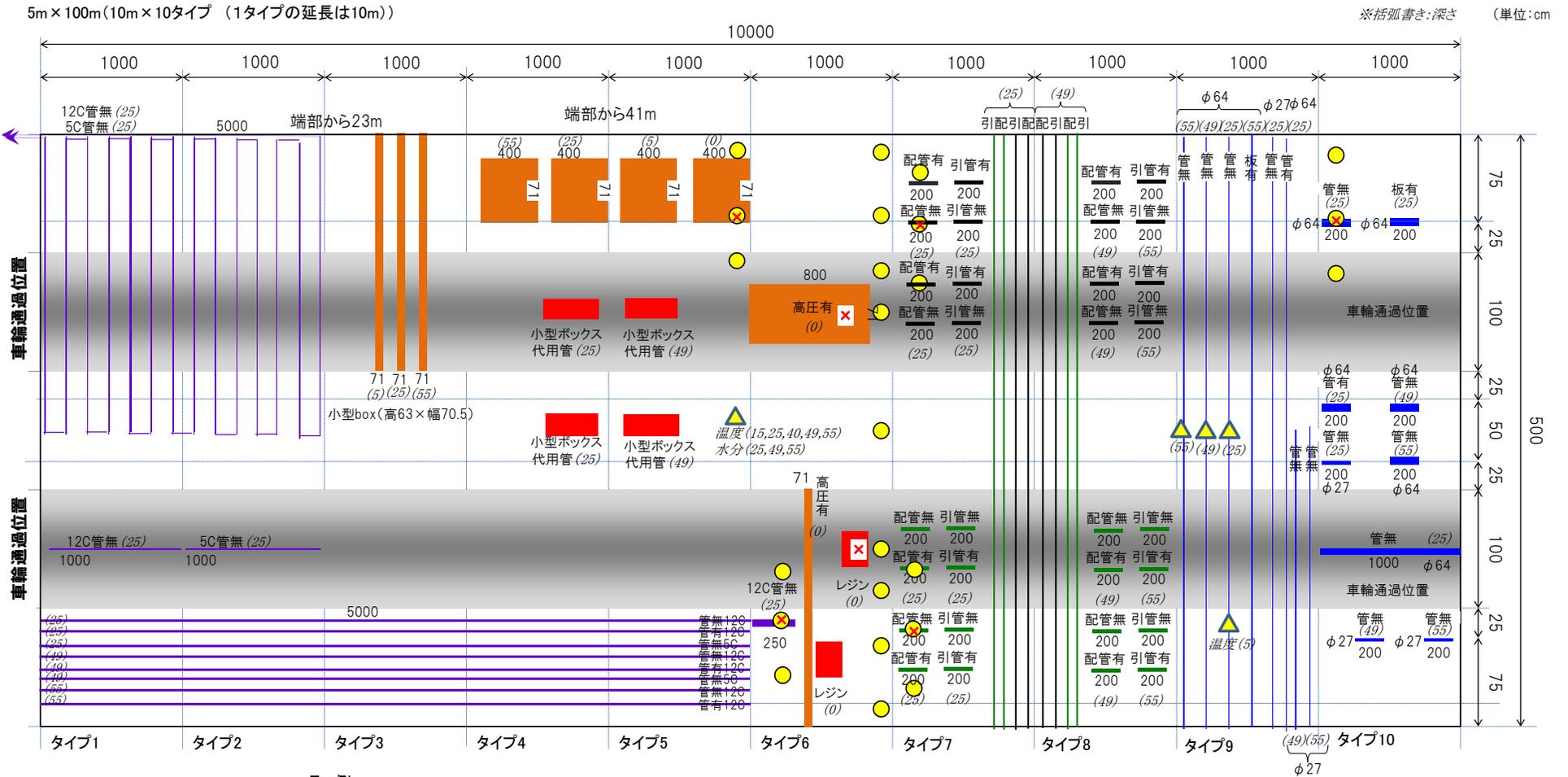
### 小型ボックス代用管



### 小型ボックス(レジンコンクリート)



# 6. ケーブル等の埋設位置



凡例

	青線 電力線		土圧計
	緑線 通信線(メタル)		温度計・水分計
	黒線 通信線(光)		ひずみゲージ(計)
	紫線 通信線(同軸)		
	橙線 小型box	管無	…埋設条件→管無:直接ケーブル埋設
	赤線 レジンコンクリート・代用管	(49)	…埋設深さ(cm) 管有:防護管有 板有:防護板有
		200	…寸法(cm) 配:分配線 引:引込線

注:

※ 縦と横で縮尺は異なる

※ 埋設深さの(49)については、各埋設物が下層路盤最下面(深さ55cm)に接するよう埋設することを示しており、ケーブル等のサイズによる誤差がある(49cmは電力ケーブル(φ64)を埋設した場合)

※ 光、メタルは防護管のみをケーブルに並行して埋設している箇所があるが図では省略

# 7. 試験準備

## ①準備(舗装切断)

- ・ カッターにより舗装(表層)を切断。



## ③準備(路床整正)

- ・ 路床を整正し試験施工の準備完了。



## ②準備(舗装掘削)

- ・ バックホウにより舗装(表層、路盤)を掘削。



## ④ケーブル、小型ボックス敷設

- ・ 路床にケーブル及び小型ボックスを敷設。



# 7. 試験準備

## ⑤ケーブル、小型ボックス敷設

- 下層路盤下部にケーブルを敷設。



ケーブル敷設(通信)



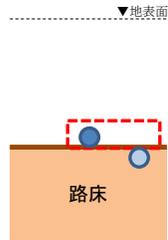
ケーブル敷設(ケーブルテレビ)



ケーブル敷設(ケーブルテレビ)



ケーブル敷設(電力)



## ⑥ケーブル敷設 舗装(路盤工)

- 砕石を敷き締めを行い下層路盤を施工、下層路盤上部にケーブルを敷設。



下層路盤の構築



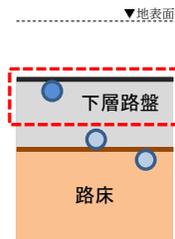
ローラーにより転圧



ケーブル敷設(電力)



ケーブル敷設(通信)



## ⑦舗装(路盤工)

- 砕石を敷き締めを行い上層路盤を施工。



上層路盤の敷設状況



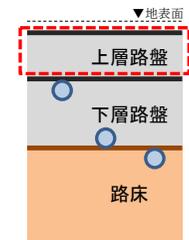
転圧後の状況



上層路盤の敷設(敷均し)



アスファルト乳剤散布後の状況



## ⑧舗装(仕上げ アスファルト)

- アスファルトを敷き締めを行い施工完了。



表層舗装の状況



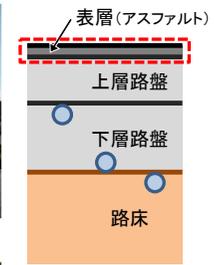
転圧状況



完了状況(1)



完了状況(2)



# 8. 掘り起しの状況

電力ケーブル		平成26年12月22日
通信ケーブル(光、メタル、同軸)、 小型ボックス等	先行掘り起し	平成26年12月15日
	本掘り起し	平成27年1月28日～29日

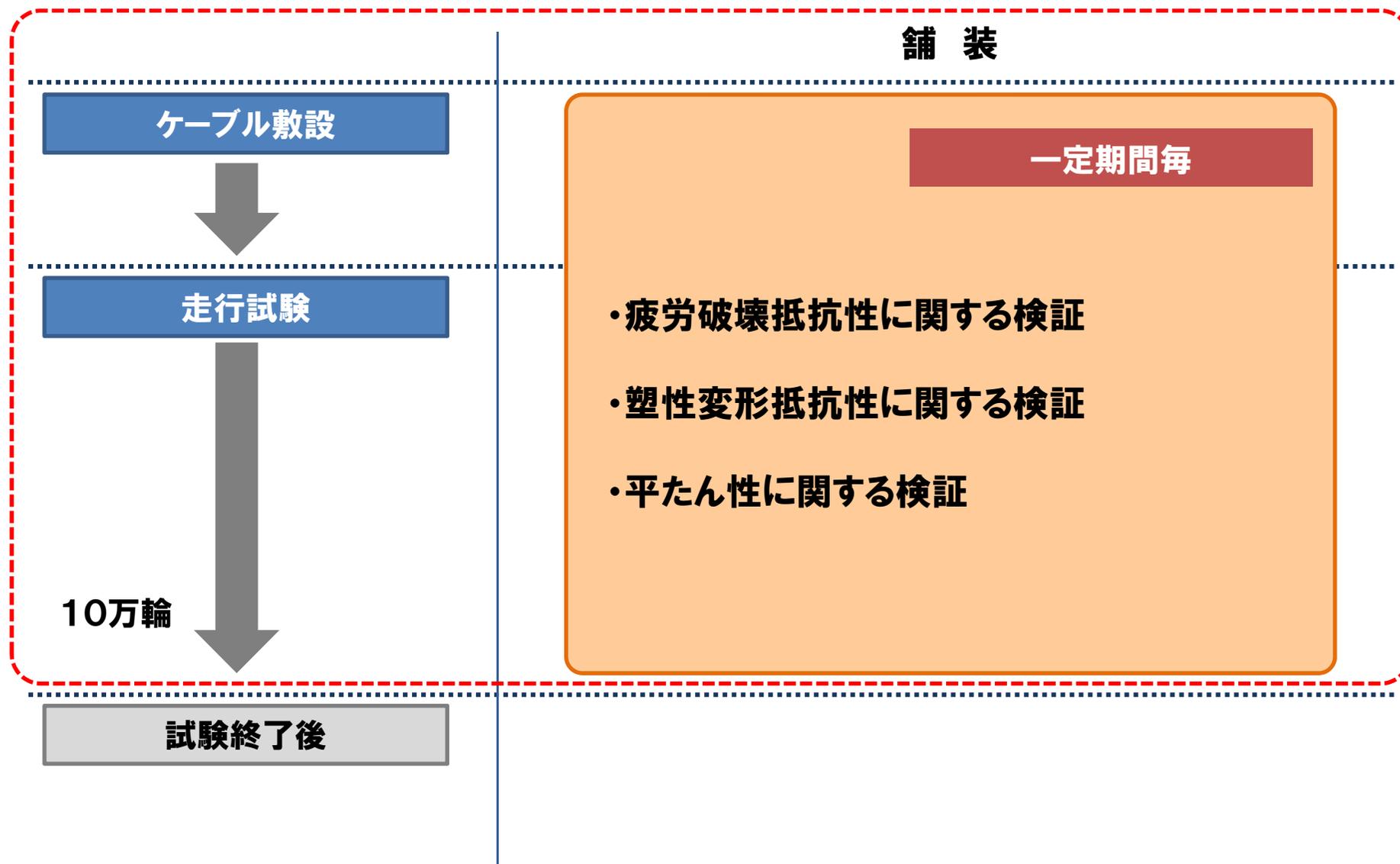


## 9. 舗装への影響

---

(1)試験項目 .....	12
(2)疲労破壊抵抗性に関する検証 .....	13
(3)塑性変形抵抗性に関する検証 .....	15
(4)平坦性に関する検証 .....	16

## (1) 試験項目



※ 通常、塑性変形抵抗性や平坦性は、横断方向および縦断方向の路面の凹凸量で検証されるものである。しかし、本実験では埋設ケーブルなどが密に埋設されており、従来のわだち掘れ量や平坦性(σ)では各工区の評価ができないことから、路面高さを縦断、横断方向に一定の間隔で計測して評価指標としている。

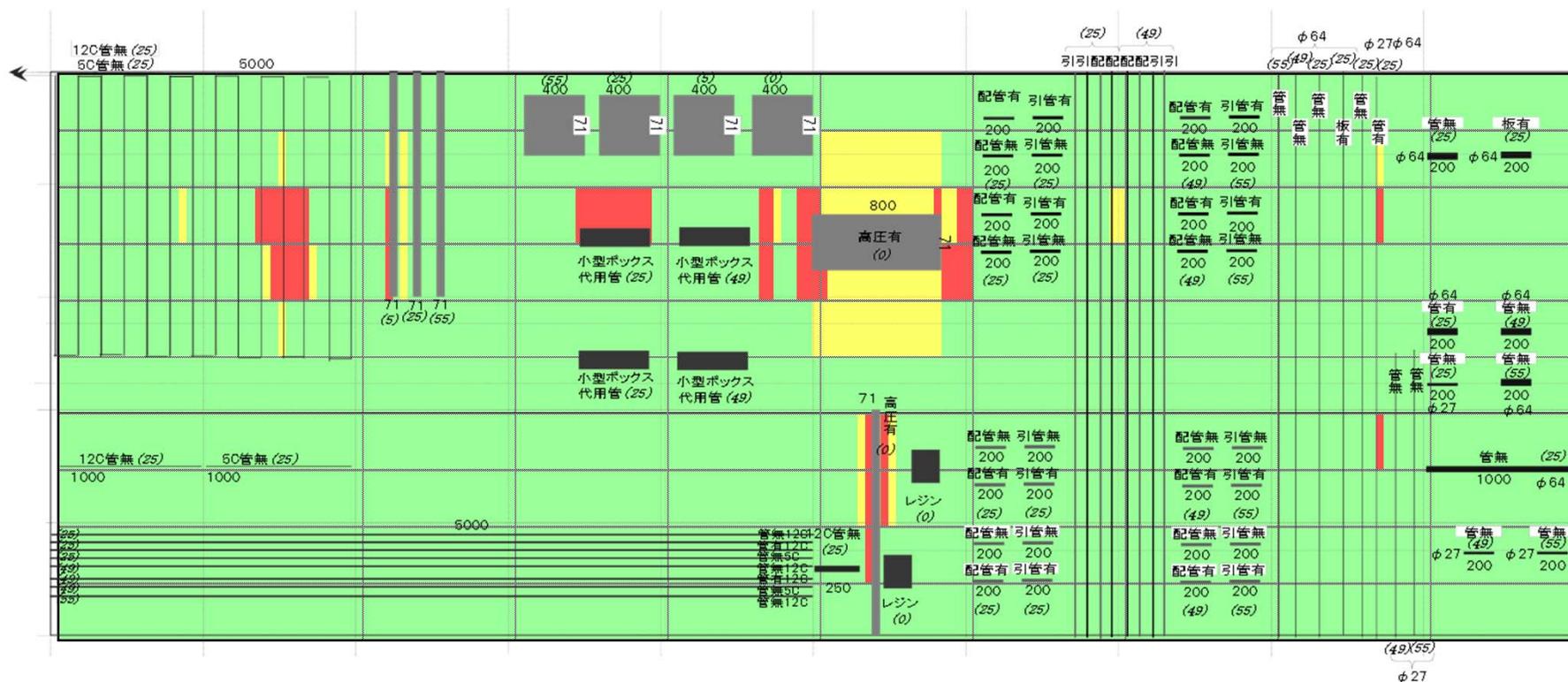
# (2) 疲労破壊抵抗性に関する検証

## ■ 舗装面のひび割れの発生状況

- ・ 極端に破壊が生じたり、ひび割れが発生した箇所も部分的には存在するものの、全体的には、ケーブル類の埋設による疲労破壊抵抗性の低下はみられない。

凡例

(50cmメッシュ内のひび割れ本数)  
0本: 緑、1本: 黄、2本以上: 赤

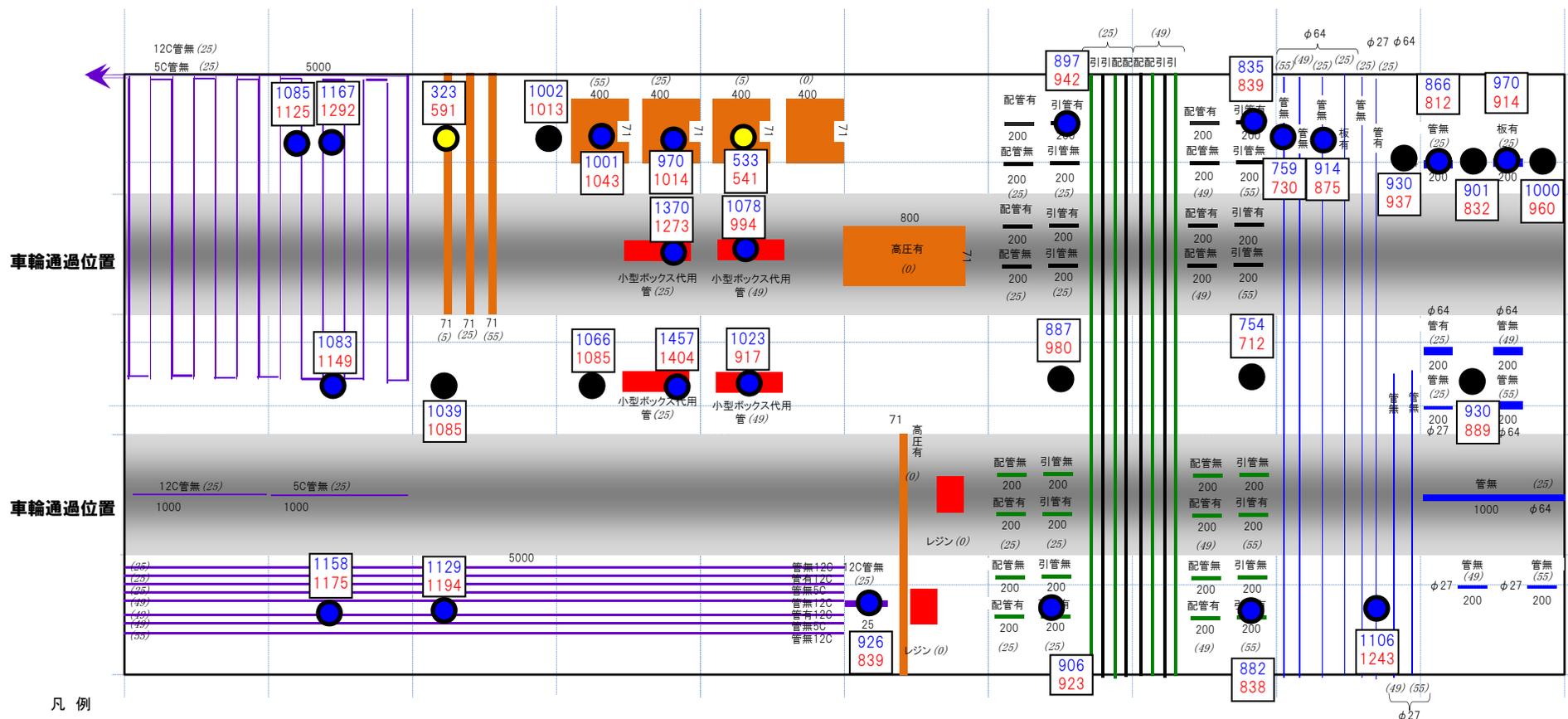


▲ひび割れ本数の評価結果 (10万輪時点)

# (2) 疲労破壊抵抗性に関する検証

## ■ FWD試験より評価したたわみ量の差(D0-D150)\*の値

※ 載荷直下と150cm離れた箇所のたわみ量の差(D0-D150) を評価することで舗装体の疲労抵抗性をある程度把握することができる。



凡例

- 青線 電力線
- 緑線 通信線(メタル)
- 黒線 通信線(光)
- 紫線 通信線(同軸)
- 橙線 小型box
- 赤線 レジンコンクリート代用管

- 管無 .....埋設条件→管無:直接ケーブルを埋設
- (49) .....埋設深さ(cm)
- 20 .....寸法(cm)
- 0

### FWD試験実施位置

D0-D150  
(×10<sup>6</sup>m)

無埋設部	●	945 944
浅層部に埋設	●	428 566
深層部に埋設	●	1028 1025

上段: 走行試験前  
下段: 10万輪走行後

# (3) 塑性変形抵抗性に関する検証

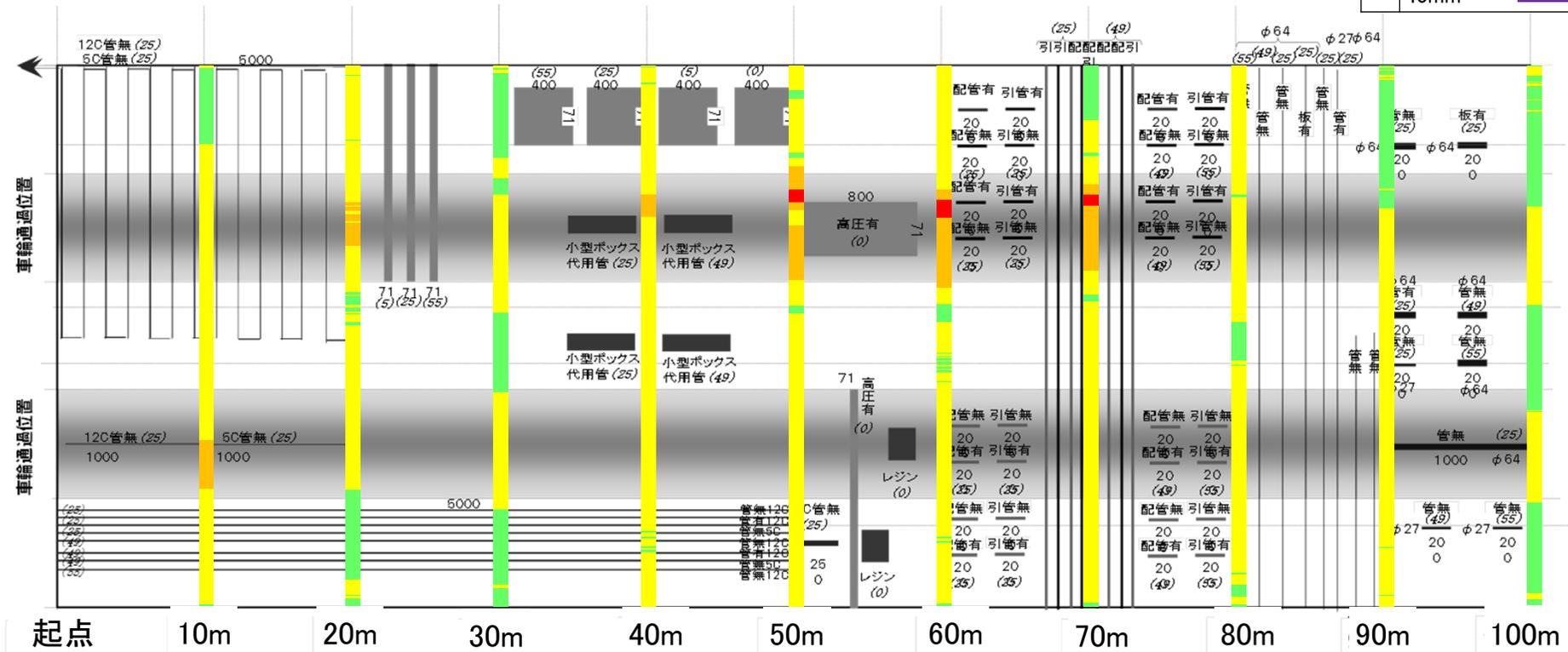
## ■ 横断方向の路面高さの相対変位

- ・ 車輪通過位置の路面に露出して設置した小型ボックスの周辺以外の箇所では、10万輪走行後でも、舗装の打替えや補修が必要となるような路面高さの変位※は生じない。

※「国が管理する一般国道及び高速自動車国道の維持管理基準(案)」では、わだち掘れ量については40mm以上の区間で舗装の打替えや切削オーバーレイによる舗装補修の実施するとしている

凡例

隆起	5mm～	■
	0～5mm	■
沈下	0～10mm	■
	10～20mm	■
	20～40mm	■
	40mm～	■

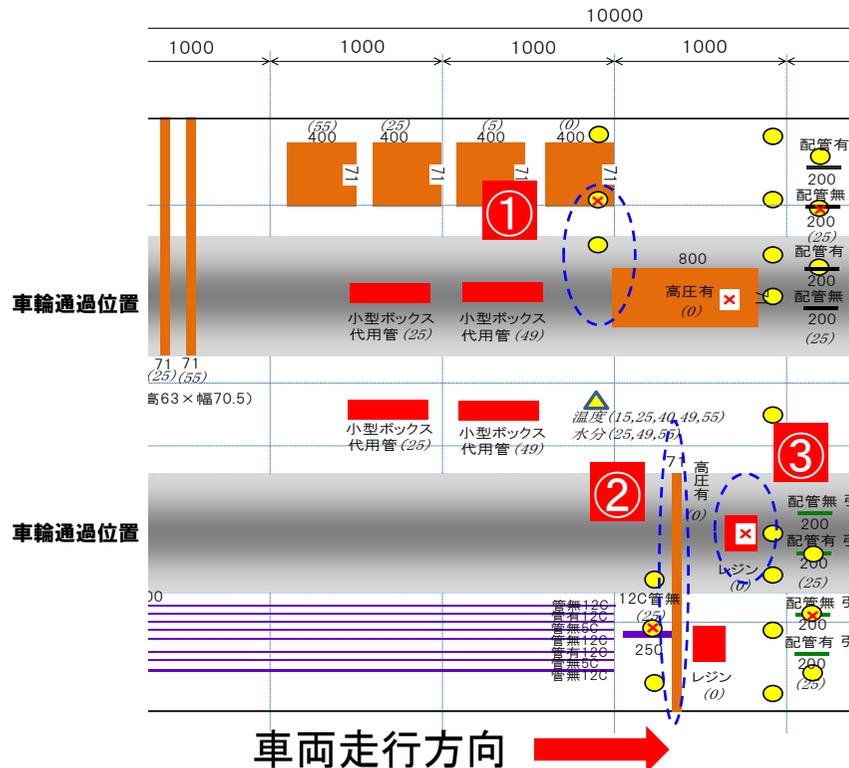


▲各断面の路面高さの相対変位(走行前→10万輪走行後)

# (4) 平坦性に関する検証

## 段差の状況

- 車輪走行位置にある
  - ① 小型ボックス(0cm、縦断)
  - ② 小型ボックス(0cm、横断)
  - ③ レジンボックス(0cm、縦断)
 と舗装境界部で段差発生。  
 (うち、①②は約3万輪で段差補修実施)



小型ボックス  
(0cm、縦断)付近  
の段差  
(3万輪時点、  
この後段差補修)



小型ボックス  
(0cm、横断) 付近  
の段差  
(3万輪時点、  
この後段差補修)



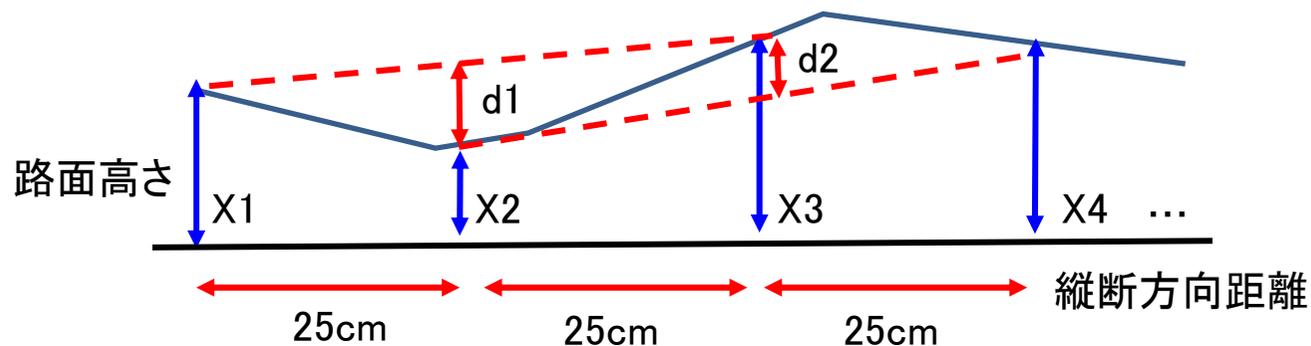
レジンボックス  
(0cm、縦断) 付近  
の段差  
(10万輪時点)

## (4) 平坦性に関する検証

### ■ 縦断方向の路面高さの変化に基づく平坦性の評価

#### (評価方法)

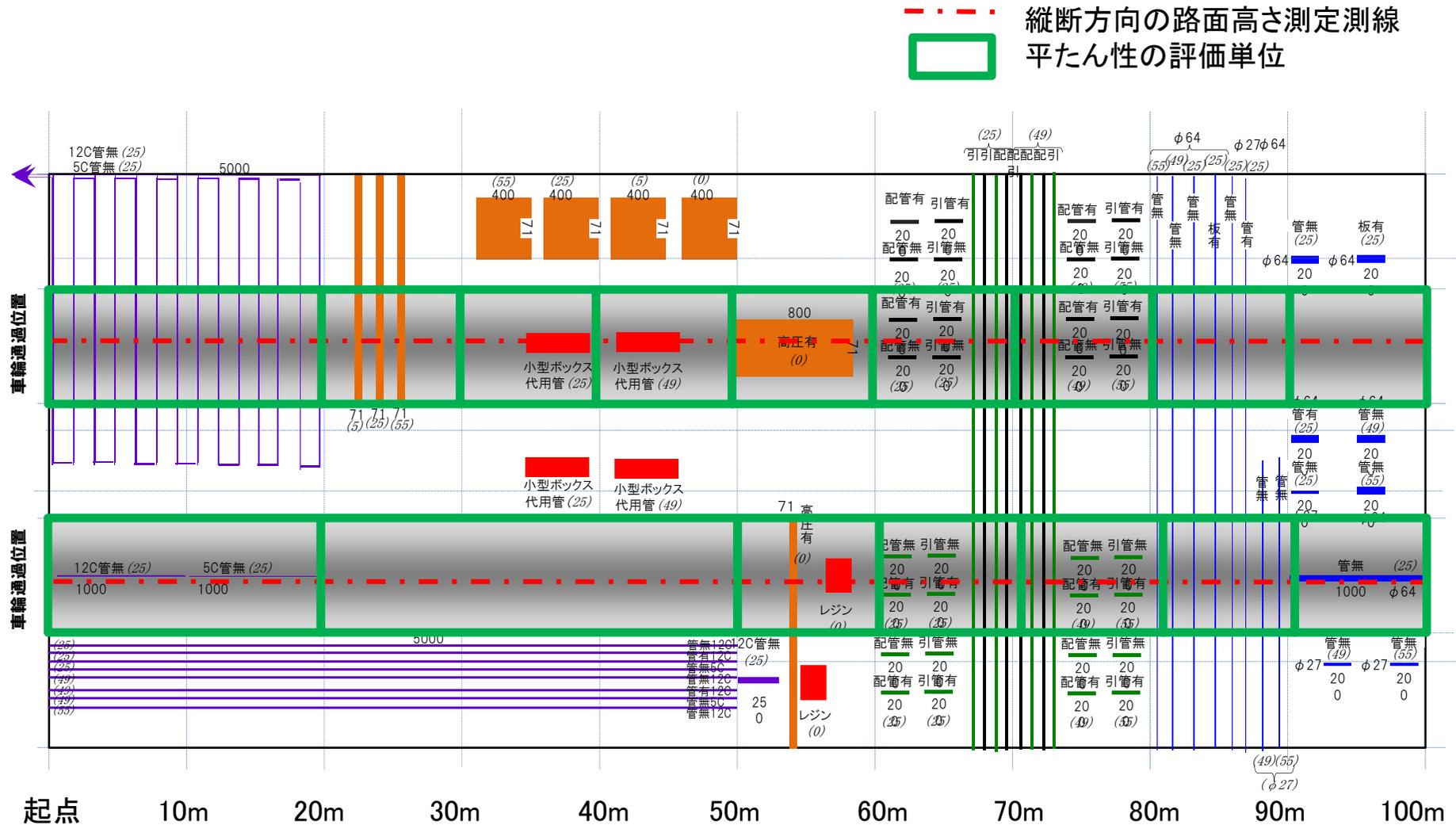
- ・ 通常の舗装路面に対する平坦性の評価法を参考に評価
- ・ ただし、短い区間に多数の埋設物があることを踏まえ、計測ピッチは変更
  - 1) 輪走行位置における縦断方向の路面高さを25cmピッチで抽出 (通常の舗装の評価の場合は1.5mピッチ)
  - 2) 隣接する3点での変位量 $X_1, X_2, X_3$ より  $d_i = (X_1 + X_3) / 2 - X_2$  を算出
  - 3) 埋設物の条件が概ね同じ区間毎の $d_i$ より標準偏差を算出



# (4) 平坦性に関する検証

## 評価単位

- ・ 埋設物の条件が概ね同じ区間毎に分け評価。



## (4) 平坦性に関する検証

### 評価結果

- 標準偏差は、ごく浅く埋設している小型ボックスを除き、埋設物の有無による顕著な差はみられない。

(単位:mm)

区間	外側				内側			
	直下の埋設物※	走行前	10万輪	差 (10万輪 -走行前)	直下の埋設物	走行前	10万輪	差 (10万輪 -走行前)
0～20m	同軸ケーブル(横断①)	0.591	0.927	0.336	同軸ケーブル(縦断①)	0.648	0.663	0.015
～30m	小型ボックス (横断5cm①③)	0.919	2.189	1.270	なし	0.876	0.960	0.084
～40m	小型ボックス代用管 (縦断①)	0.681	1.218	0.537				
～50m	小型ボックス代用管 (縦断②)	0.899	1.164	0.265				
～60m	小型ボックス(縦断0cm)	3.165	2.590	-0.575	小型ボックス(横断0cm)、 レジンボックス(縦断0cm)	1.394	2.494	1.100
～70m	光(縦断①)、 光・メタル(横断①)	0.867	1.822	0.955	メタル(縦断①)、 光・メタル(横断①)	0.78	0.685	-0.095
～80m	光・メタル(横断②)、 光(縦断②③)	0.828	1.415	0.587	光・メタル(横断②)、 メタル(縦断②③)	0.438	0.678	0.240
～90m	CVQ(横断①②③)	0.447	0.706	0.259	CVQ(横断①②③)	0.362	0.528	0.166
～100m	なし	0.556	0.607	0.051	CVQ(縦断①)	0.528	1.086	0.558

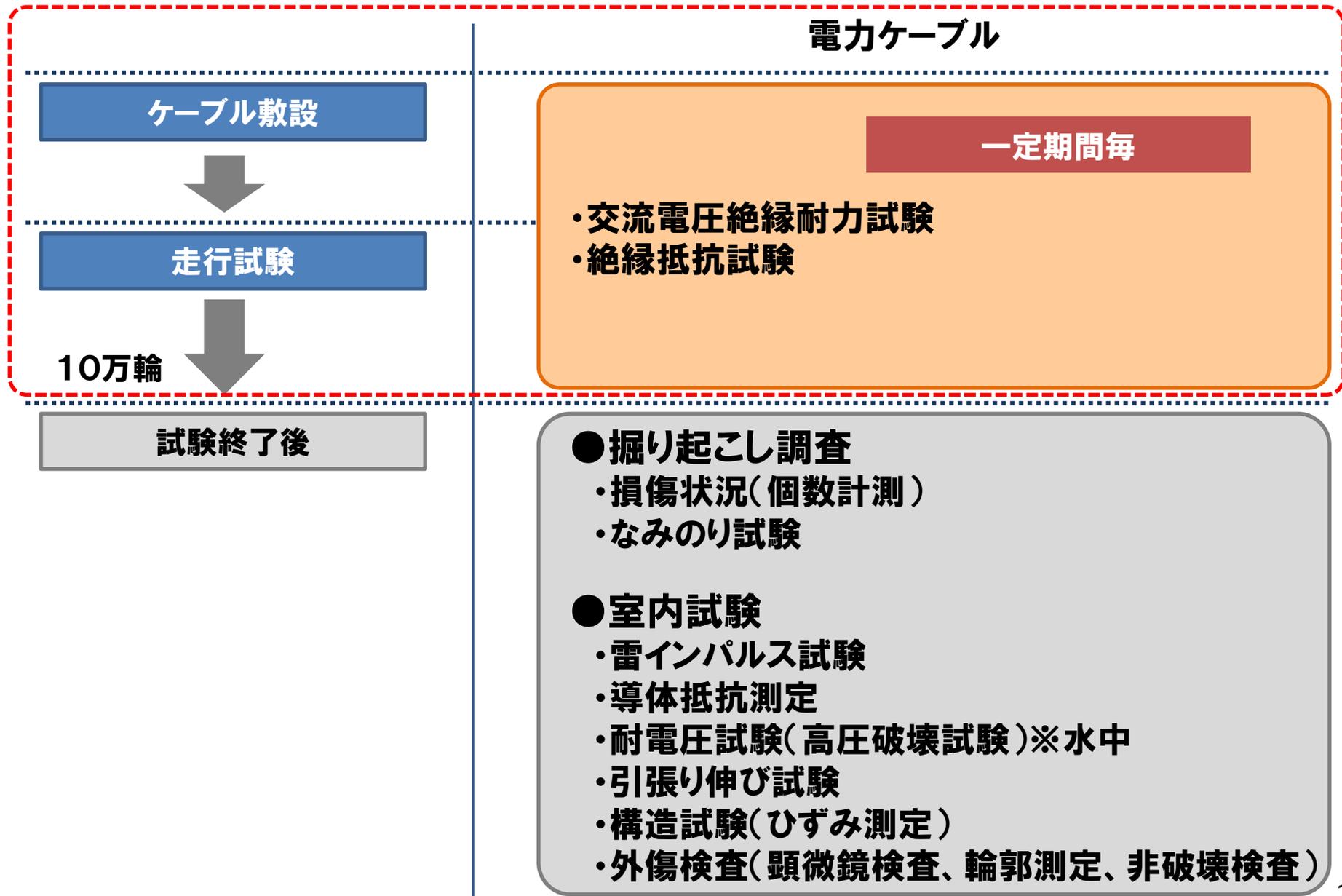
※ 埋設位置：①下層路盤上面、②下層路盤下面 ③下層路盤下(路床上面)

## 10. 電力ケーブルへの影響

---

(1)試験項目 .....	21
(2)試験ケーブルの配置 ...	23
(3)試験結果 .....	24

# (1) 試験項目



## (1) 試験項目

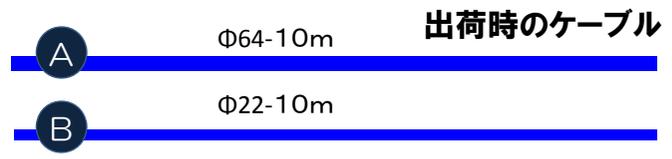
試験対象	試験項目	要件	基準値
<p>600V CVQケーブル (250mm<sup>2</sup>、22mm<sup>2</sup>)</p> <p>○ケーブルのみ： 路面から25cm、49cm、55cm</p> <p>○防護板敷設： 路面から25cm</p>	<p>交流電圧絶縁耐力 試験</p>	<p>試験電圧： 3,000V(250mm<sup>2</sup>) 2,000V(22mm<sup>2</sup>)</p> <p>試験時間：1分間</p> <p>実施回数：指定輪数走行時10回</p>	<p>電気設備の技術基準の解釈 第9条第1項 第四号イの規定を満足すること。</p>
	<p>絶縁抵抗試験</p>	<p>試験電圧：直流1,000V</p> <p>試験時間：1分間</p>	<p>電気設備の技術基準の解釈 第9条第1項 第四号ロの規定を満足すること。</p>

# (2) 試験ケーブルの配置

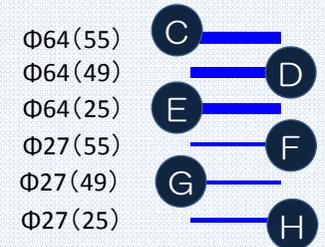
【凡例】

- ケーブル
- 防護板
- 防護管
- ( ) 埋設深さ
- 単位：cm
- 土圧計
- ▼ 温度計
- ★ 水分計
- A ~ Y 試験ケーブルの通番号

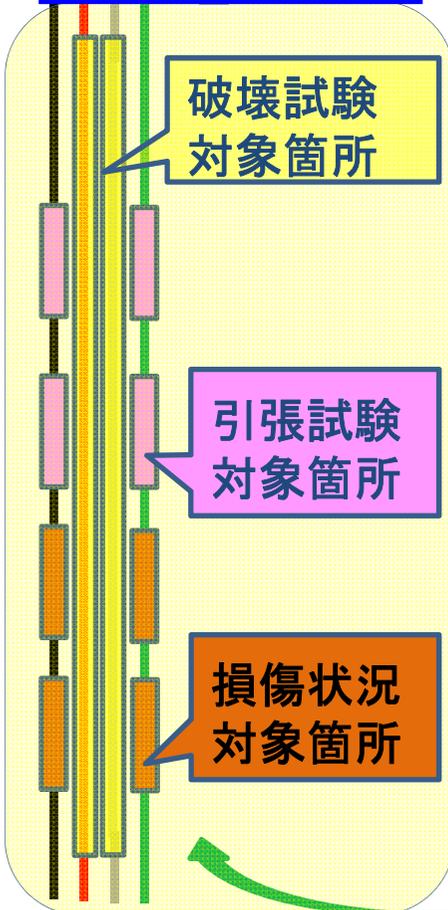
## ① 比較用ケーブル性能調査 (非埋設及び非通電)



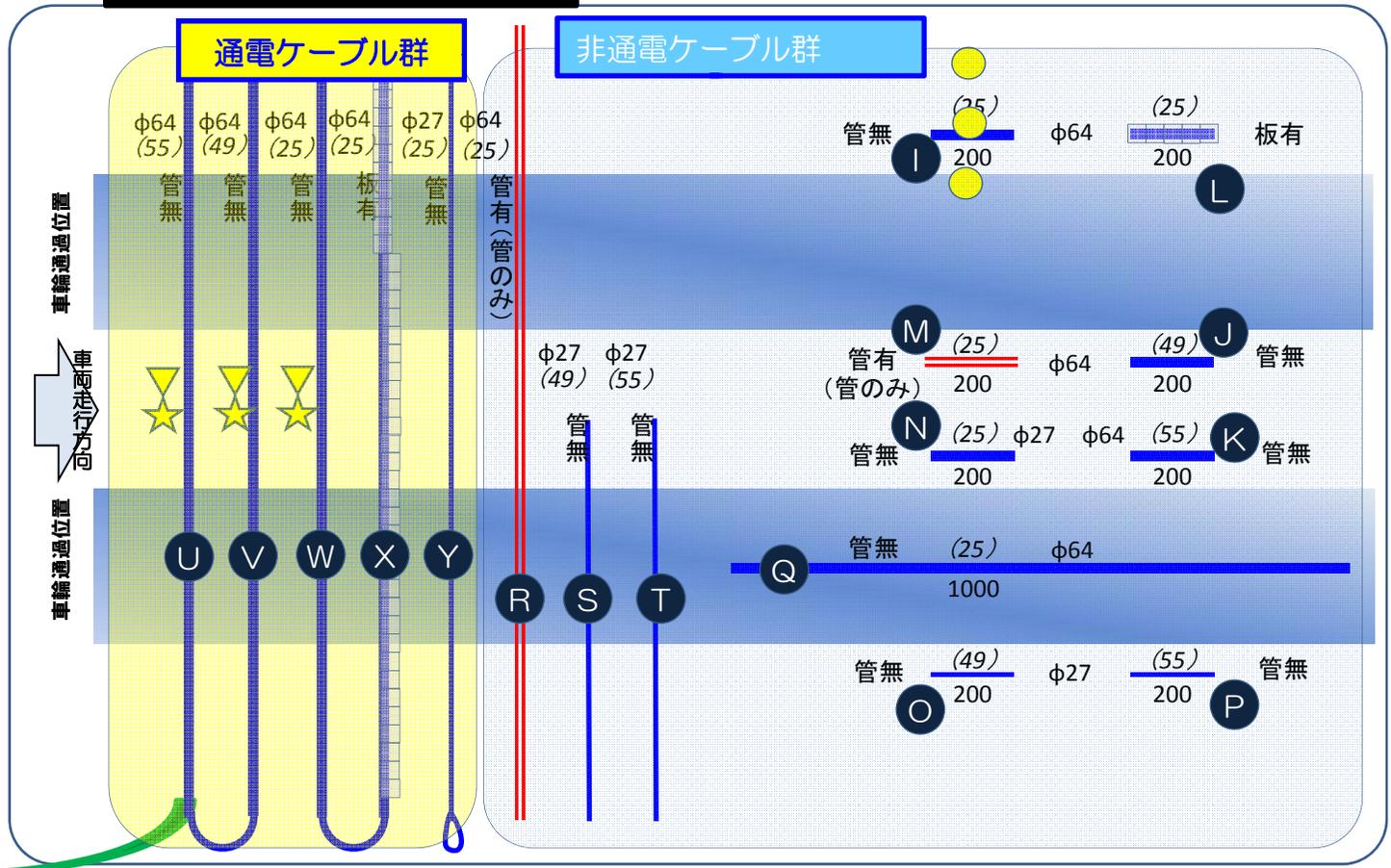
## ② 埋設作業による影響調査 (非通電)



### ケーブル拡大図



## ③ 車両通過による影響調査



## (3) 試験結果

試験目的	走行方向に対する向き	条件		供試品NO	交流電圧絶縁耐力試験	絶縁抵抗試験
		ケーブル種	埋設深さ			
比較用ケーブル性能調査		CVQ250mm <sup>2</sup>		A	規格内○	規格内○
		CVQ22mm <sup>2</sup>		B	規格内○	規格内○
埋設作業による影響調査		CVQ250mm <sup>2</sup>	55cm	C	規格内○	規格内○
			49cm	D	規格内○	規格内○
			25cm	E	規格内○	規格内○
		CVQ22mm <sup>2</sup>	55cm	F	規格内○	規格内○
			49cm	G	規格内○	規格内○
			25cm	H	規格内○	規格内○
車両通過による影響調査	輪荷重による影響調査	CVQ250mm <sup>2</sup>	55cm(砂)	U	規格内○	規格内○
			49cm(砂)	V	規格内○	規格内○
			25cm	W	規格内○	規格内○
	防護板の効力調査	横断方向(通電)	CVQ22mm <sup>2</sup>	25cm	Y	規格内○
CVQ250mm <sup>2</sup>			25cm	X	規格内○	規格内○

※埋設深さ欄の(砂)は、埋設時にケーブル周りに砂による保護を行ったもの

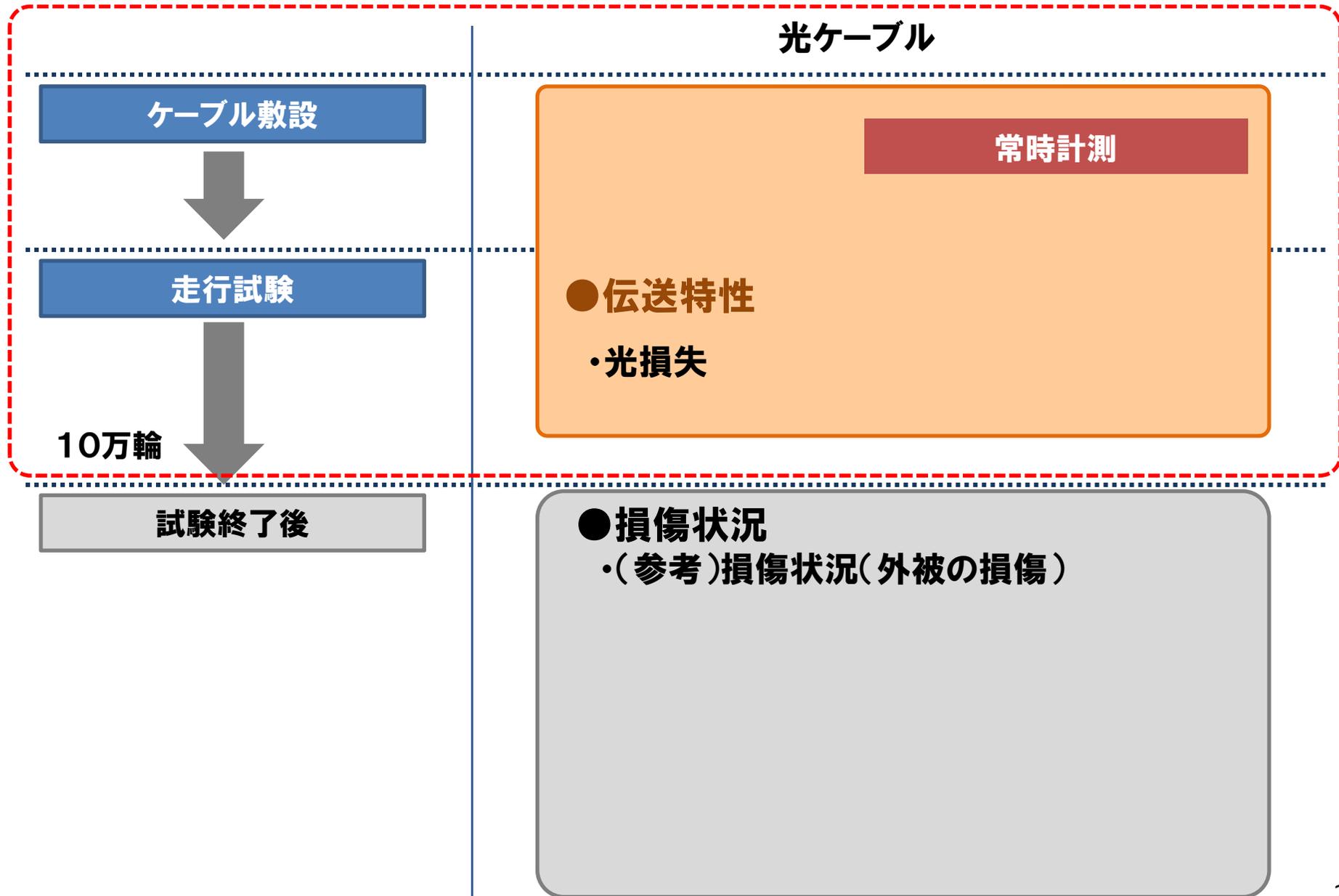
※防護板の深さは、ケーブル上部より10cmの離隔と防護板厚0.16cmを差し引いたもの

# 11. 通信線(光ケーブル)への影響

---

(1)試験項目	.....	26
(2)試験ケーブルの配置	.....	28
(3)試験結果	.....	29

# (1) 試験項目



## (1)試験項目

試験対象	試験項目	要件	基準値
<p>40SM-WB-N(12mm)</p> <p>1SM-IF-DROP-VC (2.0×5.3mm)</p> <p>○ケーブルのみ: 路面から25cm、49cm、55cm</p> <p>○防護管※1あり: 路面から25cm、49cm、55cm</p>	<p>光損失</p>	<p>・走行試験で光損失増加量を確認(打撃試験※2の考え方に準拠)</p> <div data-bbox="936 849 1505 1197" data-label="Image"> </div> <p>▲打撃試験のイメージ</p>	<p>・損失増加0.1dB/心未滿</p>

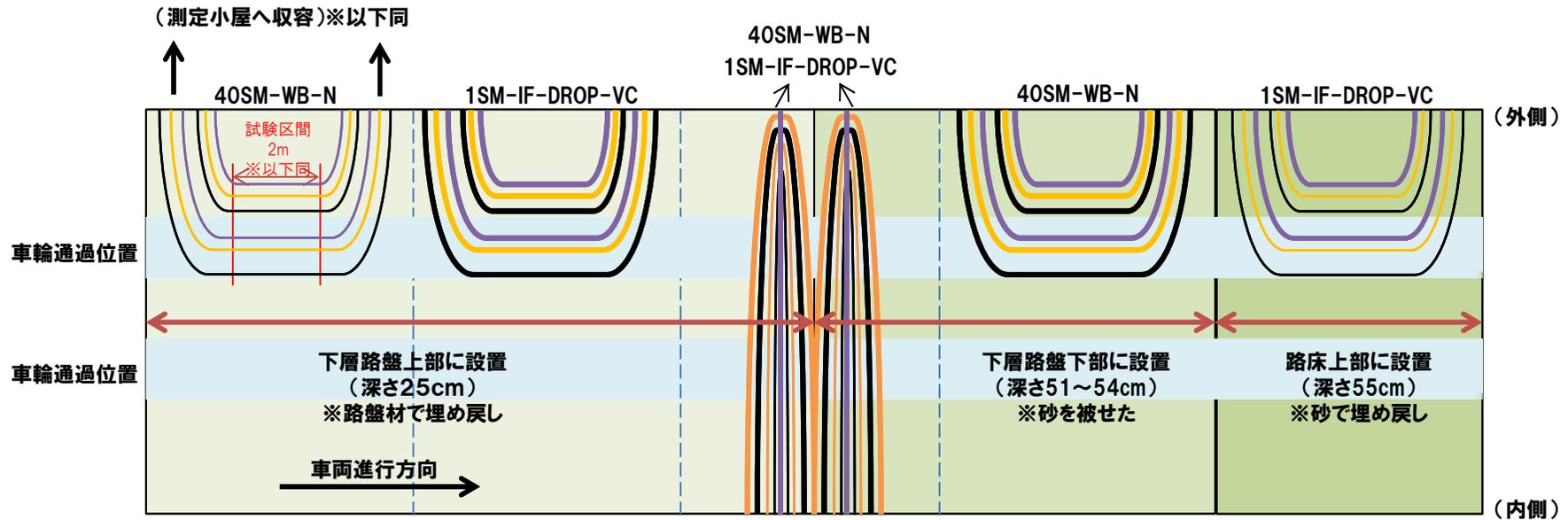
※1 防護管:PF-S管(一重管)(φ28、φ14)

※2 打撃試験:10ジュールで3箇所打撃

# (2)試験ケーブルの配置

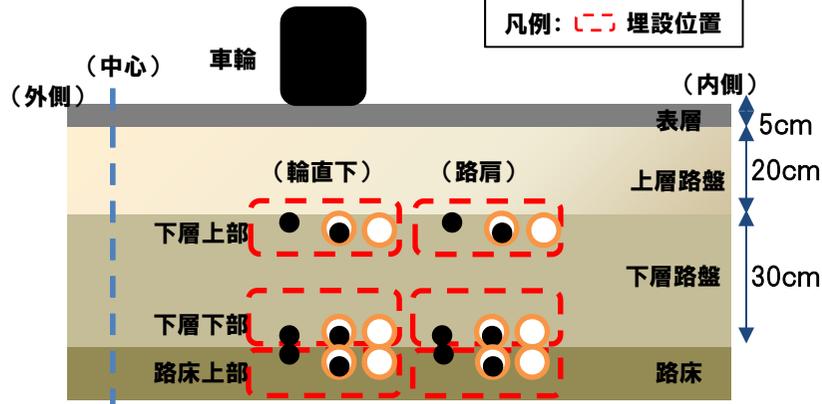
《平面図》

凡例: — ケーブルのみ — 防護管(PF-S管(一重管)φ28、φ14) — 空き管(PV管φ26)

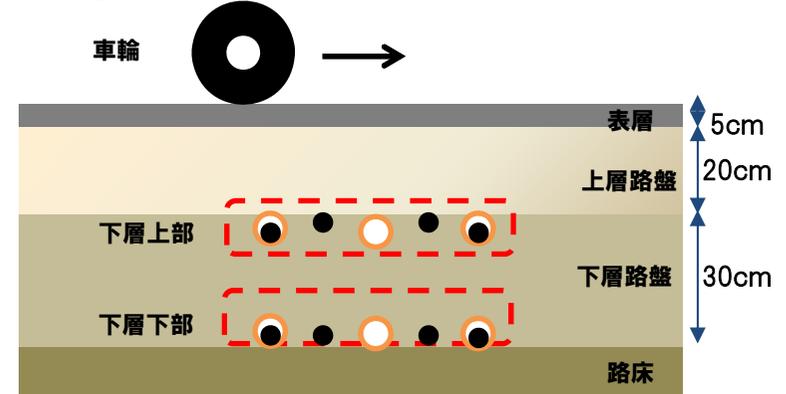


※足出し区間(試験区間から測定小屋に伸びる区間)は防護管で保護

《縦断図》 進行方向



《縦断図》 横断方向



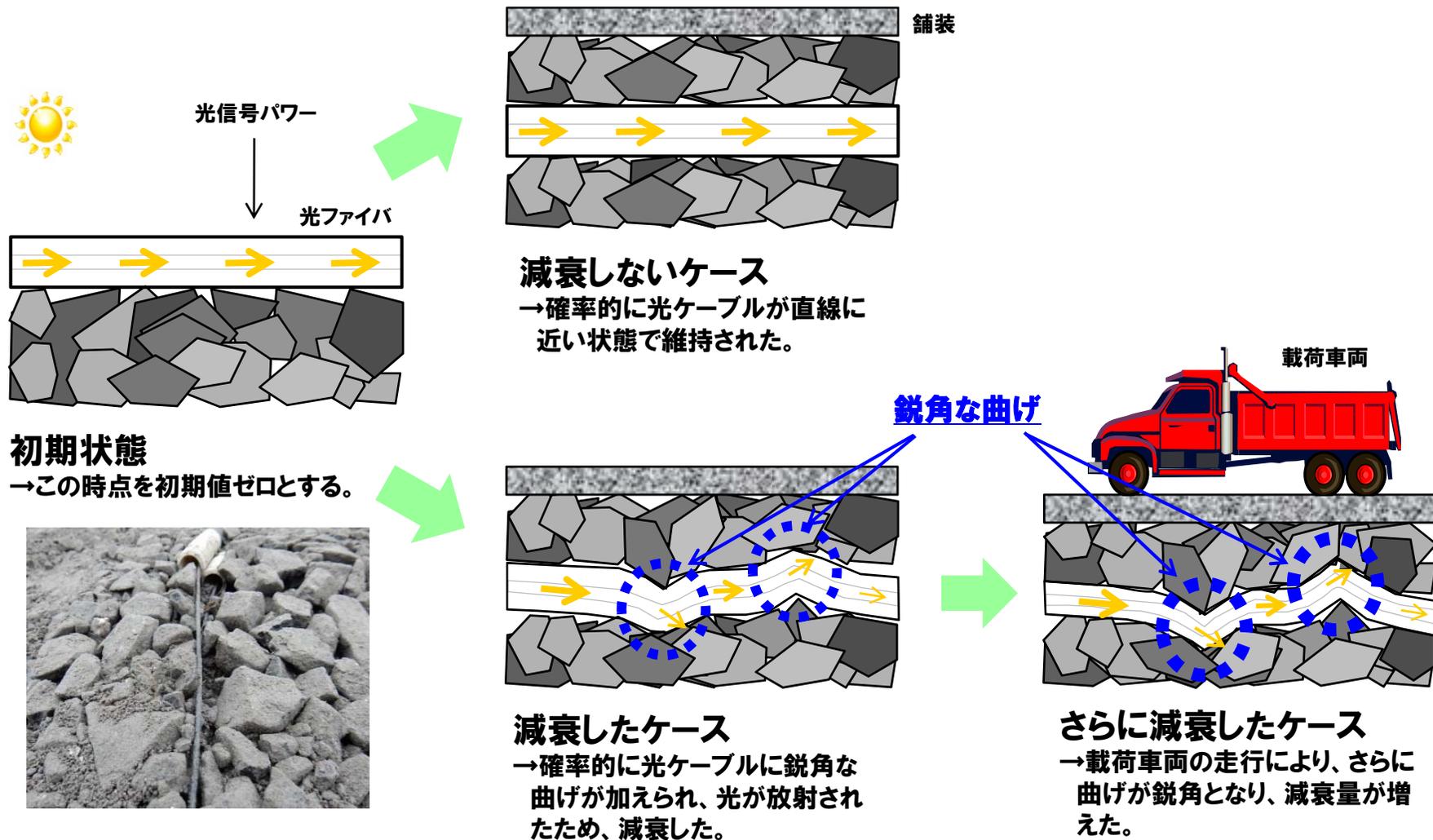
## (3) 試験結果

- ・ 地中に直接ケーブルを埋設したケースで光信号が減衰が顕著となる傾向がある。

評価パターン				評価項目・判断基準		損失増加 [dB]	
						0.1dB/心未満	
						防護管なし	防護管あり
40SM-WB-N (12mm)	25 cm	進行方向	車輪通過位置	規格外×	規格内○		
			車輪外	規格内○	規格内○		
		横断方向		規格内○	規格内○		
	49 cm	進行方向	車輪通過位置	規格内○	規格内○		
			車輪外	規格外×	規格内○	試験区間以外の屈曲によりデータ抽出が不可	
		横断方向		規格内○	規格内○		
	55 cm	進行方向	車輪通過位置				
			車輪外				
		横断方向					
1SM-IF-DROP-VC (2.0×5.3mm)	25 cm	進行方向	車輪通過位置	規格内○	規格内○		
			車輪外	規格内○	規格内○		
		横断方向		規格内○	規格内○		
	49 cm	進行方向	車輪通過位置				
			車輪外				
		横断方向		規格内○	規格内○	試験区間以外の屈曲によりデータ抽出が不可	
	55 cm	進行方向	車輪通過位置	規格外×	規格内○		
			車輪外	規格外×	規格内○		
		横断方向					

# (参考)光信号が減衰する理由

- ・ 光とは、物理学的に直進する特性を持つ。光ファイバは、曲げても伝播できるように設計されている。
- ・ しかし、想定を超える鋭角な曲げを与えると減衰する。路盤内の鋭角な礫によって、確率的に減衰したと考えている。

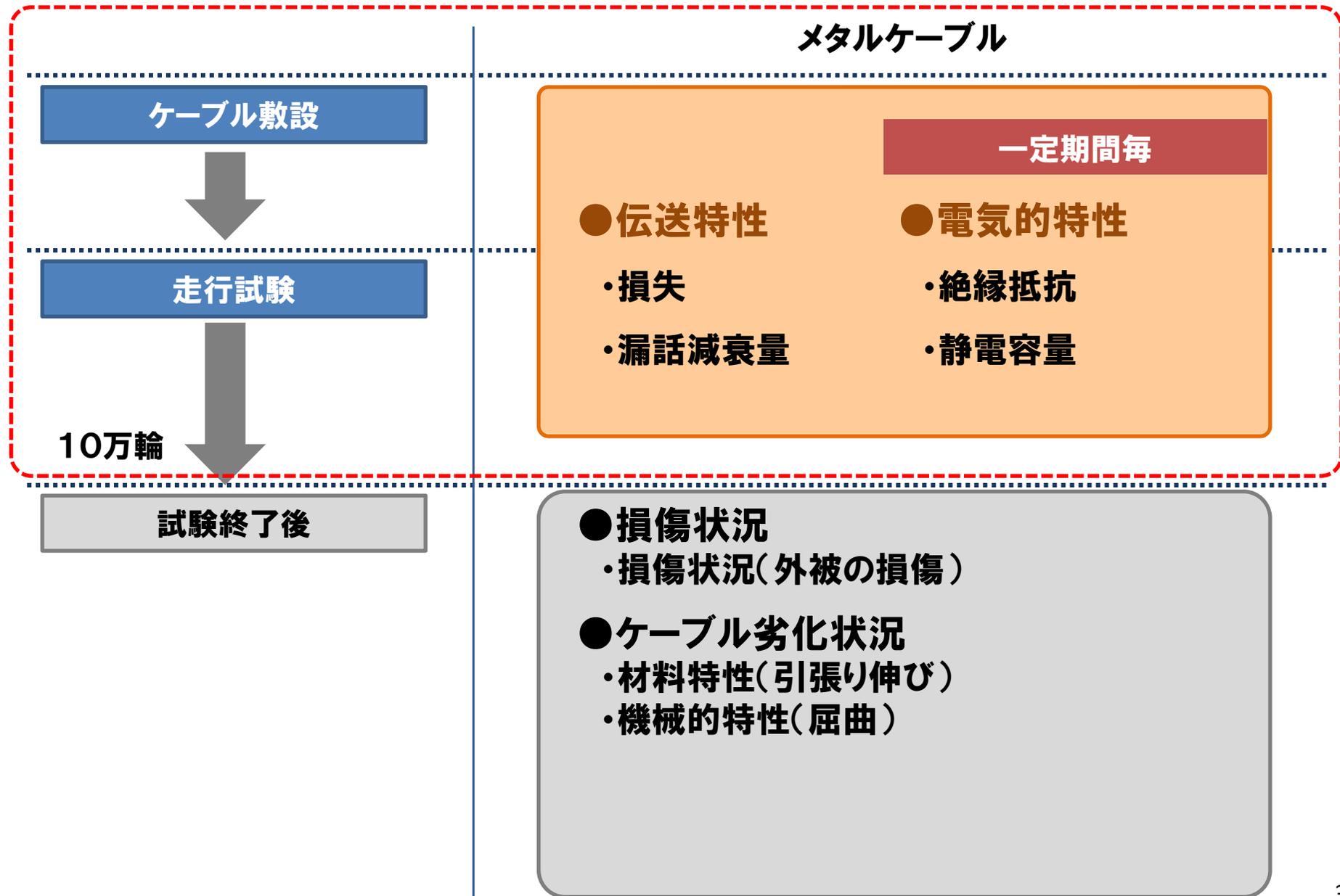


## **12. 通信線(メタルケーブル)への影響**

---

<b>(1)試験項目</b>	<b>.....</b>	<b>32</b>
<b>(2)試験ケーブルの配置</b>	<b>...</b>	<b>34</b>
<b>(3)試験結果</b>	<b>.....</b>	<b>35</b>

## (1) 試験項目



## (1) 試験項目

試験対象	試験項目	要件	基準値
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	<ul style="list-style-type: none"> <li>心線間に100～500Vの直流電圧を加え、1分間充電後に測定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1,000MΩ以上</li> </ul>
	静電容量	<ul style="list-style-type: none"> <li>1kHzで測定し、kmあたりに換算</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>基準値±10%               <ul style="list-style-type: none"> <li>0.4mm50対CCP-JF : 50nF/km</li> <li>2対-地下用屋外線 : 40nF/km</li> </ul> </li> </ul>
	伝送損失	<ul style="list-style-type: none"> <li>1.5kHzにおいて測定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>走行前からの変動が1dB以内</li> </ul>
	漏話減衰量	<ul style="list-style-type: none"> <li>1kHzにおいて他対線への漏洩を測定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>走行前からの変動が10dB以内</li> </ul>

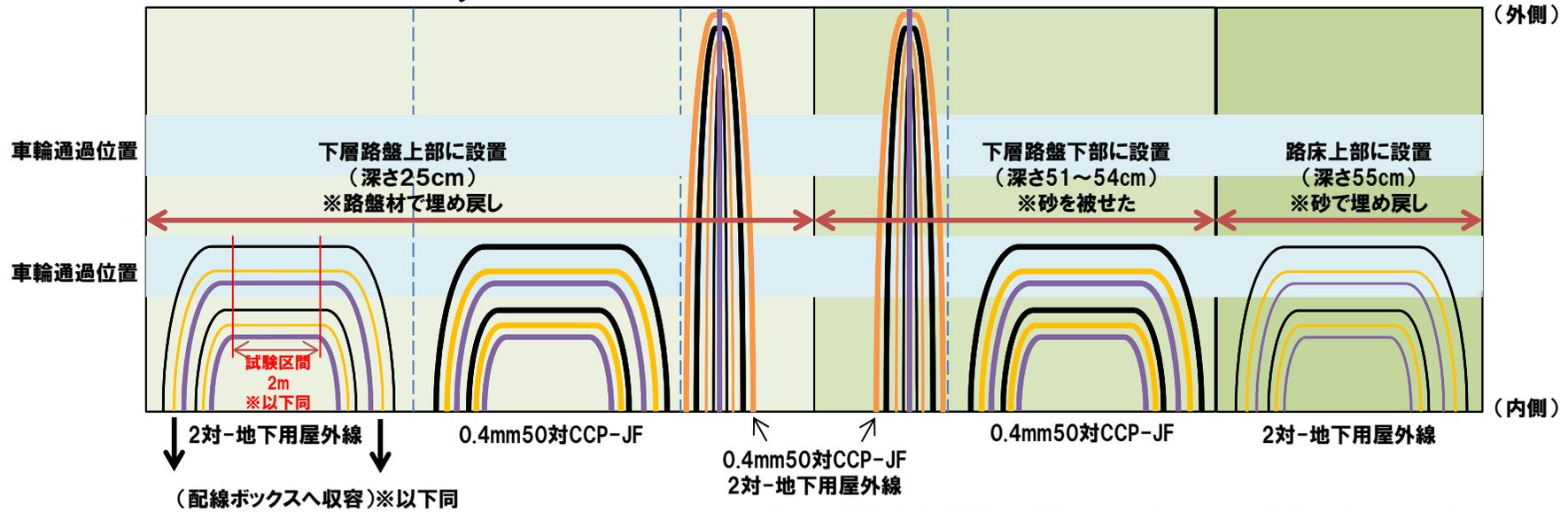
※1 防護管:PF-S管(一重管)(φ28、φ14)

# (2) 試験ケーブルの配置

《平面図》

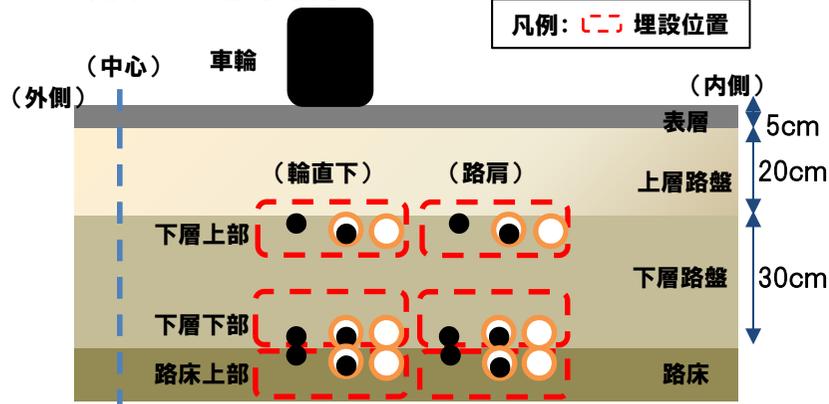
車両進行方向 →

凡例: — ケーブルのみ — 防護管(PF-S管(一重管)φ28、φ14) — 空き管(PV管φ26)

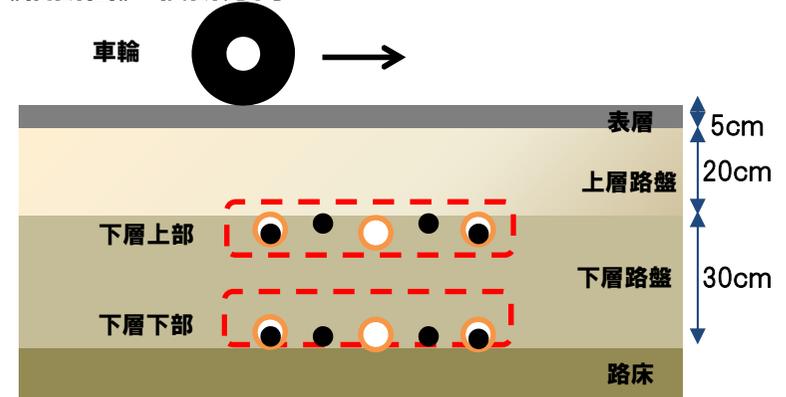


※足出し区間(試験区間から配線ボックスに伸びる区間)は防護管で保護

《縦断図》 進行方向



《縦断図》 横断方向



# (3) 試験結果

- ・ 電気的特性・伝送特性について、いずれの場合についても基準を満足していた。
- ・ 車両通過時の測定値の変動等もなく輪荷重による影響はほとんどなかったと推定される。  
 ※ 静電容量については、ケーブル敷設直後にケーブル上に路盤材を10cm程度敷き詰めローラー車で転圧した際に5%程度の変動が見られた。  
 それ以降は測定値の変動は見られないことから、構築された路盤により圧力が分散されていると推定される。

評価項目・判断基準				絶縁抵抗[MΩ]		静電容量[nF/km]		損失[dB]		漏話[dB]		
				1000MΩ以上		基準値 <sup>※1</sup> ±10%		走行前からの変動が1dB以内		走行前からの変動が10dB以内		
				防護管なし	防護管あり	防護管なし	防護管あり	防護管なし	防護管あり	防護管なし	防護管有り	
評価パターン												
0.4mm50対CCP-JF (15.5mm)	25cm	進行方向	車輪通過位置	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
			車輪外	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
		横断方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	
	49cm	進行方向	車輪通過位置	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
			車輪外	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
		横断方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	
	55cm	進行方向	車輪通過位置									
			車輪外									
		横断報告										
2対-地下用屋外線 (5.5mm)	25cm	進行方向	車輪通過位置	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
			車輪外	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
		横断方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	
	49cm	進行方向	車輪通過位置									
			車輪外									
		横断方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	
	55cm	進行方向	車輪通過位置	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
			車輪外	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
横断方向												

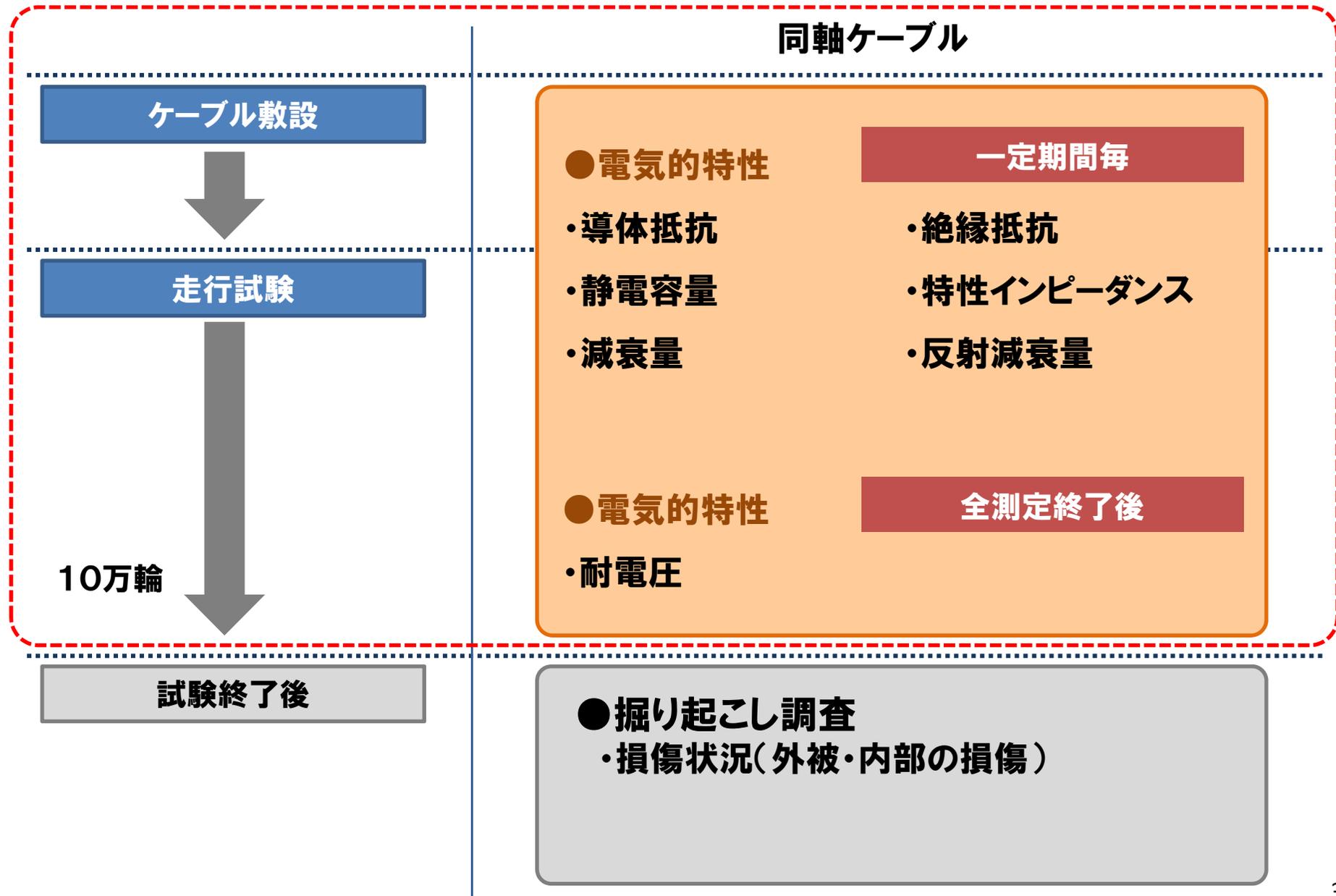
※1 基準値：・0.4mm50対CCP-JF→50nF/km ・ 2対-地下用屋外線→40nF/km

## **13. 通信線(同軸ケーブル)への影響**

---

<b>(1)試験項目</b>	<b>.....</b>	<b>37</b>
<b>(2)試験ケーブルの配置</b>	<b>...</b>	<b>39</b>
<b>(3)試験結果</b>	<b>.....</b>	<b>40</b>

## (1) 試験項目



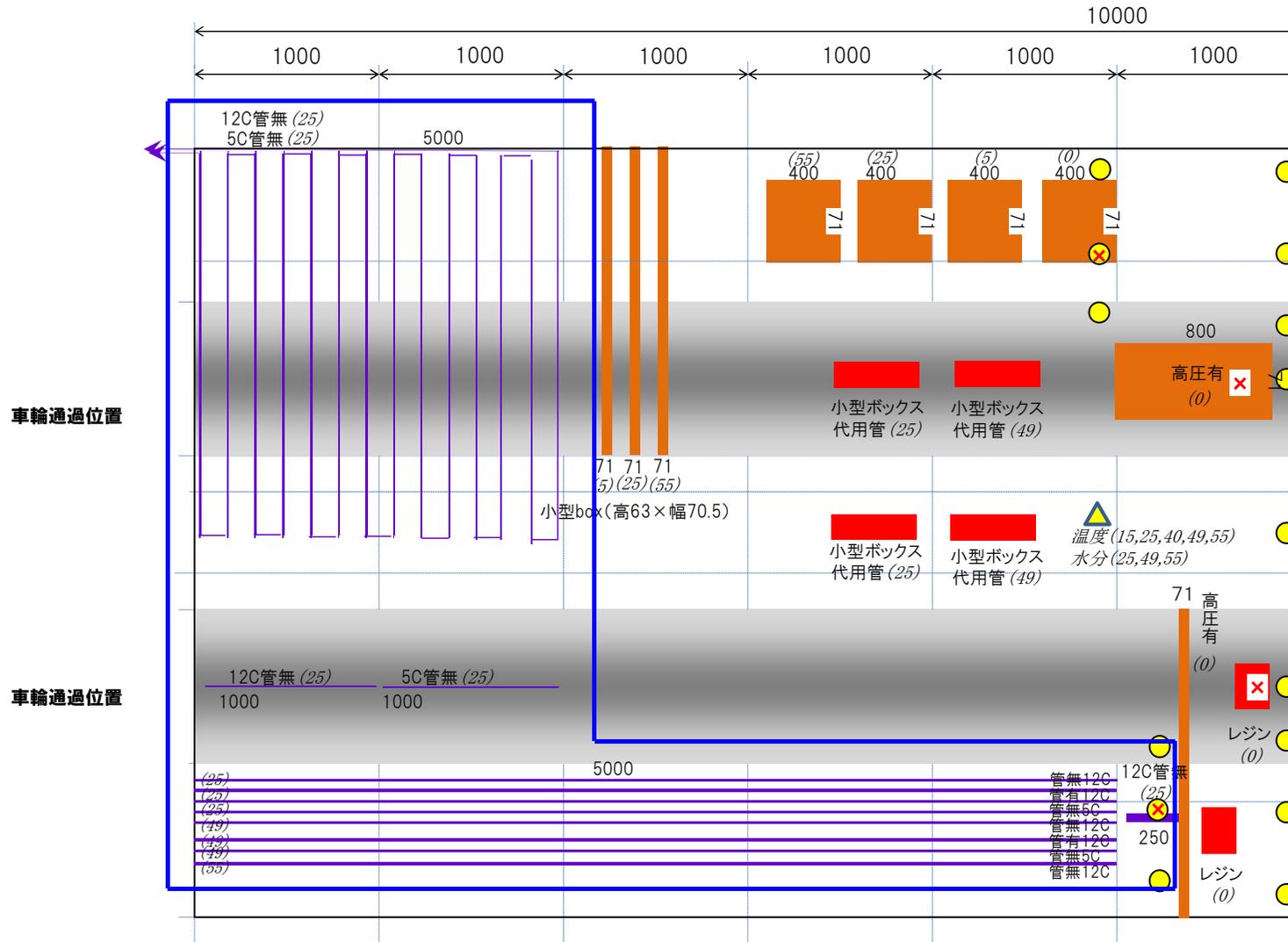
## (1) 試験項目

試験対象	試験項目	要件	基準値	
			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	・導体の直流抵抗を20℃、 kmあたりに換算	・4.3Ω/km以下 (内・外部ループ抵抗)	・16.1Ω/km以下 (内部導体)
	絶縁抵抗	・内部導体と外部導体間に 500Vの直流電圧を加え、 1分間充電後に測定	・1,000MΩ・km以上	
	静電容量	・1kHzで測定し、kmあたりに 換算	・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	・10MHzで測定	・75±3Ω	
	減衰量	・標準値は20℃で周波数帯 域毎に設定し、最大値は標 準値の110%(12C)または 115%(5C)以下	・770MHzで 74.8dB/km以下	・770MHzで 185.2dB/km以下
	反射減衰量	・～770MHzの周波数帯域 において測定	・21dB以上	
	耐電圧	・内部導体と外部導体の間 に交流50Hz 1,000Vの電 圧を1分間加える	・通電後、絶縁破壊が無いことを確認	

※1 防護管:波付硬質ポリエチレン管(φ30)

## (2) 試験ケーブルの配置

- 試験走行路に同軸ケーブルを下図のとおり、車両進行方向、横断方向にそれぞれ敷設し、測定を行う。



▲試験ケーブルの配置

## (3) 試験結果

- ・ 今回の試験では、いずれの場合も変動範囲は許容範囲内であった。ケーブルのみの埋設および防護管に收容した埋設のいずれの手法でも、同軸ケーブルに求められる電気特性に与える影響はないものと推定される。
- ・ 各埋設深度及び埋設方法毎の試験結果を下表に示す。

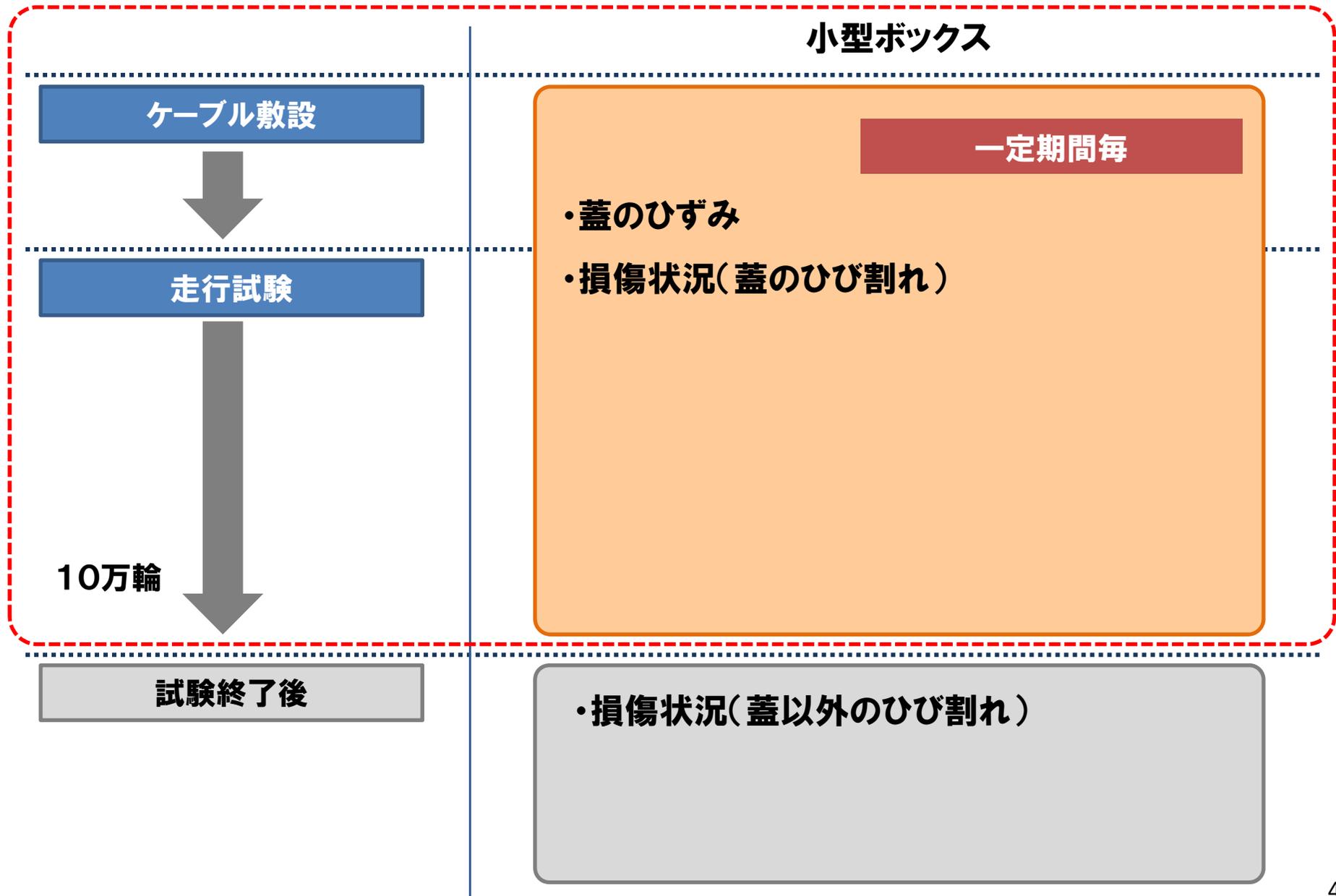
ケーブル	埋設深度	埋設方法	方向	導体抵抗	絶縁抵抗	静電容量	特性インピーダンス	減衰量	反射減衰量	耐電圧
12C	25cm	ケーブルのみ	進行方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
		防護管使用	進行方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
		ケーブルのみ	横断方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
	49cm	ケーブルのみ	進行方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
		防護管使用	進行方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
	55cm	ケーブルのみ	進行方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
防護管使用		進行方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	
5C	25cm	ケーブルのみ	進行方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
		ケーブルのみ	横断方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○
	49cm	ケーブルのみ	進行方向	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○	規格内○

## 14. 小型ボックスへの影響

---

(1)試験項目 .....	42
(2)小型ボックスの配置 .....	44
(3)小型ボックスの発生ひずみの傾向 .....	45
(4)小型ボックスの損傷状況 .....	46
(5)レジンボックスの発生ひずみの傾向 .....	51
(6)レジンボックスの損傷状況 .....	53

# (1) 試験項目



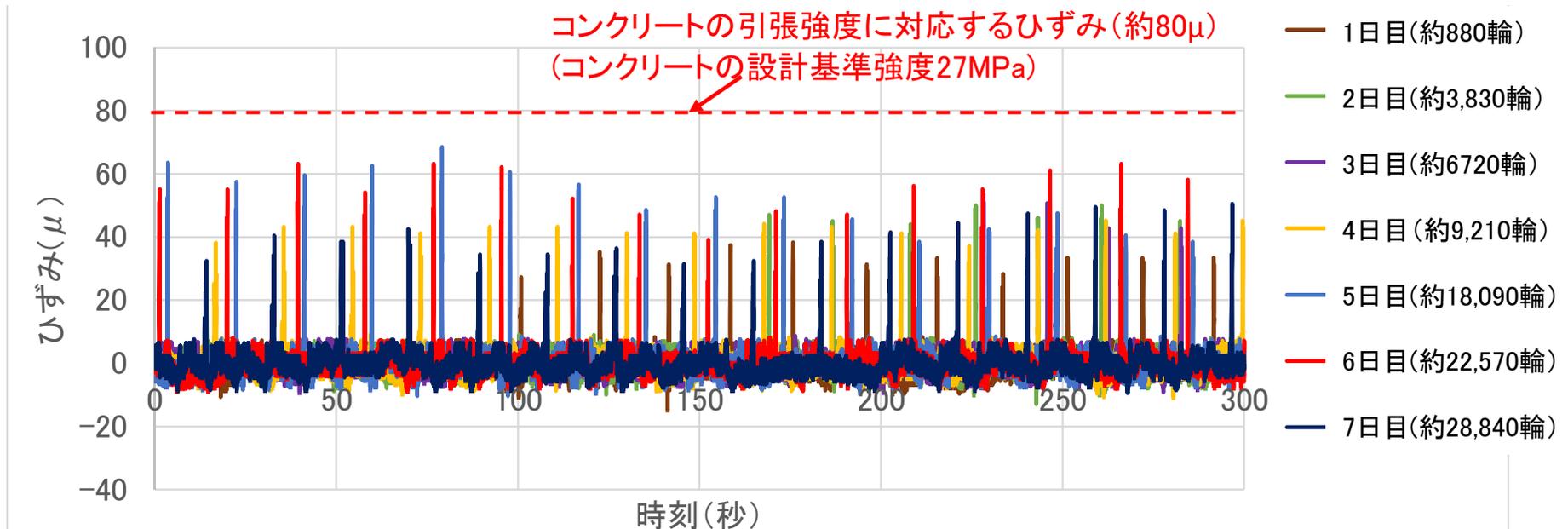
## (1) 試験項目

試験対象	試験項目	要件	基準値	
			小型ボックス	レジンボックス
<b>コンクリート製 小型ボックス (W705×H630)</b>  <b>レジンコンクリート製 小型ボックス (W540×H400)</b>  ○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 $\mu$ )	・曲げ引張強度に対応するひずみ(約700 $\mu$ )
	損傷状況(蓋)	・路面露出しているボックスの蓋のひび割れを確認	・ひび割れが発生しないこと	



### (3) 小型ボックスの発生ひずみの傾向

- ・ 車両通過に伴うひずみの変化は最大で70 $\mu$ 程度。
  - ・ ひずみ測定位置ではコンクリートにひび割れが生じ始める程度のひずみ(初期ひずみを無視した場合)より小さい。
  - ・ 約3万輪までの範囲では最大ひずみの著しい傾向の変化はなし。
- ※ その後、蓋の損傷や段差拡大等により自動走行が困難になったため、30,418輪時点で試験終了。

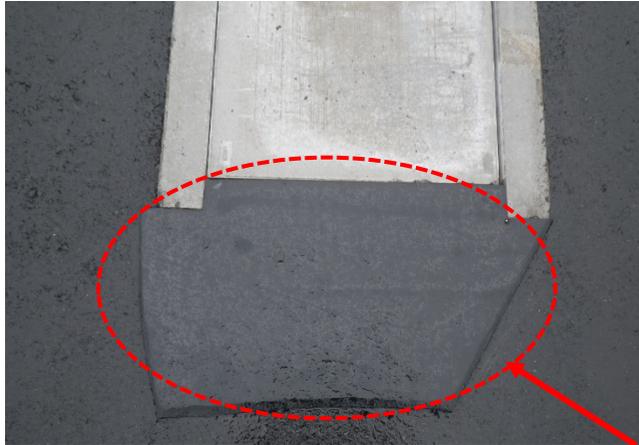


#### ▲小型ボックス蓋中央 車両走行に伴うひずみ増分

※各日の 16:00~16:05 のデータでの比較。7日目は12:05~12:10のデータ)

## (4) 小型ボックスの損傷状況

- 約2万輪で車輪走行位置に設置された小型ボックス(0cm、縦断)の起点側蓋にひび割れ発生。



▲19,081輪時点 (約1万輪時点からゴム板設置)



▲22,408輪時点



▲取り外した蓋(22,408輪時点) ※この後、蓋を交換し試験継続



## (4) 小型ボックスの損傷状況

- ・ 蓋のひび割れ発生、段差拡大のため30,418輪時点で補修実施。
- ・ その後、さらに中間部の蓋のひび割れの発生や、段差が拡大。車両走行に支障を来したことから、30,418輪時点で、車輪走行位置に設置された小型ボックス(0cm、縦断、横断)に関する実験を終了(他の試験区間での実験を継続するために、ボックス蓋の撤去、ボックス内及びボックス周辺にアスファルト合材を充てんし、車両走行できる状態にしたのち走行実験を再開)。

▼30,004輪時点 ※いずれも写真下側がループ内側



起点側端部



中間部



終点側端部



◀ 補修後の状況

## (4) 小型ボックスの損傷状況

- ・ 走行試験終了後、小型ボックスを掘り起こしたところ、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なかった。

ボックス埋設位置



高圧管

高圧管掘り起こし前の状況



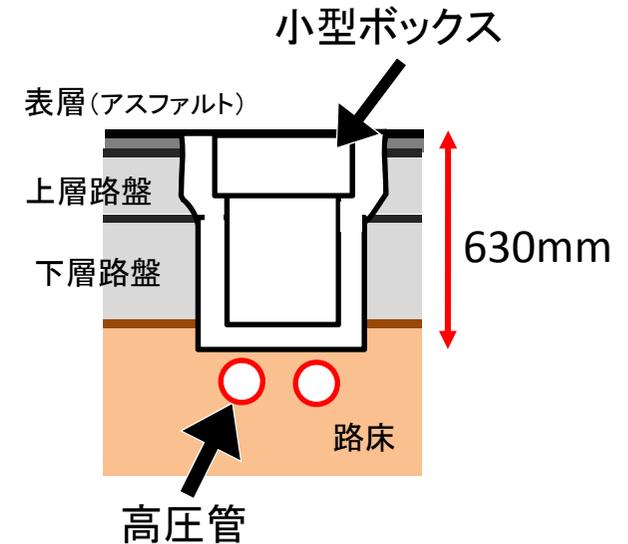
掘り起こした小型ボックス本体



掘り起こした高圧管

## (参考)小型ボックス部 (0cm) の施工状況

- ①下層路盤まで構築、掘削(床掘り)
- ②砂を10cm埋戻し、プレートで締め
- ③ボックス下に高圧管(2本)を埋設、
- ④管周りを砂で埋戻し(管上部は7cm程度)プレートで締め
- ⑤基礎砕石10cm敷き、プレートで締め
- ⑥敷モルタル2cmの上に小型ボックスを設置
- ⑦路盤材で埋戻し、ボックス周辺をランマーで締め
- ⑧上層路盤・表層を敷設



ボックス下に高圧管(2本)を埋設



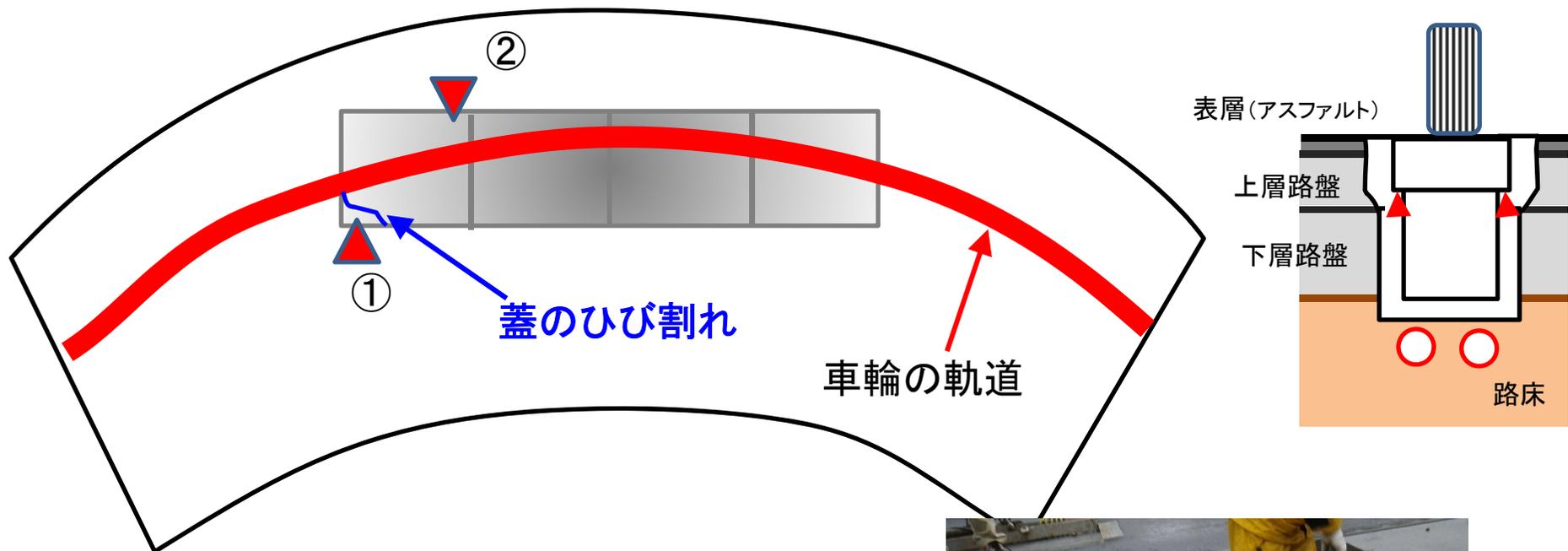
小型ボックスを設置



ボックス周辺をランマーで締め

## (参考) 輪荷重の偏載荷による小型ボックス蓋の推定損傷メカニズム

- ・ ボックスの左右に均等に力がかかるのではなく、上記①、②に特に大きな力がかかることにより蓋の角部にひび割れ発生したものと推測。



車両は緩やかなカーブを走行

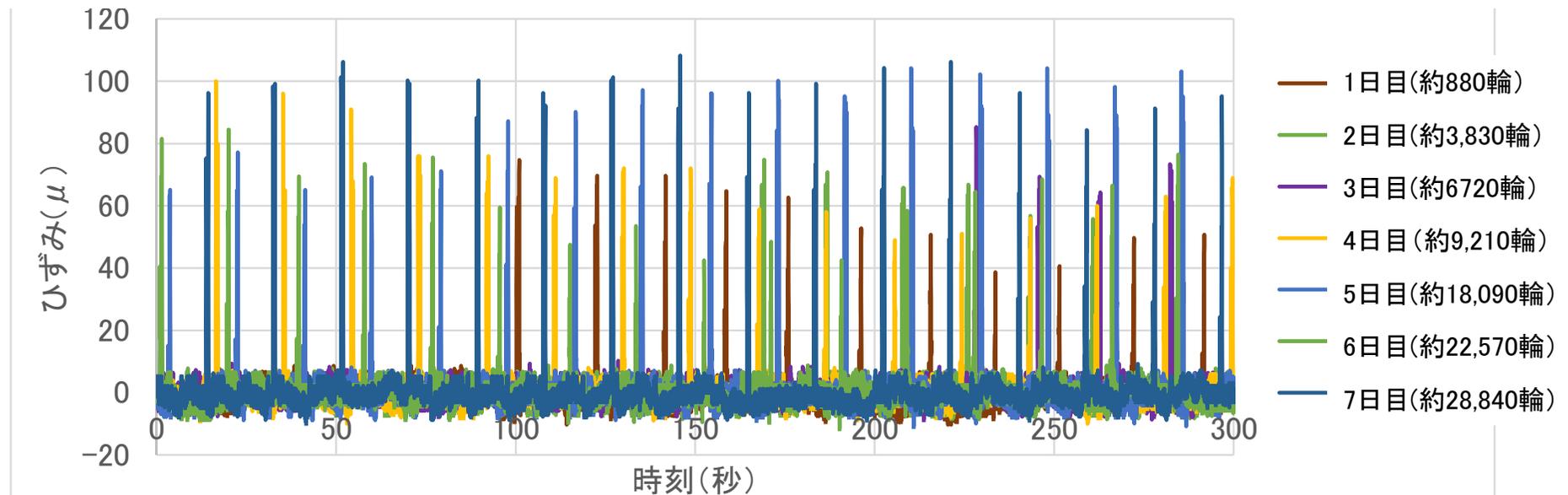
①の位置



## (5) レジンボックスの発生ひずみの傾向

### ■ 約3万輪までの傾向

- ・ 車両通過に伴うひずみの変化は最大で110 $\mu$ 程度。
- ・ 曲げ引張強度に相当するひずみ(約700 $\mu$ )より小さい。
- ・ 走行開始より約3万輪の範囲では最大ひずみの著しい傾向の変化はなし。



### ▲レジンボックス蓋(起点側) 車両走行に伴うひずみ増分(約3万輪まで)

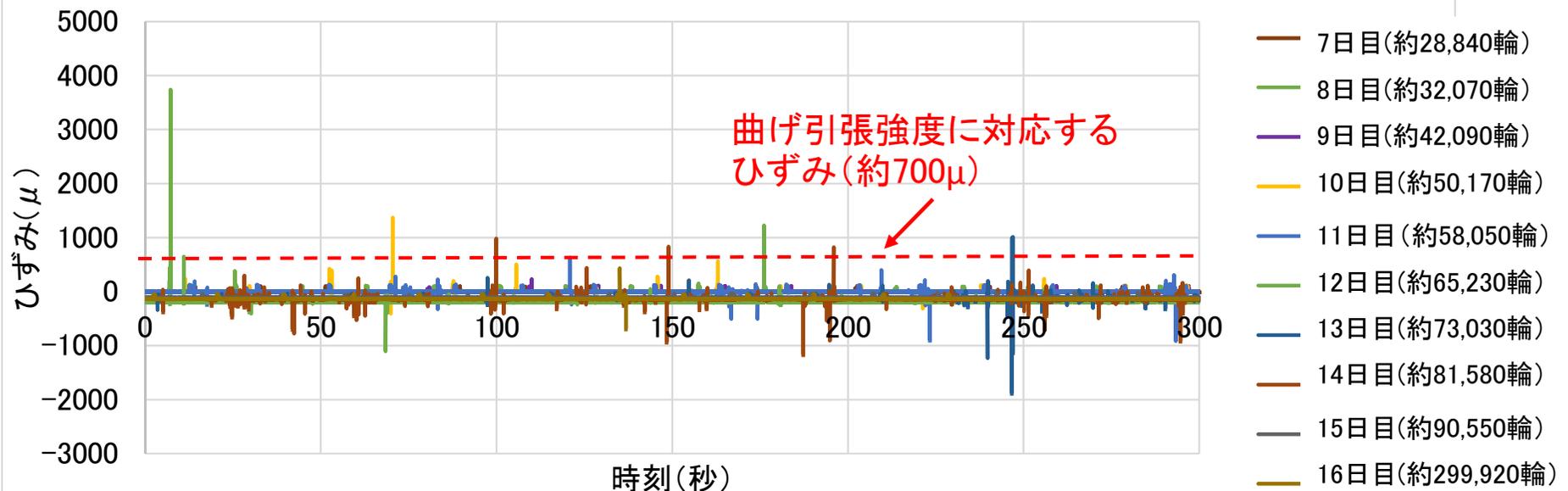
※各日の 16:00~16:05 のデータでの比較。7日目は12:05~12:10のデータ)

## (5) レジンボックスの発生ひずみの傾向

### ■ 約3万輪を超えた後の傾向

- ・3万輪を超えたあたりより車両通過に伴うひずみの変化が大きくなり、曲げ引張強度を超え、ひび割れが生じたものと推測。
- ・正側(蓋の下面に引張ひずみが生じる)だけでなく負側にも大きなひずみが発生。

➡ 蓋上面の状況からは把握できない変状が生じていた可能性。

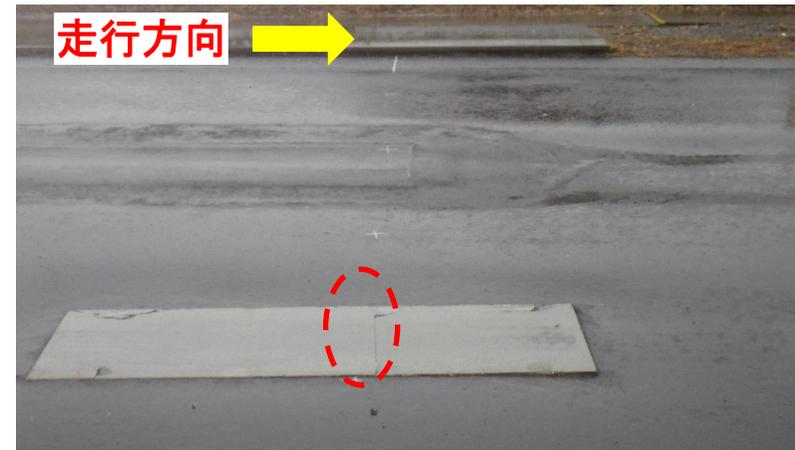


▲レジンボックス蓋(起点側) 車両走行に伴うひずみ増分(約3万輪以降)

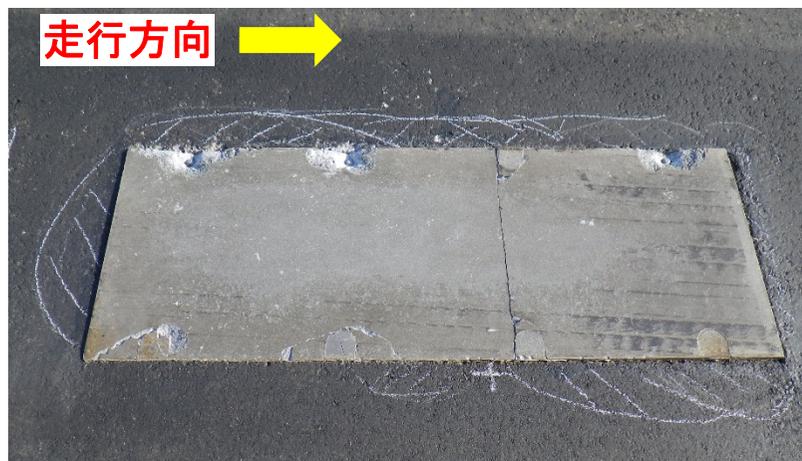
※各日の 16:00~16:05 のデータでの比較。7日目は12:05~12:10のデータ)

## (6) レジンボックスの損傷状況

- ・ 約6.4万輪時点で、車両走行方向に設置されたレジンボックス(0cm、縦断)の蓋にひび割れ発生。
- ・ その後、蓋固定用ボルトの埋戻し部の損傷、周辺舗装との段差拡大を確認。
- ・ 掘り起こしたところ、蓋と同じ位置にボックス本体を一周するひび割れを確認。



64,361輪時点(ひび割れ発見時)



100,001輪時点



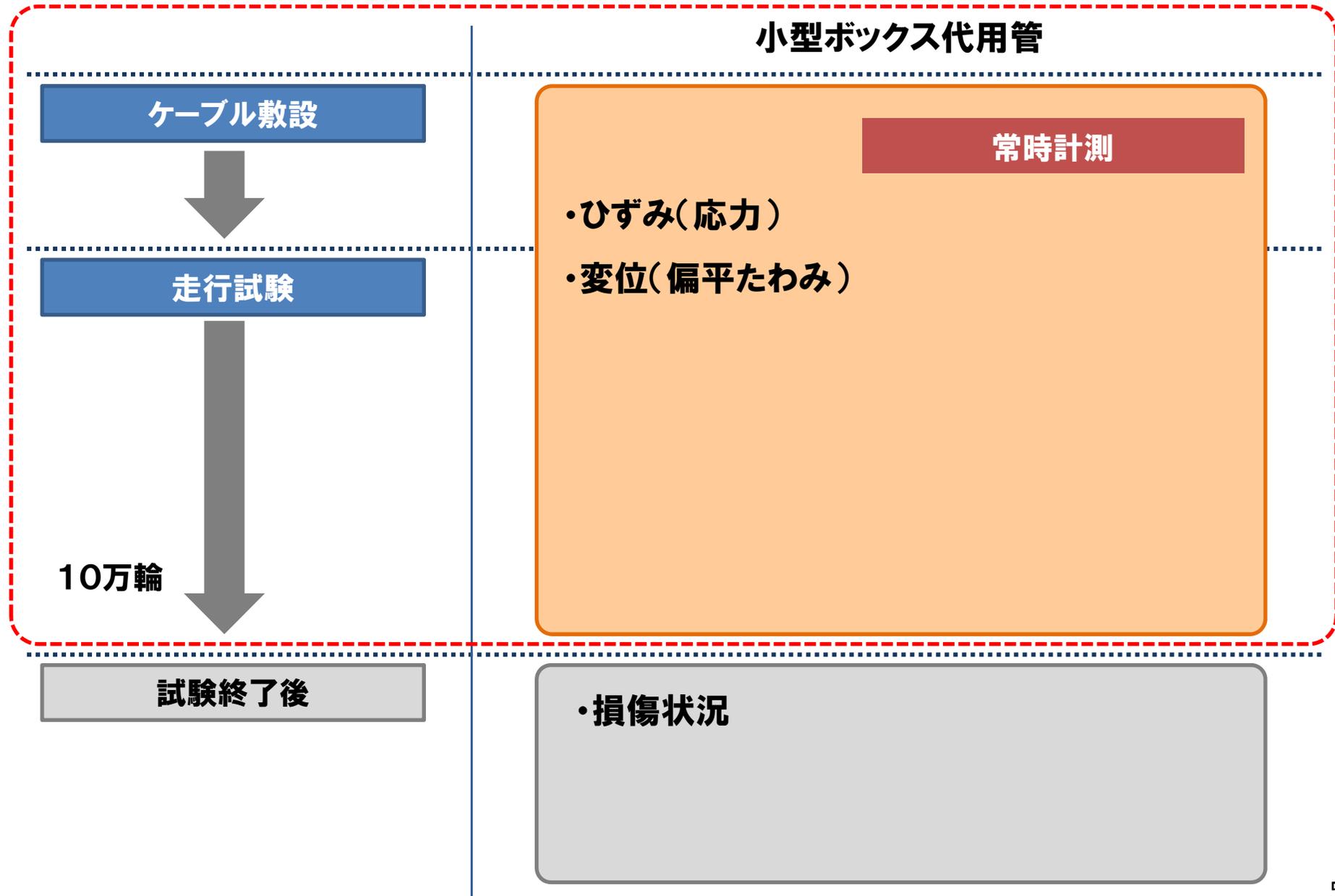
掘り起こし後

## **15. 小型ボックス代用管への影響**

---

<b>(1)試験項目</b>	<b>.....</b>	<b>55</b>
<b>(2)小型ボックスの配置</b>	<b>.....</b>	<b>57</b>
<b>(3)試験結果</b>	<b>.....</b>	<b>58</b>

# (1) 試験項目



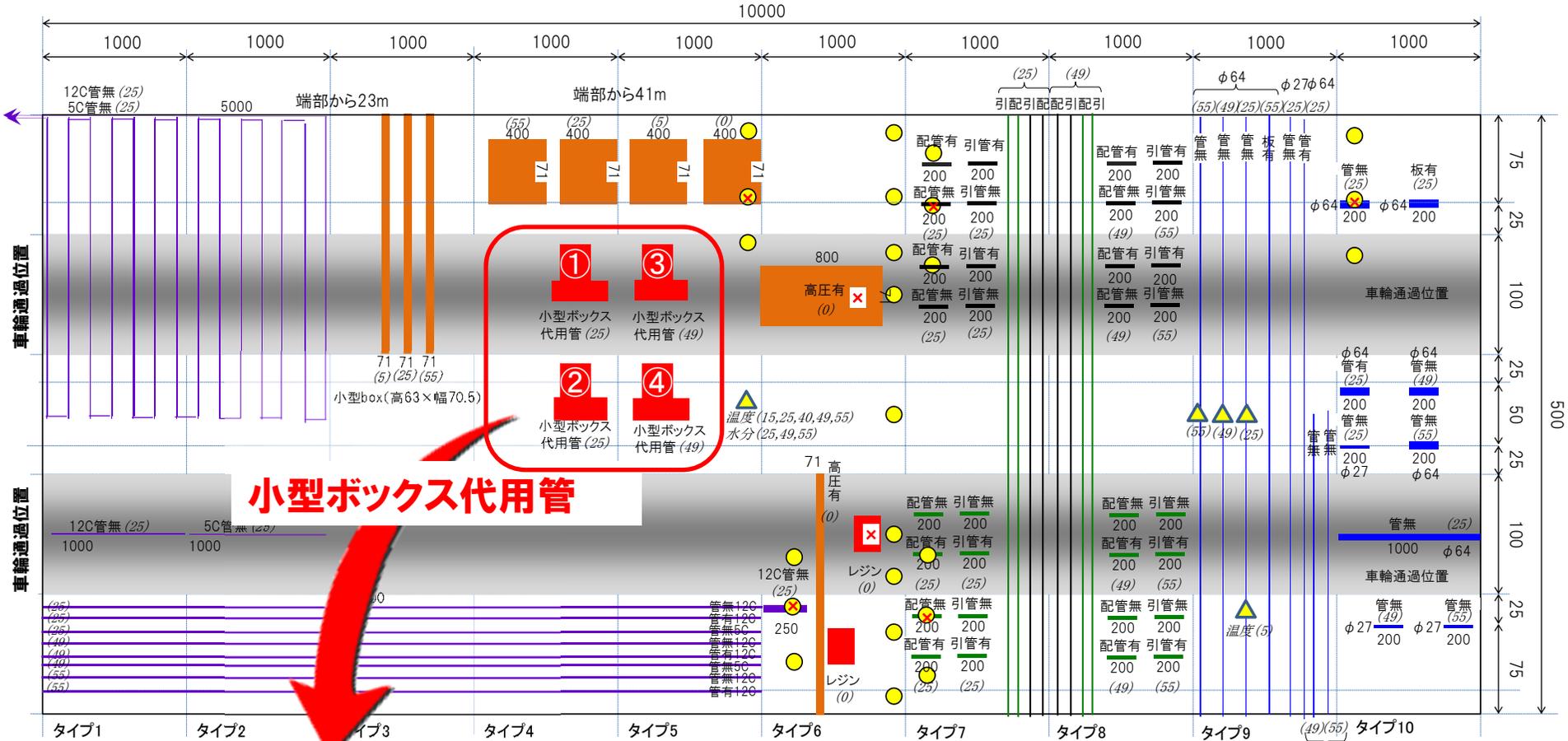
## (1) 試験項目

試験対象	試験項目	要件	基準値
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 <sup>2</sup> )以下
	変位	・管の扁平たわみ	・管の許容たわみ率(2.5%) 以下

# (2) 小型ボックス代用管の配置

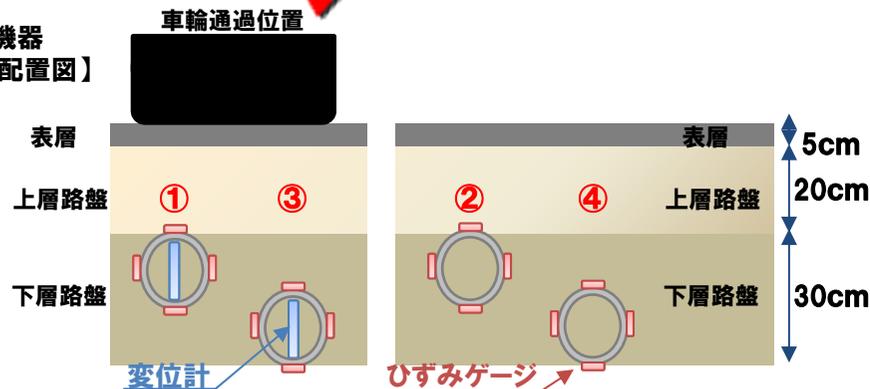
5m × 100m (10m × 10タイプ (1タイプの延長は10m))

※括弧書き: 深さ (単位: cm)



**小型ボックス代用管**

【測定機器の配置図】



【変位計の設置状況】



【ひずみゲージの設置状況】

## (3) 試験結果

- ・ ひずみ、変位ともに塩ビ管の許容値内であり、問題なし。
- ・ ①②は下層路盤の仕上がり面から溝掘りし管を埋設しているが、③④は下層路盤面に管を配置し盛土しながらの埋め戻し作業になったため、埋め戻し作業時にタンパ及びランマによる締固めの偏りなどが要因で、一時的に大きな変位(許容値内なので問題ない)が見られたが、試験車両走行後の変位は一定に推移しており、適正な埋め戻しを実施すれば長期的にも問題ないと判断する。輪荷重による影響も特に見られなかった。

評価項目・判断基準		評価パターン		ひずみ(応力)	変位(扁平たわみ)
				許容応力(17.7N/mm <sup>2</sup> )以下	許容たわみ率(2.5%)以下
25cm	進行方向	①車輪通過位置		規格内○	規格内○
		②車輪外		規格内○	規格内○
	横断方向				
35.5cm	進行方向	③車輪通過位置		規格内○	規格内○
		④車輪外		規格内○	規格内○
	横断方向				

# ケーブルの損傷状況等 (中間報告)

---

1. 電力ケーブルへの影響 .....	1
2. 通信線(光ケーブル)への影響 .....	16
3. 通信線(メタルケーブル)への影響 .....	22
4. 通信線(同軸ケーブル)への影響 .....	29

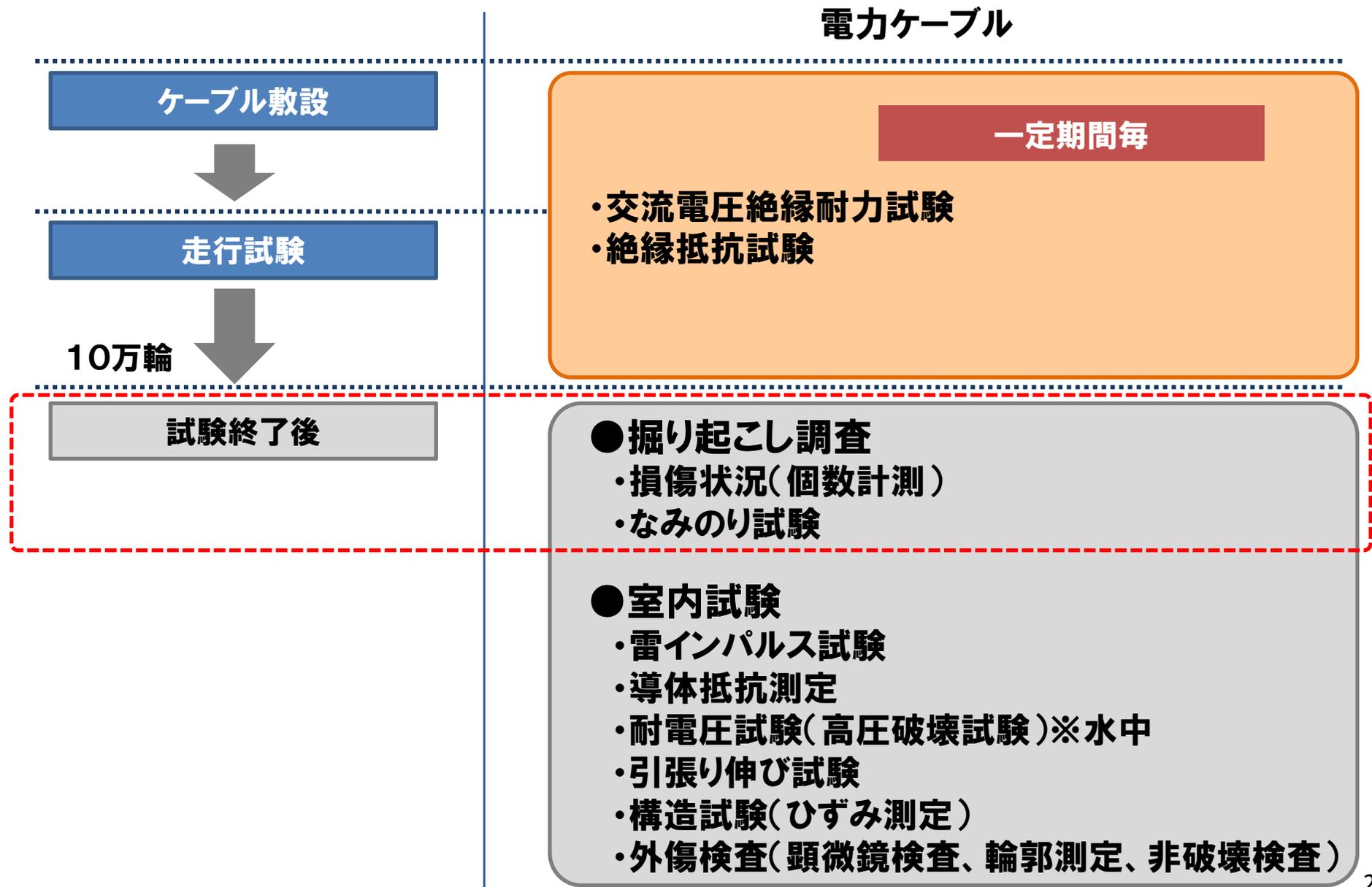
平成27年2月18日

# 1. 電力ケーブルへの影響

---

(1)試験項目 .....	2
(2)試験ケーブルの配置 .....	4
(3)試験結果(一覧) .....	5
(4)ケーブル損傷状況(個数計測)結果 .....	6

# (1) 試験項目



## (1) 試験項目

試験対象	試験項目	要件	基準値	備考
<b>600V CVQケーブル</b> (250mm <sup>2</sup> 、22mm <sup>2</sup> )  ○ケーブルのみ: 路面から25cm(路盤材)、 49cm(砂)、55cm(砂)  ○防護板敷設: 路面から25cm(路盤材)  ○防護管※あり: 路面から25cm(路盤材)	損傷状況(個 数計測)	<ul style="list-style-type: none"> <li>目視による傷 (手にひっか かる傷)の個 数及び長さを 計測</li> </ul>	なし	なし
	傷の有無	<ul style="list-style-type: none"> <li>目視による傷 の有無</li> <li>顕微鏡等に よるシース厚 の測定</li> </ul>	「電気設備の技術基準の 解釈」第9条 <ul style="list-style-type: none"> <li>構造:外装で保護した電気 導体であること。</li> <li>絶縁体厚さ:80%以上</li> <li>外装(シース)厚さ:85%以上</li> </ul>	外装(シース)を貫通する 損傷が発生した場合、内 部に水分が入り、絶縁層 の保護ができなくなり、 ケーブル構造をなさなくな るため、使用は不可。
	なみのり試験	<ul style="list-style-type: none"> <li>試験前後で 測定</li> </ul>	技術マニュアル(案)解説 キャブシステムより 基本地震時ひずみ 1/100を採用  例)ケーブル長10mの場合、 10cm移動することを前提に 設計。	今回の試験の場合、10m 敷設するので、10cmは 移動する前提でケーブル 敷設をしなければいけない。 よって、移動量が10cm以 下であれば無問題と判定 できる。

※ 防護管:SVP管130

# (2) 試験ケーブルの配置

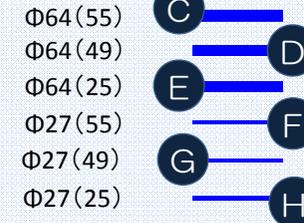
【凡例】

- ケーブル
- 防護板
- 防護管
- ( ) 埋設深さ
- 単位：cm
- 土圧計
- ▼ 温度計
- ★ 水分計
- A ~ Y 供試品NO

## ① 比較用ケーブル性能調査 (非埋設及び非通電)



## ② 埋設作業による影響調査 (非通電)



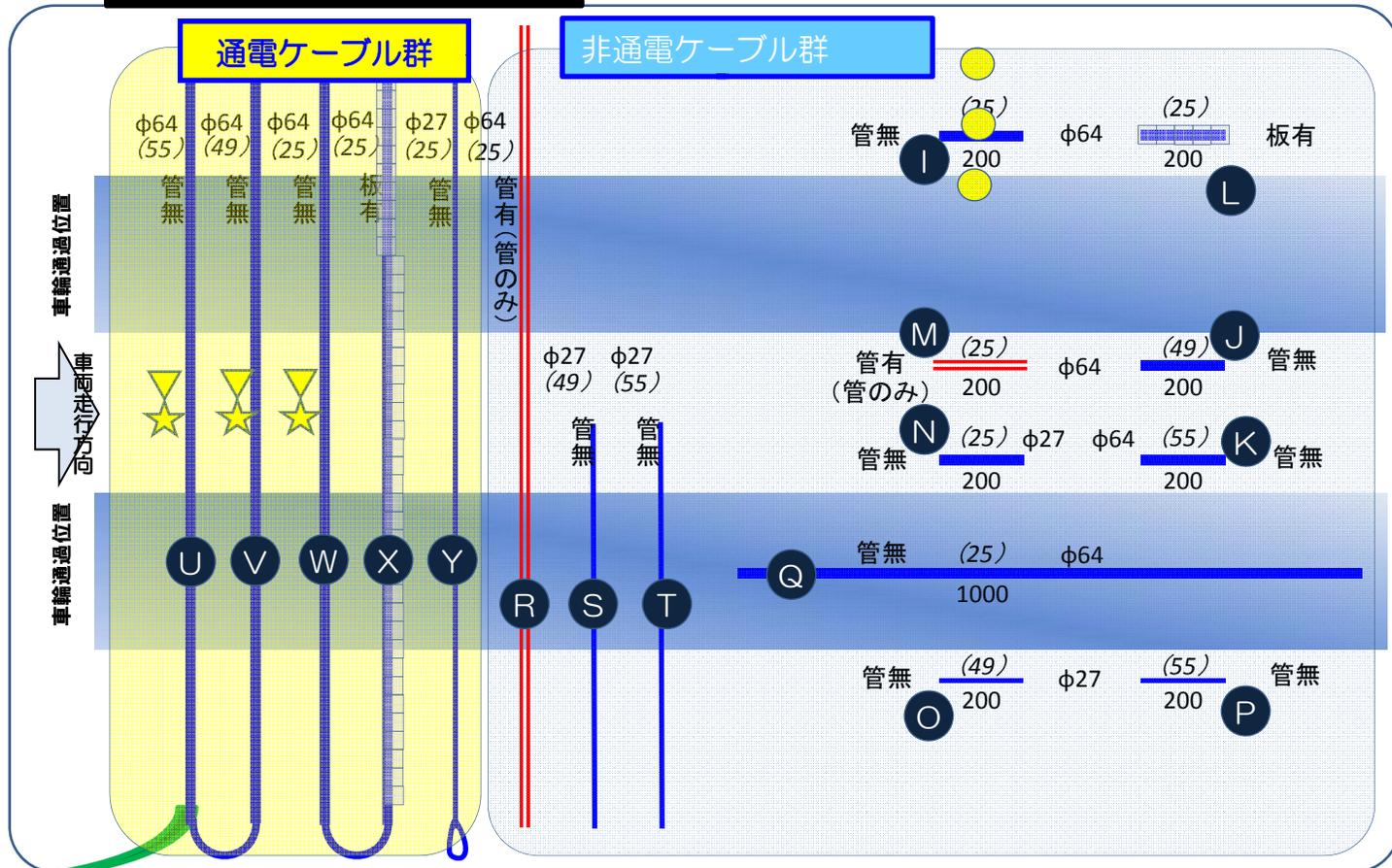
### ケーブル拡大図

破壊試験対象箇所

引張試験対象箇所

損傷状況対象箇所

## ③ 車両通過による影響調査



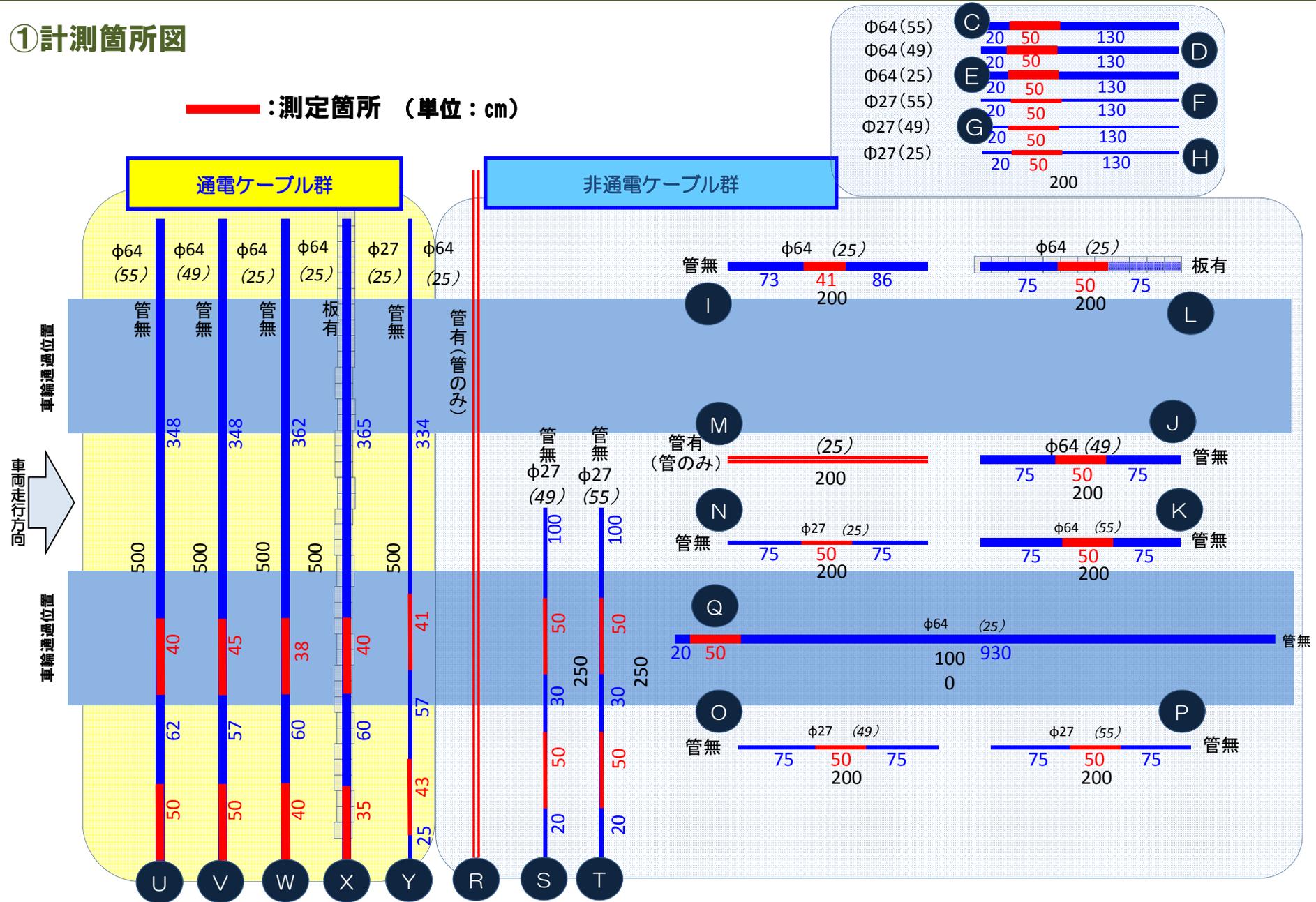
## (3) 試験結果(一覧)

試験目的	走行方向に対する向き	条件		供試品NO	損傷状況	なみのり試験	
		ケーブル種	埋設深さ				
比較用ケーブル		CVQ250mm <sup>2</sup>		A	傷 無		
		CVQ22mm <sup>2</sup>		B	傷 無		
埋設作業による影響		CVQ250mm <sup>2</sup>	55cm	C	傷 有		
			49cm	D	傷 有		
			25cm	E	傷 有		
		CVQ22mm <sup>2</sup>	55cm	F	傷 有		
			49cm	G	傷 有		
			25cm	H	傷 有		
輪荷重による影響	進行方向	CVQ250mm <sup>2</sup>	55cm(砂)	K	傷 有		
			49cm(砂)	J	傷 有		
			25cm	I	傷 有		
		CVQ22mm <sup>2</sup>	55cm(砂)	P	傷 有		
	49cm(砂)		O	傷 有			
	25cm		N	傷 有			
	横断方向		CVQ22mm <sup>2</sup>	49cm(砂)	T	傷 有	
		25cm		S	傷 有		
通電・輪荷重による影響		横断方向	CVQ250mm <sup>2</sup>	55cm(砂)	U	傷 有	
				49cm(砂)	V	傷 有	
	25cm			W	傷 有		
	CVQ22mm <sup>2</sup>		25cm	Y	傷 有		
防護板の効力調査	進行方向(非通電)	CVQ250mm <sup>2</sup>	25cm	L	傷 有		
	横断方向(通電)	CVQ250mm <sup>2</sup>	25cm	X	傷 有		
車両通行によるズレ(波乗り現象)を調査	進行方向	CVQ250mm <sup>2</sup>	25cm	Q	傷 有	規格内○ (4mm移動)	
埋設管が受ける影響(深さ25cm)	進行方向	防護管(SVP130)	25cm	M	傷 無		
	横断方向	防護管(SVP130)	25cm	R	傷 無		
防護板の耐久確認	進行方向	防護板	13.4cm	L	防護板は傷 無		
	横断方向	防護板	13.4cm	X	防護板は傷 無		

# (4) ケーブル損傷状況(個数計測)結果

## ① 計測箇所図

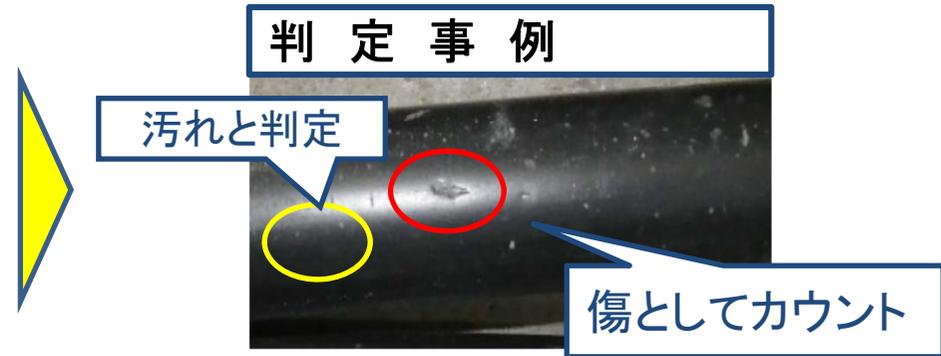
— : 測定箇所 (単位: cm)



# (4)ケーブル損傷状況(個数計測)結果

## ②傷の定義と測定方法

- 手による触診で引っかかりとなるものについて、大小に係らず計測。
- 各相ごとに表面の個数をカウント。



## ③今回確認された傷の代表例とケーブル外観



ケーブルW  
切創のような傷



ケーブルW  
つぶされ変形した傷



ケーブルS  
シースを貫通した傷



▲比較的深い傷箇所

ケーブルW(φ64, 管無, 25cm)



ケーブルX(φ64, 板有, 25cm)

# (4) ケーブル損傷状況(個数計測)結果

## ④ 傷の個数と傷の最大長さ

### ■ CVQ250mm<sup>2</sup>

条件		NO	種類	埋設深さ	4相の平均個数(個/10cm)	最大傷長さ(mm)		
非 走 行	非 通 電	E	Q250	25cm	46			
		D	Q250	49cm	40			
		C	Q250	55cm	27			
非 通 電	進 行 方 向	車輪外	I	Q250	25cm	24		
		車輪通過位置	J	Q250	49cm	10		
		車輪外	K	Q250	55cm	7		
		車輪外	L	Q250 (板有り)	25cm	35		
		車輪通過位置	Q	Q250	25cm	66		
	走 行	通 電	車輪外	W	Q250	25cm	63	(黒相) 16
								(赤相) 10
			車輪通過位置			65	(白相) 10	
							(緑相) 5	
			車輪外	X	Q250 (板有り)	25cm	45	(黒相) 20
(赤相) 30								
車輪通過位置			47	(白相) 12				
				(緑相) 9				
走 行	通 電	車輪外	V	Q250	49cm	40	(黒相) 6	
							(赤相) 7	
		車輪通過位置			31	(白相) 3		
						(緑相) 3		
車輪外	U	Q250	55cm	28	(黒相) 10			
					(赤相) 4			
車輪通過位置			42	(白相) 10				
				(緑相) 10				

### ■ CVQ22mm<sup>2</sup>

条件		NO	種類	埋設深さ	4相の平均個数(個/10cm)	最大傷長さ(mm)		
非 走 行	非 通 電	H	Q22	25cm	10			
		G	Q22	49cm	9			
		F	Q22	55cm	6			
非 通 電	進 行 方 向	車輪外	N	Q22	25cm	8		
		車輪外	O	Q22	49cm	1		
		車輪外	P	Q22	55cm	2		
		車輪外	Y	Q22	25cm	23	(黒相) 6	
		車輪通過位置			27	(赤相) 5		
	走 行	通 電	車輪外	S	Q22	49cm	3	(黒相) 4
								(赤相) 9
			車輪通過位置			3	(白相) 13	
							(緑相) 7	
			車輪外	T	Q22	55cm	3	(黒相) 2
(赤相) 3								
車輪通過位置			4	(白相) 2.5				
				(緑相) 4				

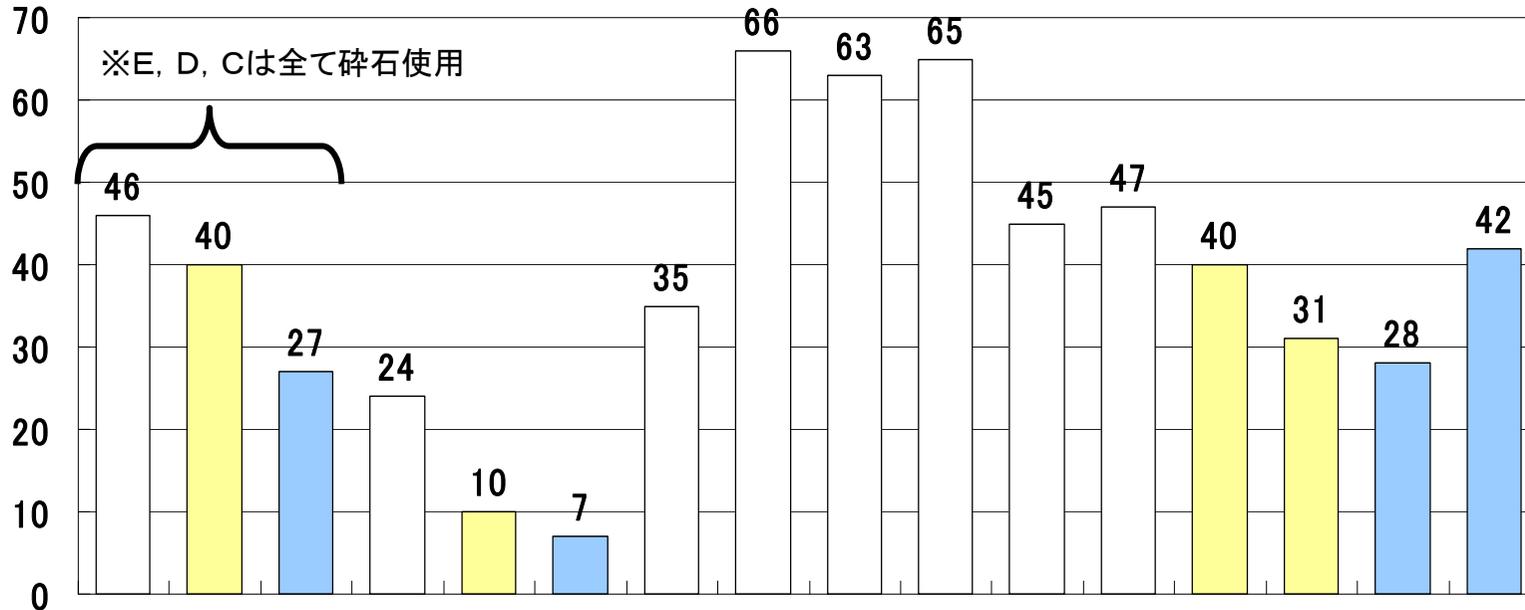
□25cm(碎石) ■49cm(砂) ■55cm(砂)

# (4) ケーブル損傷状況(個数計測)結果

## ⑤ 傷数の比較(CVQ250mm<sup>2</sup>)

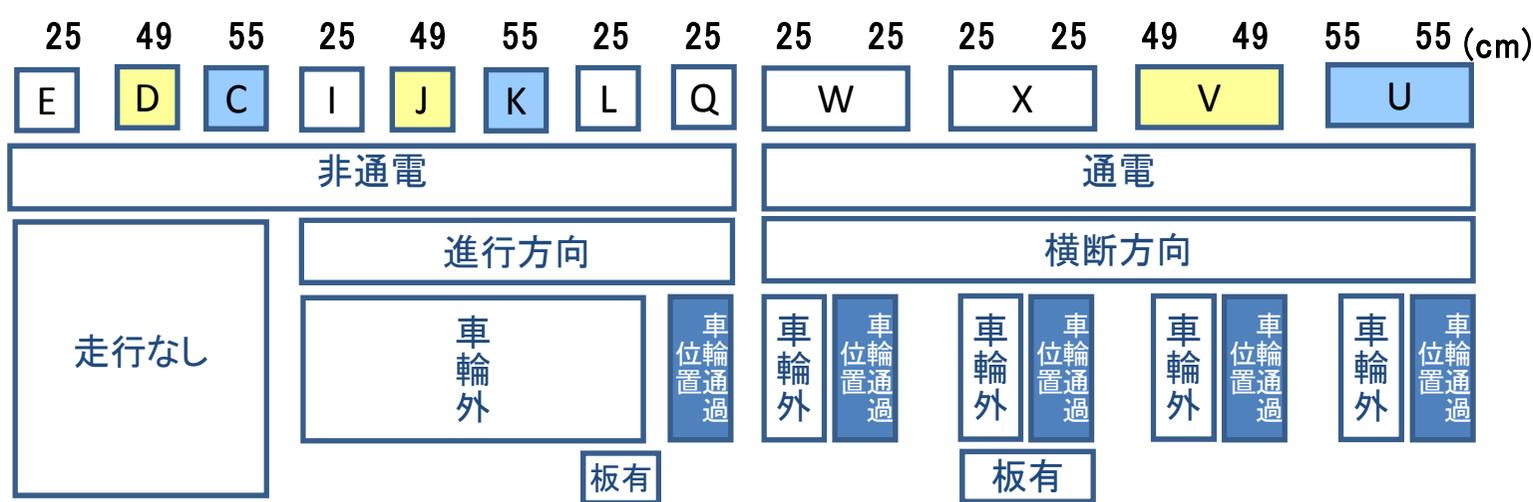
(個/10cm)

□25cm(碎石) ■49cm(砂) ■55cm(砂)



埋設深さ

NO  
条件

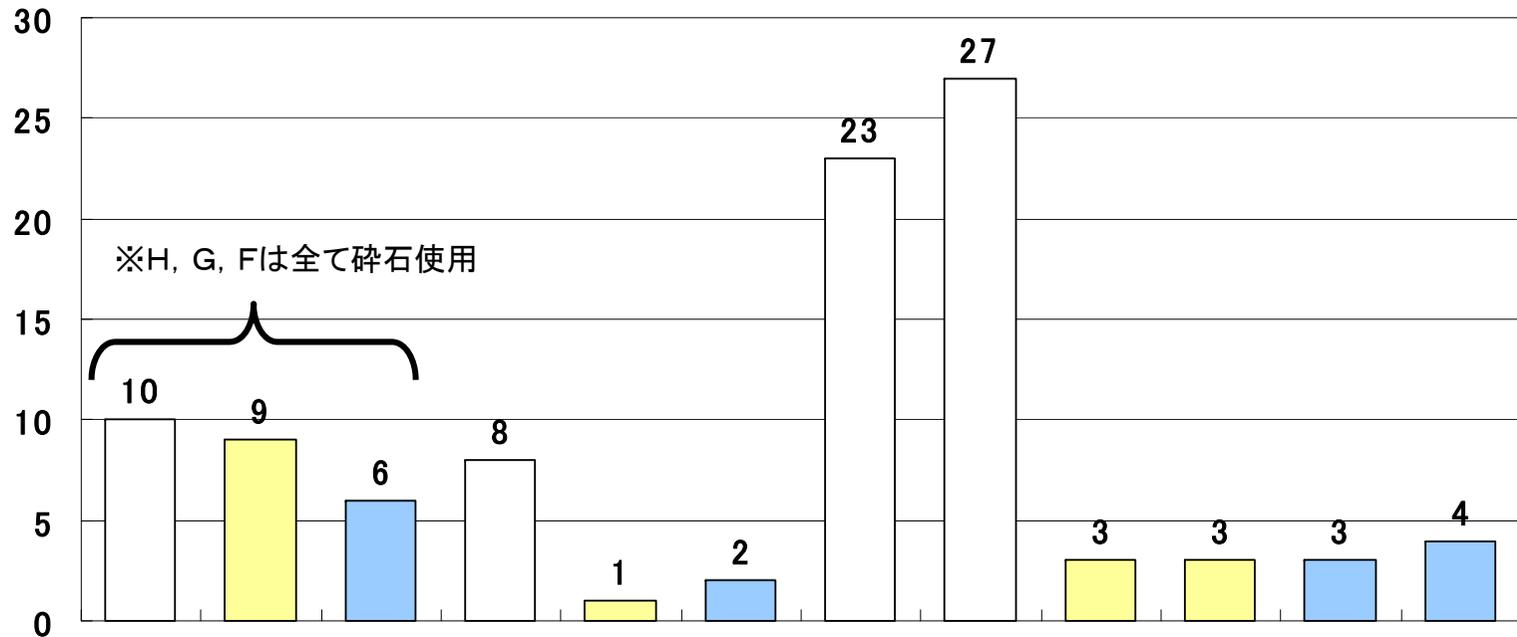


# (4) ケーブル損傷状況(個数計測)結果

## ⑥ 傷数の比較(CVQ22mm<sup>2</sup>)

(個/10cm)

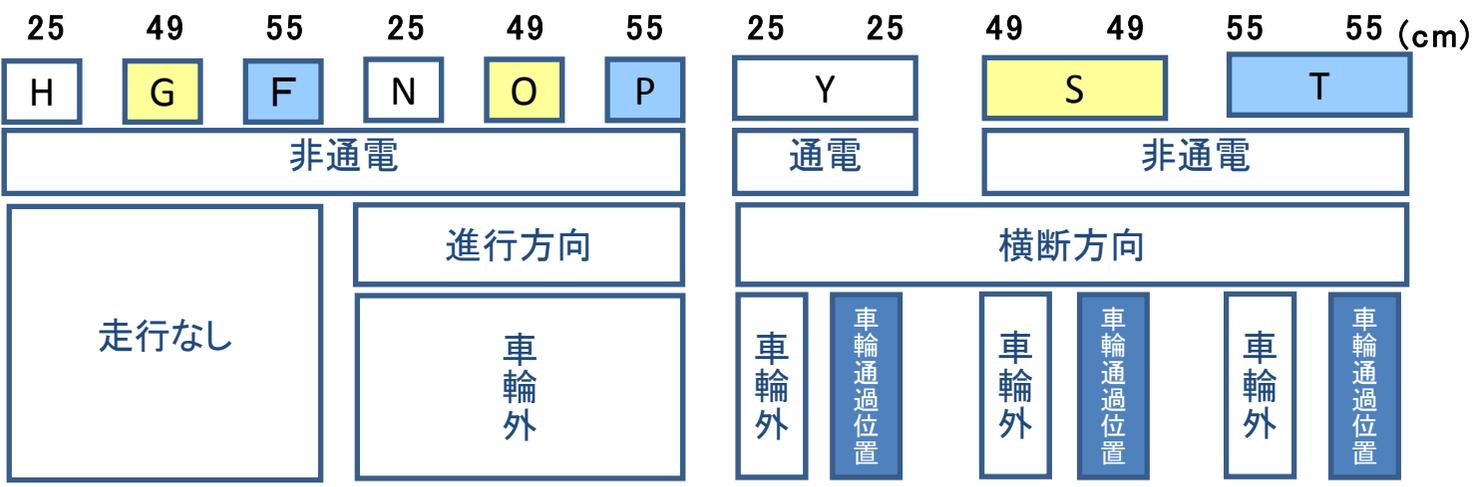
□25cm(碎石) ■49cm(砂) ■55cm(砂)



埋設深さ

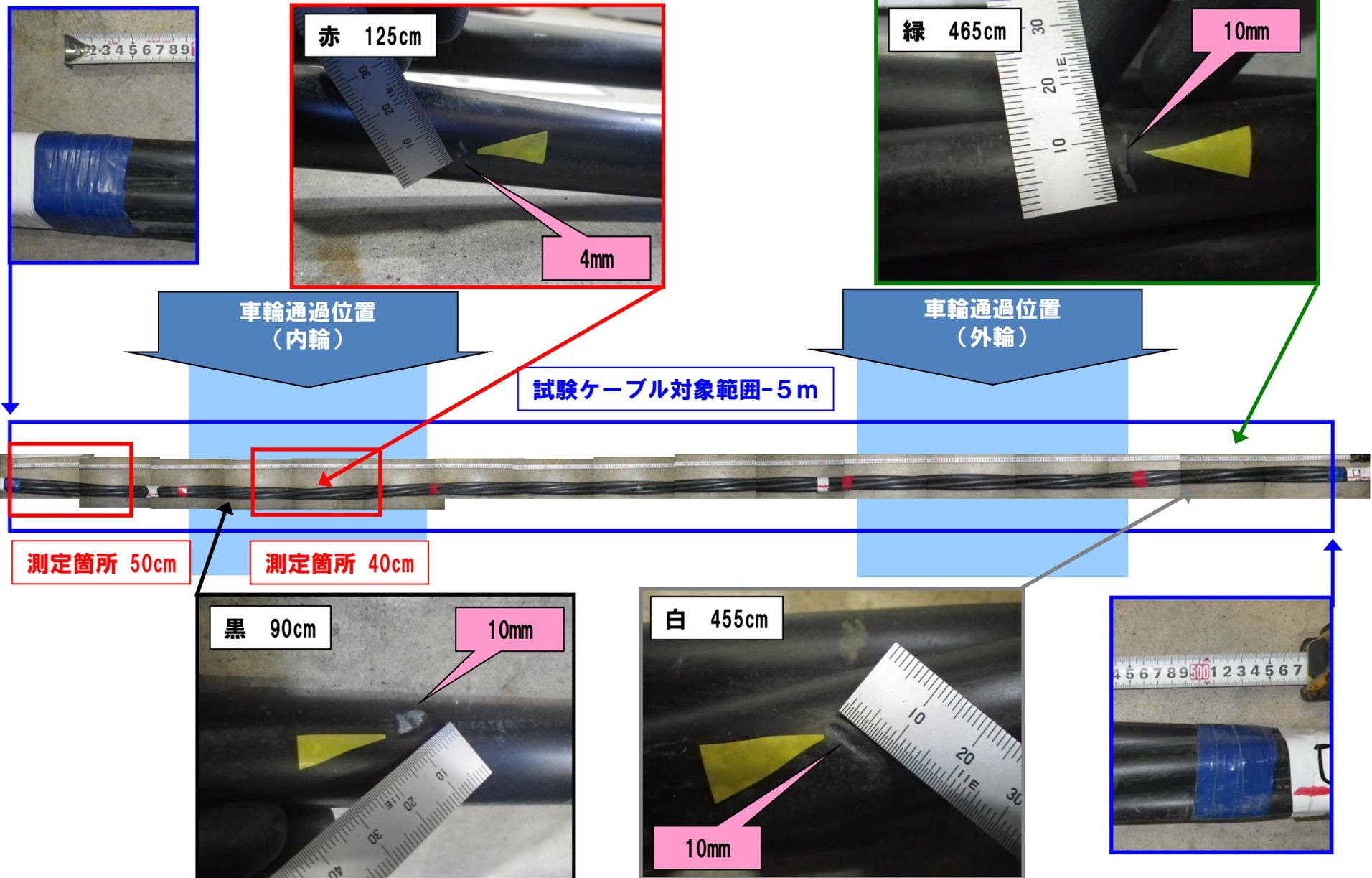
NO

条件



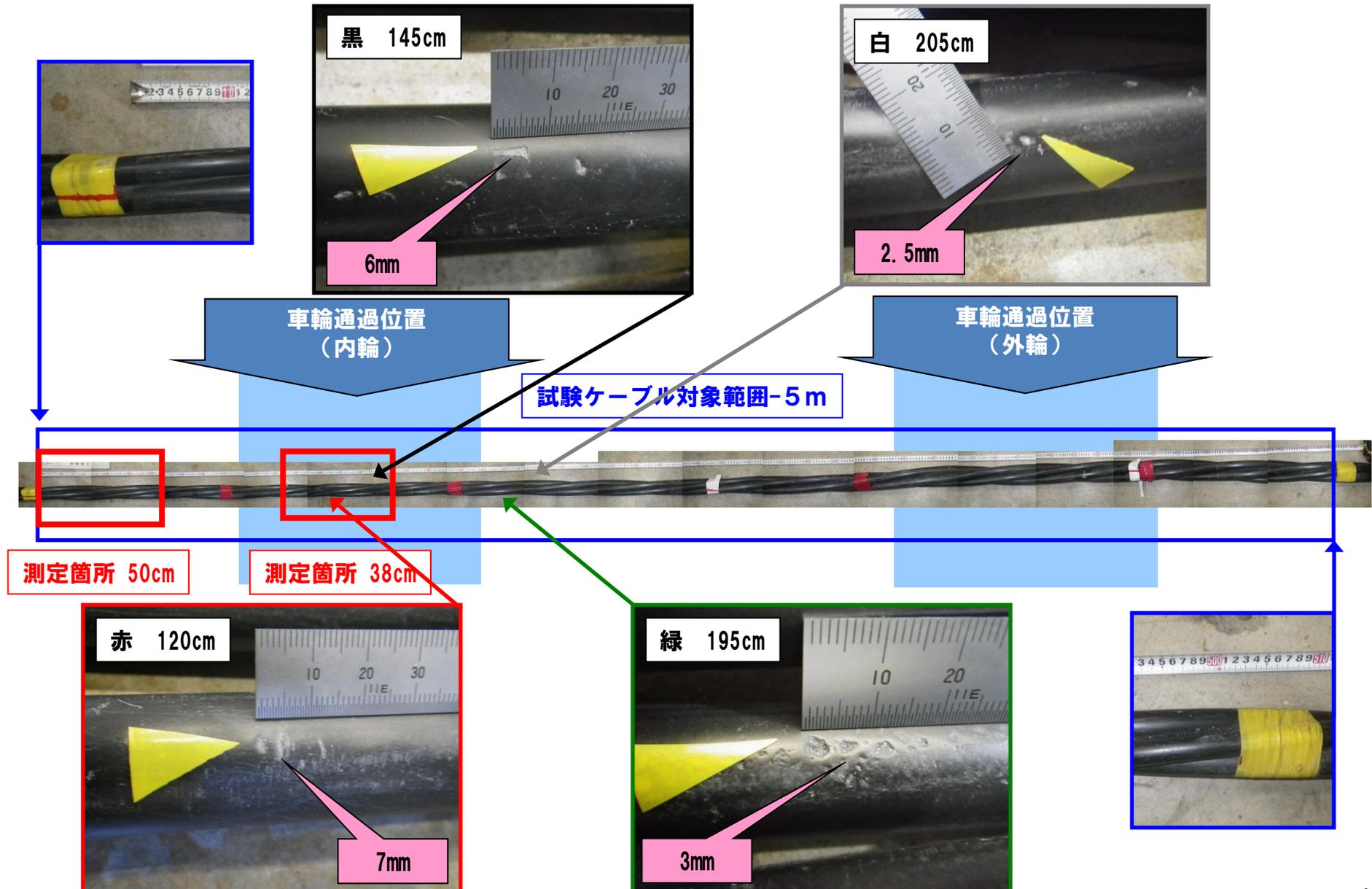
# (参考)ケーブルの損傷状況

○試験ケーブルU CVQ250mm<sup>2</sup>-5m 管無(埋設深さ55cm)



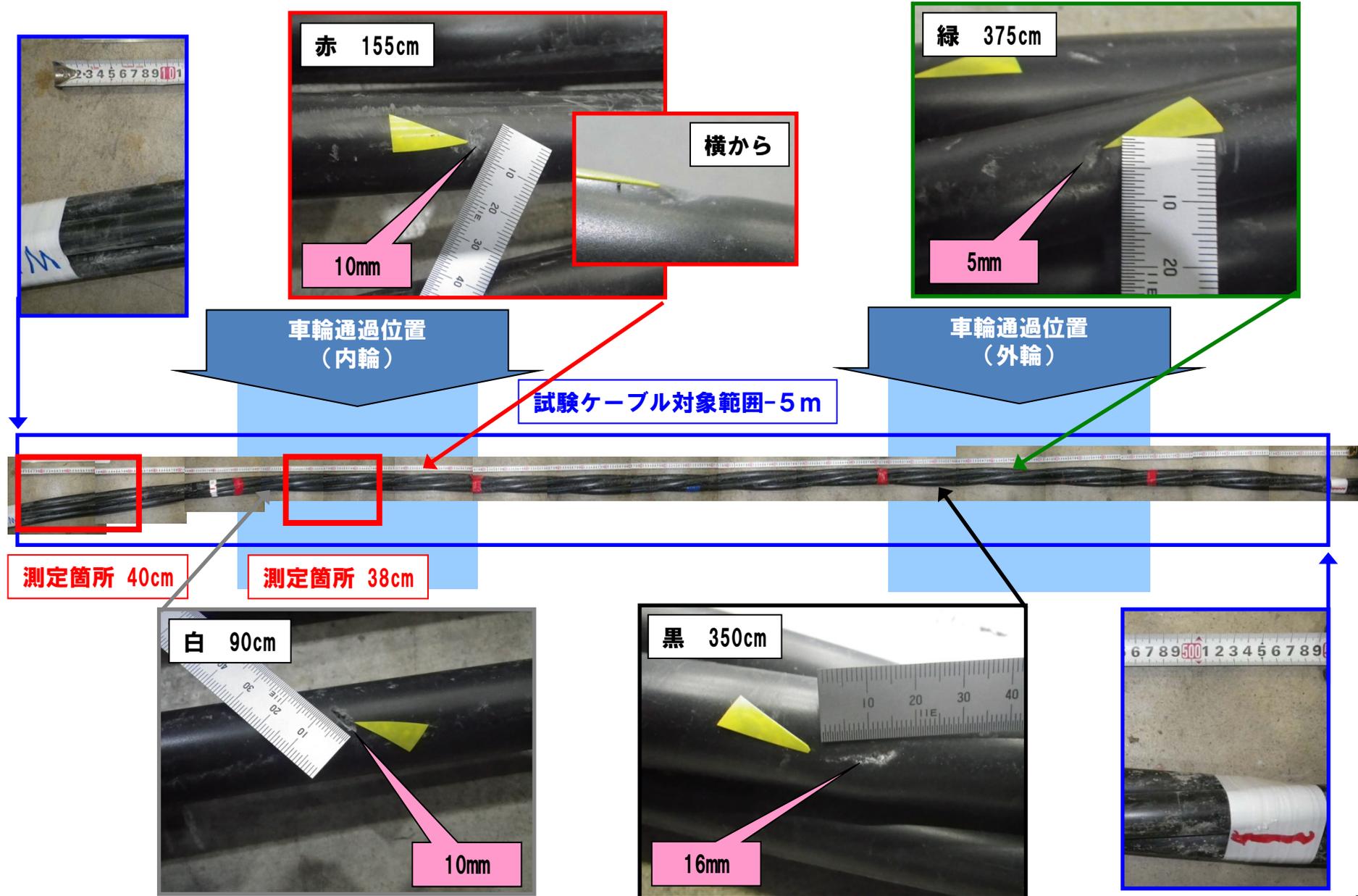
# (参考)ケーブルの損傷状況

○試験ケーブルV CVQ250mm<sup>2</sup>-5m 管無(埋設深さ49cm)



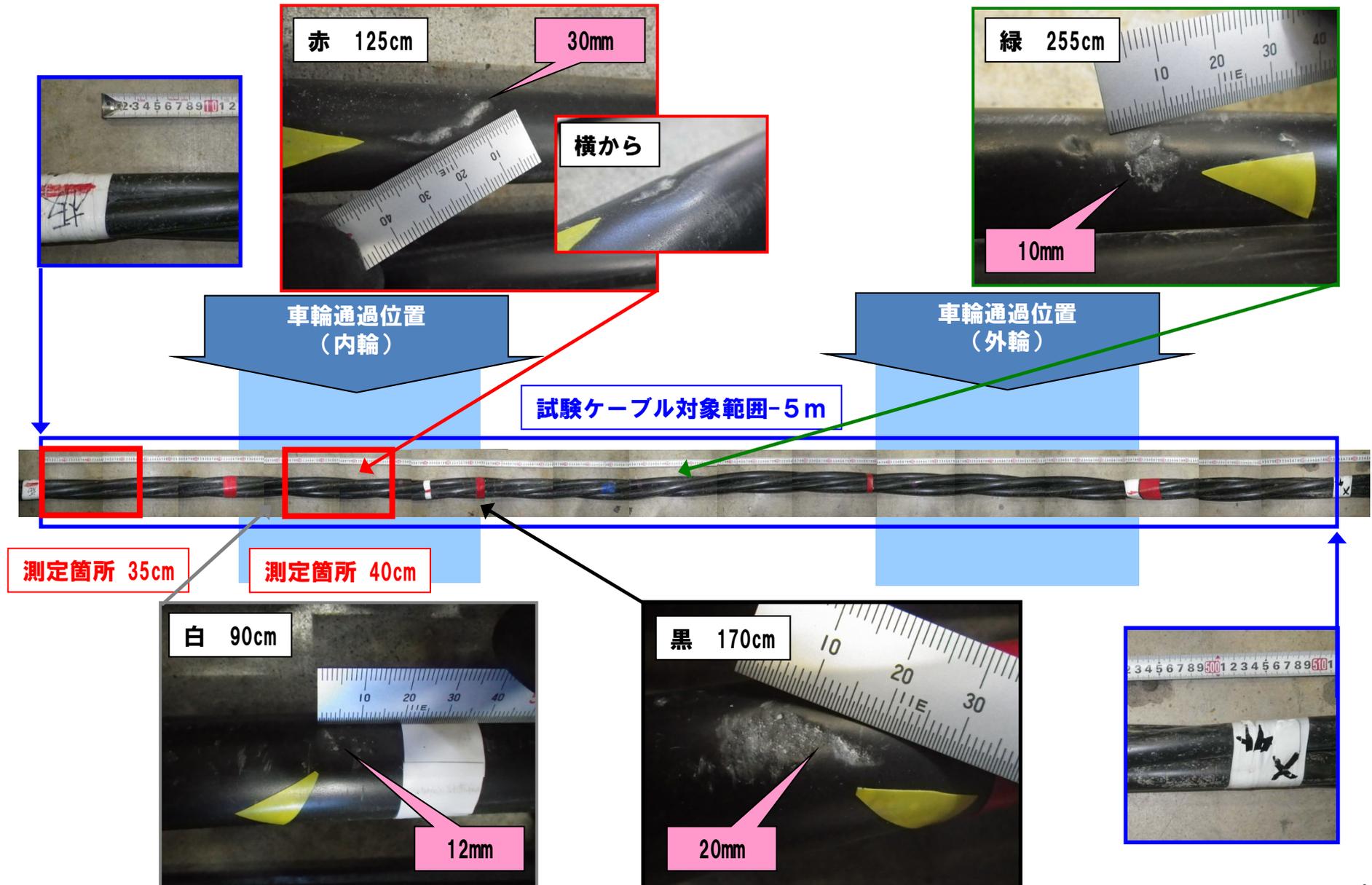
# (参考)ケーブルの損傷状況

○試験ケーブルW CVQ250mm<sup>2</sup>-5m 管無(埋設深さ25cm)



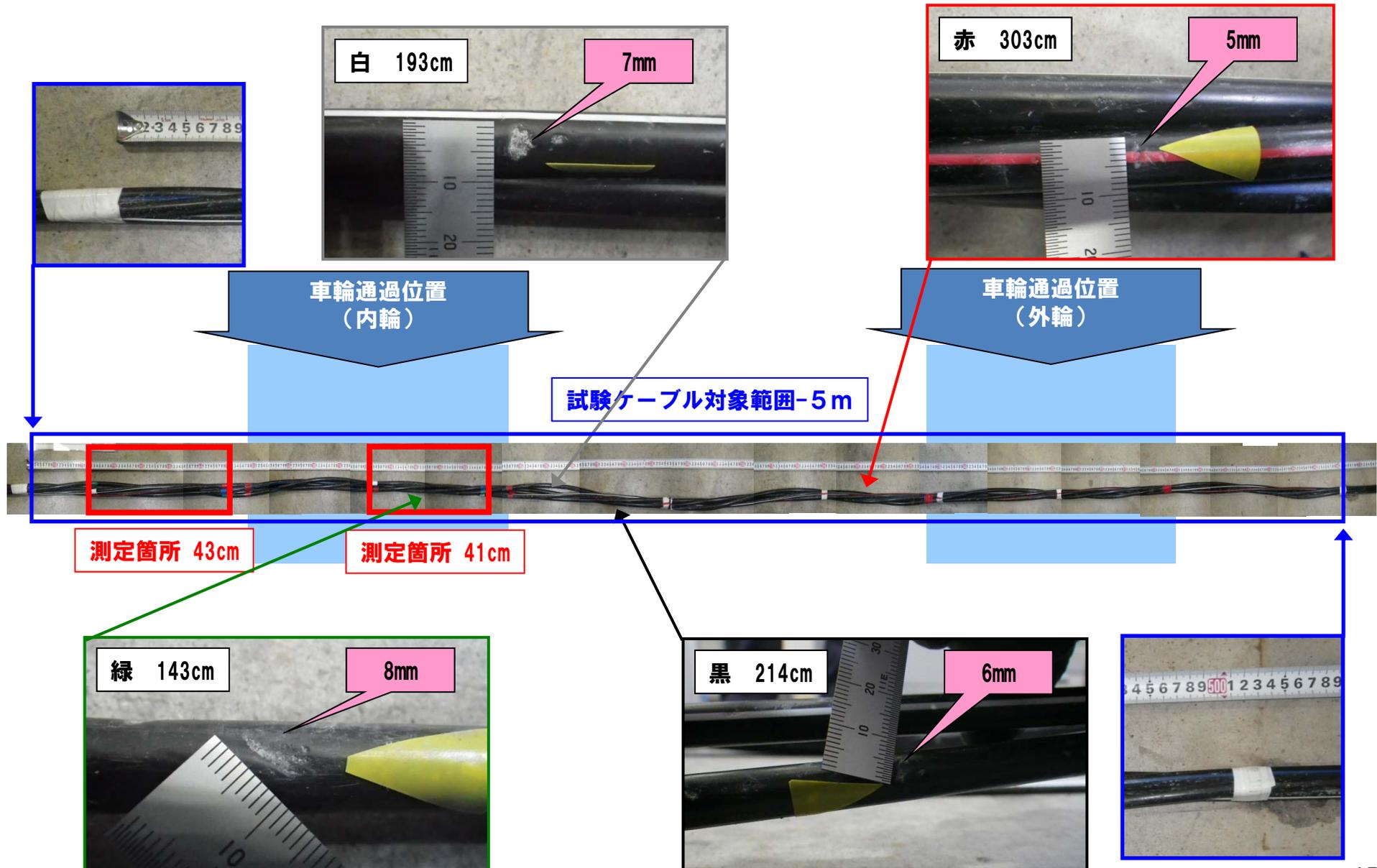
# (参考)ケーブルの損傷状況

○試験ケーブルX CVQ250mm<sup>2</sup>-5m 管無 防護板有(埋設深さ25cm)



# (参考)ケーブルの損傷状況

○試験ケーブルY CVQ22mm<sup>2</sup>-5m 管無(埋設深さ 25cm)

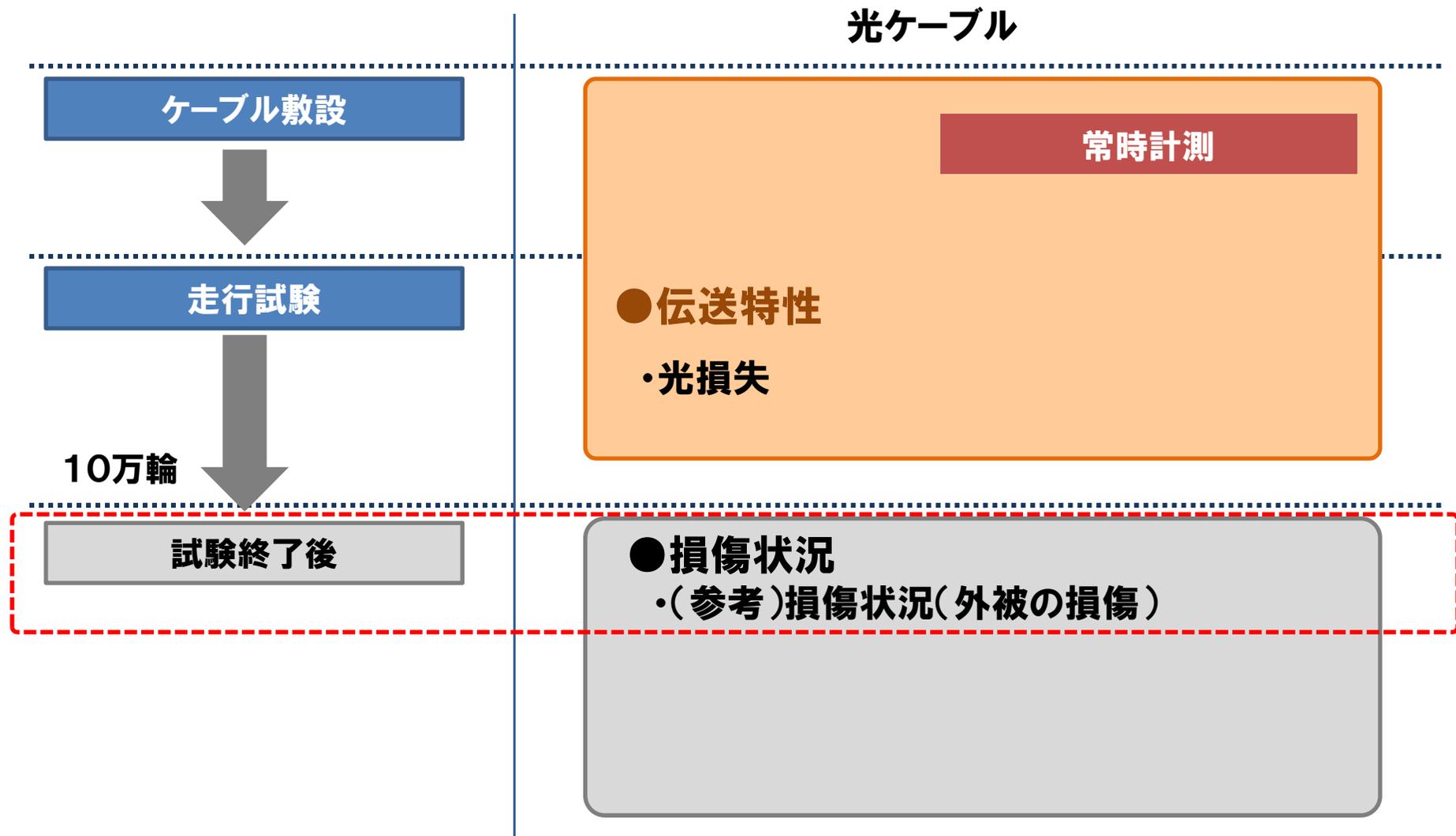


## **2. 通信線(光ケーブル)への影響**

---

<b>(1)試験項目</b>	<b>.....</b>	<b>17</b>
<b>(2)試験ケーブルの配置</b>	<b>.....</b>	<b>19</b>
<b>(3)試験結果</b>	<b>.....</b>	<b>20</b>

## (2)試験項目



## (1) 試験項目

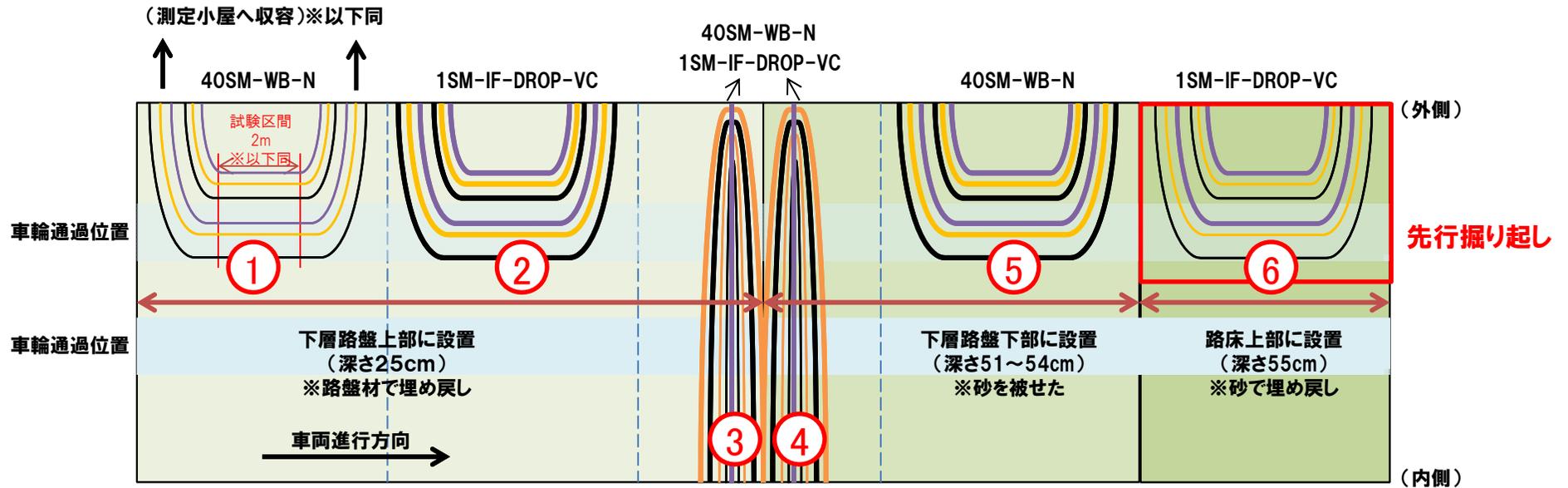
試験対象	試験項目	要件	基準値
<p>40SM-WB-N(12mm)</p> <p>1SM-IF-DROP-VC (2.0×5.3mm)</p> <p>○ケーブルのみ (先行掘り起し箇所): 路面から55cm 車輪走行位置 長さ2m</p> <p>○防護管※1あり: (先行掘り起し箇所): 路面から55cm 車輪走行位置 長さ2m</p>	<p>損傷状況(外被の損傷)</p>	<p>・デジタルマイクロスコブによる外傷長の計測(手に引っかかる程度の傷の長さ測定)</p>	<p>・目視による傷の有無</p>

※1 防護管:PF-S管(一重管)(φ28、φ14)

# (2)試験ケーブルの配置

《平面図》

凡例: — ケーブルのみ — 防護管(PF-S管(一重管)φ28、φ14) — 空き管(PV管φ26)

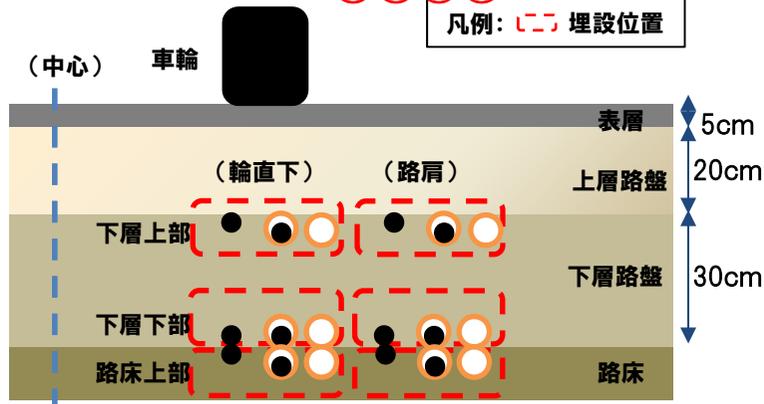


※足出し区間(試験区間から測定小屋に伸びる区間)は防護管で保護

《縦断図》 進行方向

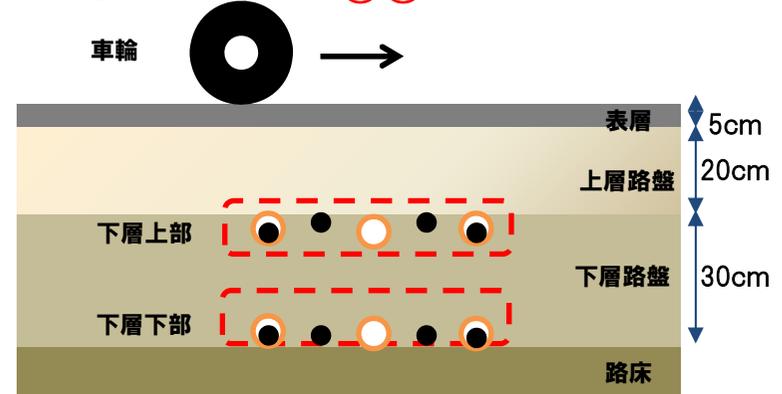
①②⑤⑥

凡例:   埋設位置



《縦断図》 横断方向

③④



## (3) 試験結果

評価パターン				損傷状況 (防護管なし※)	
40SM-WB-N	25cm	進行方向	車輪通過位置	確認中	
			車輪外	確認中	
		横断方向		確認中	
	49cm	進行方向	車輪通過位置	確認中	
			車輪外	確認中	
		横断方向		確認中	
55cm	進行方向	車輪通過位置	X		
		車輪外			
	横断方向				
1SM-IF-DROP-VC	25cm	進行方向		車輪通過位置	確認中
				車輪外	確認中
		横断方向			確認中
	49cm	進行方向	車輪通過位置	X	
			車輪外		
		横断方向			確認中
55cm	進行方向	車輪通過位置	実施		
		車輪外	実施		
	横断方向		X		

## ■ 先行掘り起し箇所の傷の状況(参考)

	傷の大きさ
箇所1	1.06mm
箇所2	1.02mm
箇所3	1.03mm
箇所4	0.85mm
箇所5	1.09mm
箇所6	1.01mm
箇所7	4.55mm
箇所8	6.32mm



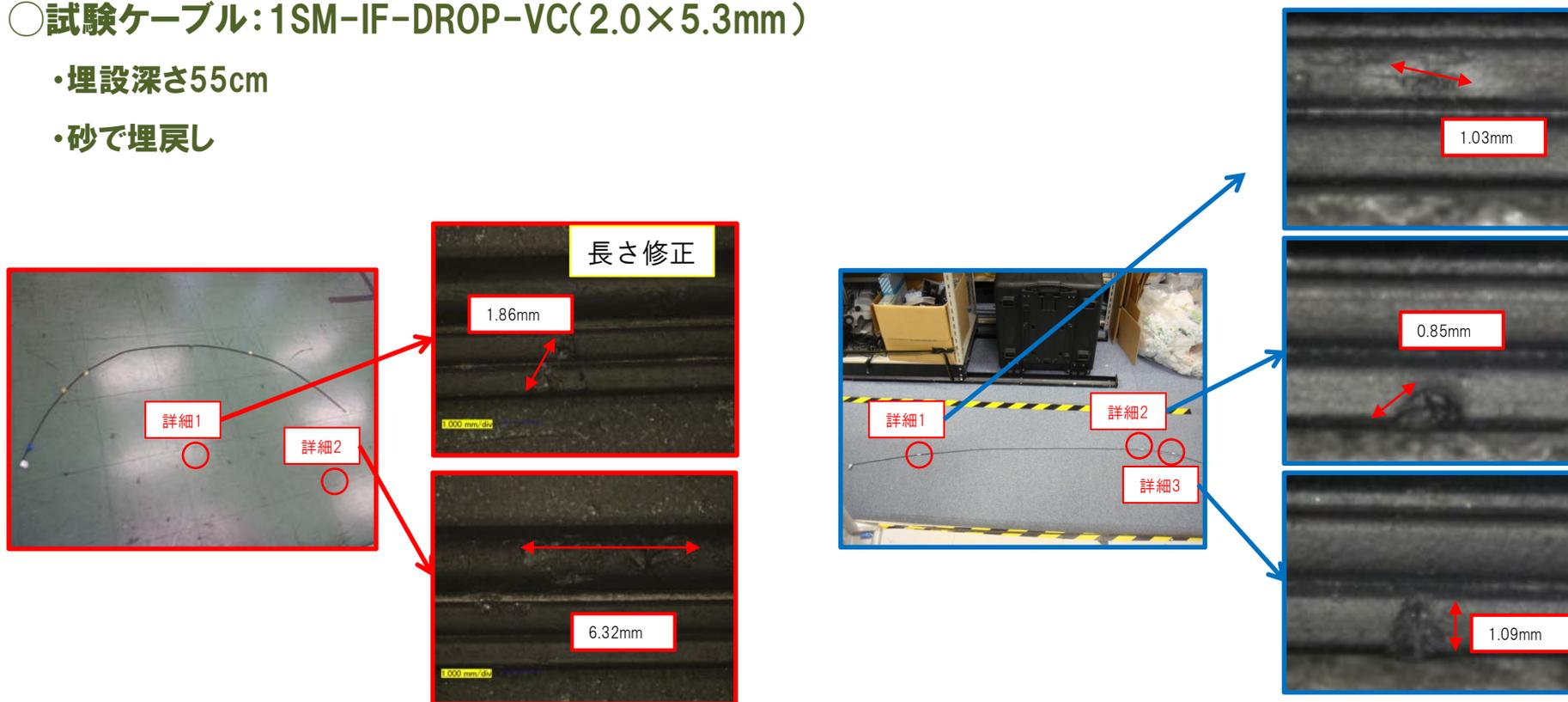
先行掘り起し箇所

※防護管あり箇所は、目視による外傷が見つけれないため、マイクロスコープ検査は未実施

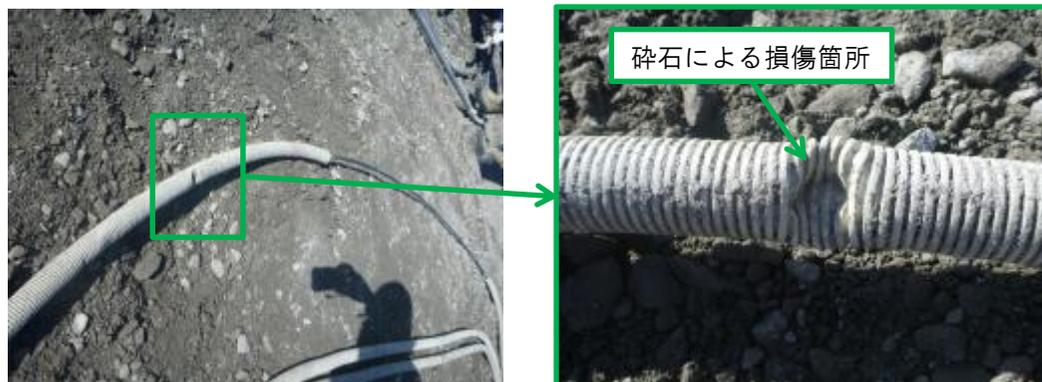
# (参考)先行掘り起し箇所の状況

○試験ケーブル: 1SM-IF-DROP-VC(2.0×5.3mm)

- 埋設深さ55cm
- 砂で埋戻し



保護管により、ケーブルへの直接的な損傷を防げた例

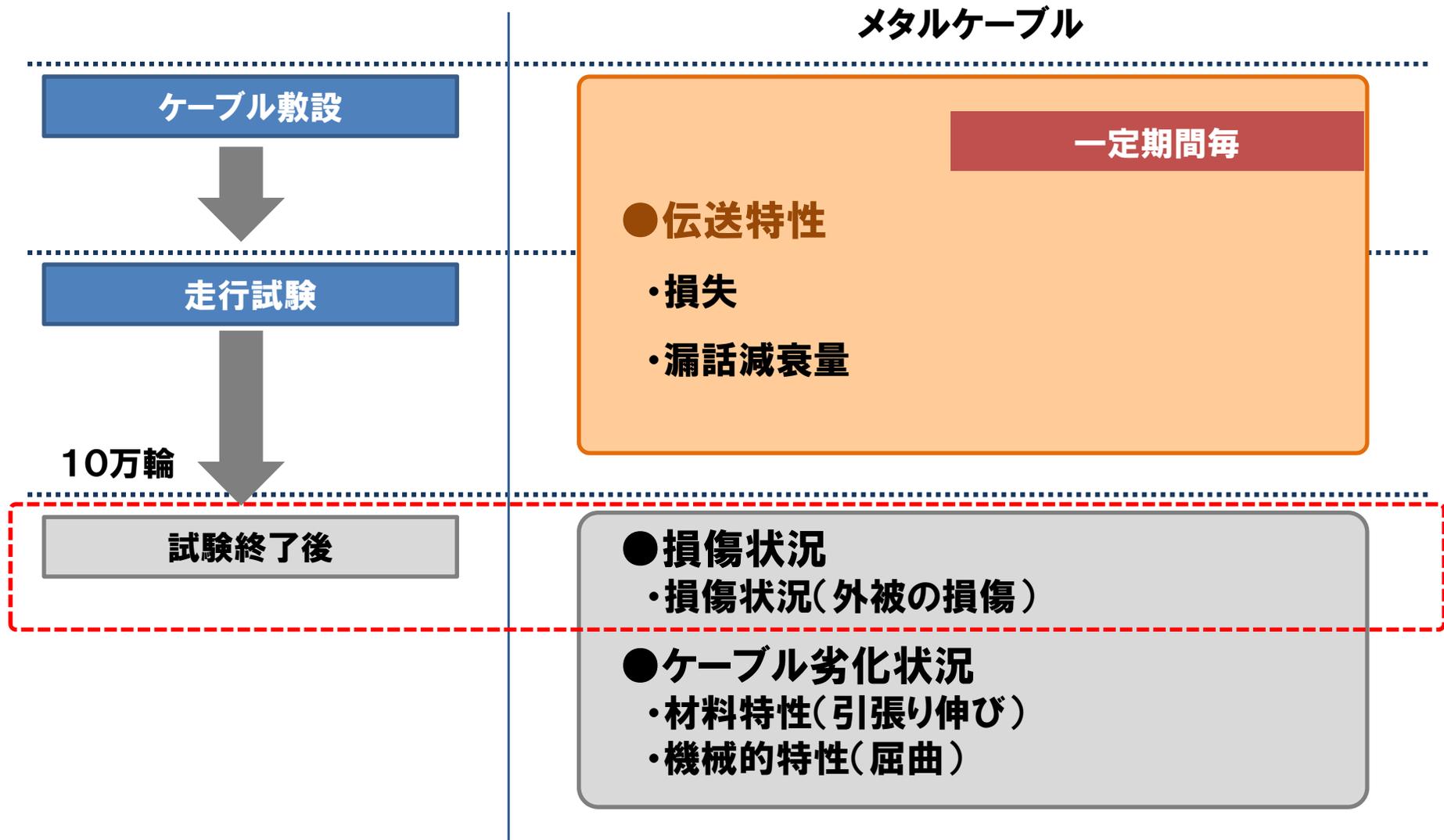


### **3. 通信線(メタルケーブル)への影響**

---

<b>(1)試験項目</b>	<b>.....</b>	<b>23</b>
<b>(2)試験ケーブルの配置</b>	<b>.....</b>	<b>25</b>
<b>(3)試験結果</b>	<b>.....</b>	<b>26</b>

# (1) 試験項目

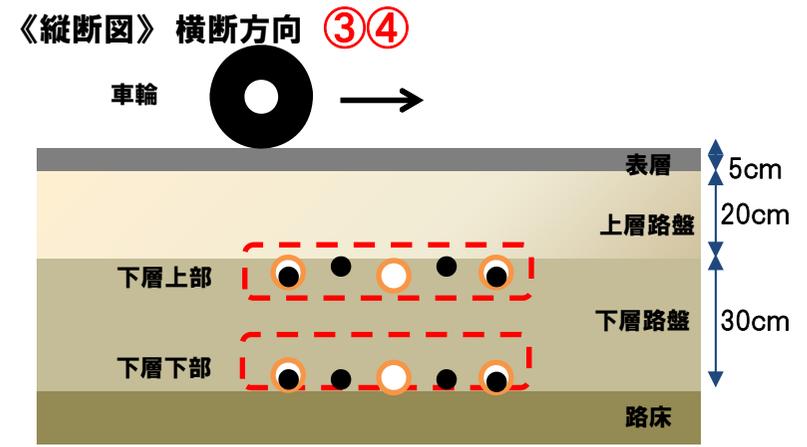
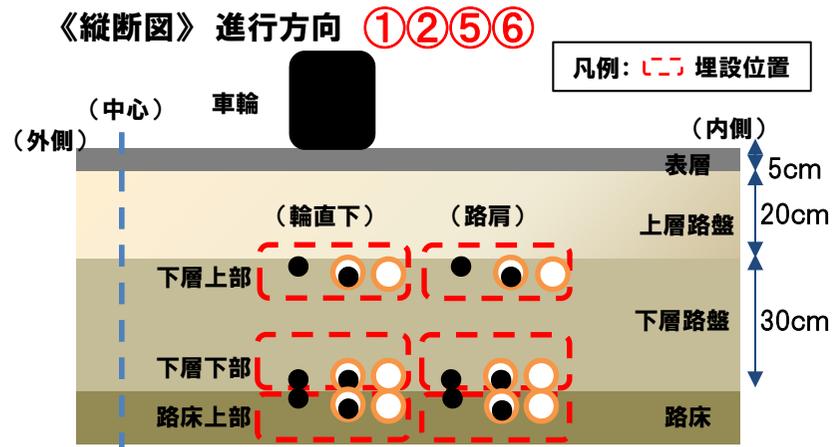
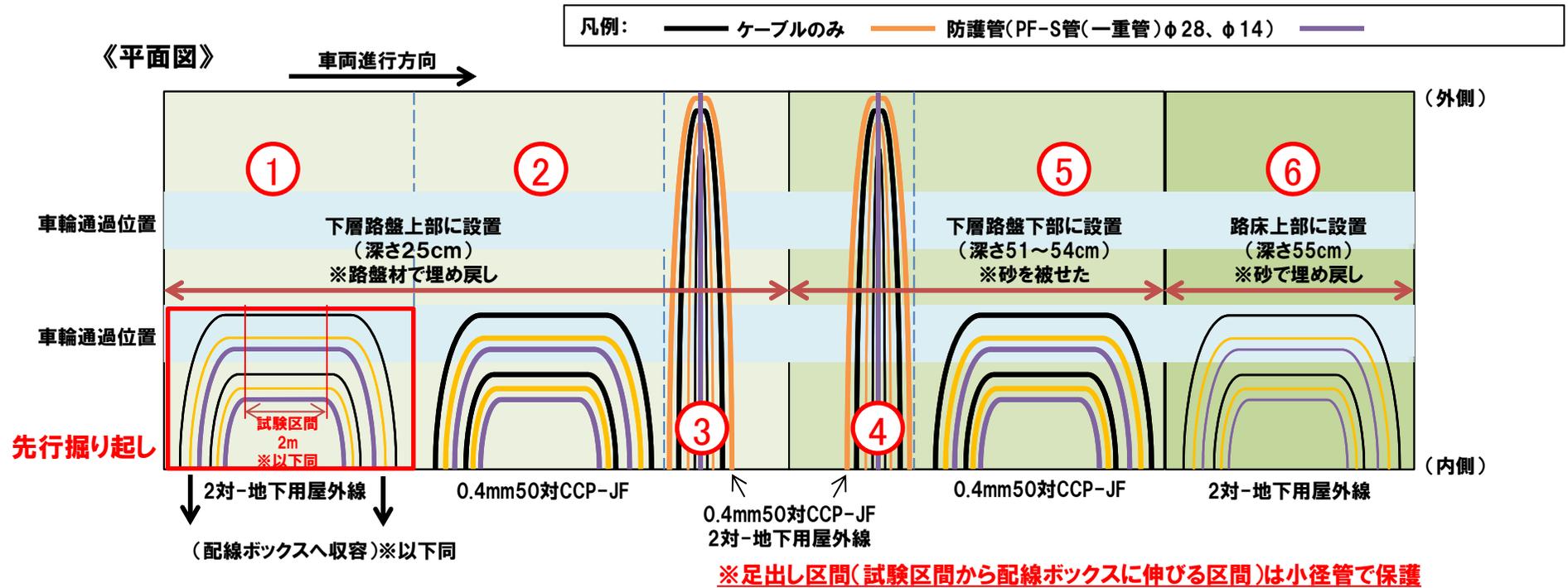


## (1) 試験項目

試験対象	試験項目	要件	基準値
<p>0.4mm50対CCP-JF (15.5mm)</p> <p>2対-地下用屋外線 (5.5mm)</p> <p>○ケーブルのみ (先行掘り起し箇所): 路面から25cm 車輪走行位置 長さ2m</p> <p>○防護管※1あり (先行掘り起し箇所): 路面から25cm 車輪走行位置 長さ2m</p>	<p>損傷状況(外被の損傷)</p>	<p>・デジタルマイクロスコープによる外傷長の計測(手に引っかかる程度の傷の長さ測定)</p>	<p>・目視による傷の有無</p>

※1 防護管:PF-S管(一重管)(φ28、φ14)

## (2) 試験ケーブルの配置



# (3) 試験結果

評価パターン				損傷状況 (防護管なし※)
0.4mm50対CCP-JF	25cm	進行方向	車輪通過位置	確認中
			車輪外	確認中
		横断方向		確認中
	49cm	進行方向	車輪通過位置	確認中
			車輪外	確認中
		横断方向		確認中
	55cm	進行方向	車輪通過位置	X
			車輪外	
横断方向				
2対-地下用屋外線	25cm	進行方向	車輪通過位置	実施
			車輪外	実施
		横断方向		確認中
	49cm	進行方向	車輪通過位置	X
			車輪外	
		横断方向		
	55cm	進行方向	車輪通過位置	確認中
			車輪外	確認中
横断方向		X		

先行掘り起し箇所

## ■ 先行掘り起し箇所の傷の状況

	傷の数
車輪通過位置	18箇所
車輪外	10箇所

## ■ サンプルの傷状況 ※傷は最大でも4mm弱 (車輪通過位置)

位置	形状	大きさ
6cm	ざらつき	1.5mm
58cm	くぼみ	1.6mm
62cm	ざらつき	3.0mm
90cm	くぼみ・傷	2.7mm
120cm	傷	2.0mm
168cm	くぼみ	3.6mm
190cm	くぼみ	2.2mm

## (車輪外)

位置	形状	大きさ
28cm	くぼみ	1.6mm
40cm	ざらつき	3.7mm
50cm	盛り上り	3.7mm
110cm	傷	3.0mm
140cm	ざらつき	4.3mm

※防護管あり箇所は、目視による外傷が見つけられないため、マイクロスコープ検査は未実施

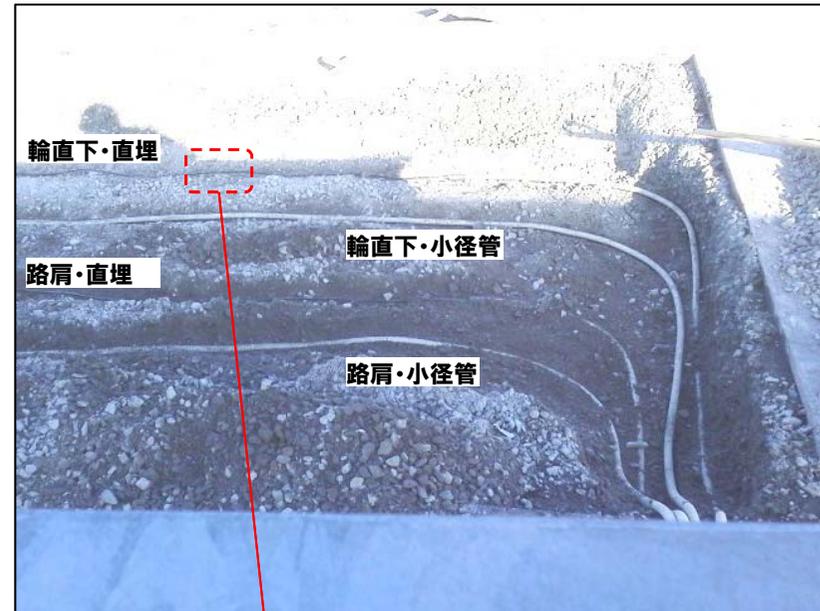
# (参考)先行掘り起し箇所の状況

《掘削作業の状況》



ケーブル埋設箇所の掘削については、ケーブル埋設の5cm近傍まで重機で掘削しケーブルの掘り起こしは手堀で実施

《掘り起し後のケーブル》 地下用屋外線・25cm・進行方向



「深さ25cm・輪直下・直埋」の屋外線について大きな傷を確認(心線露出無し) ※詳細を分析中

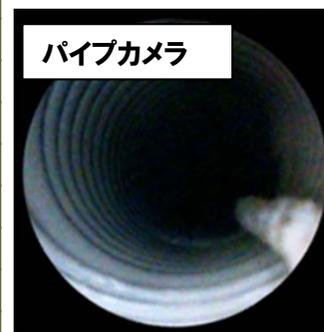
# (参考)通信管(PF-S管)の通過性検証結果

## ■試験内容

試験対象	試験項目	要件	基準値
<b>通信管(PF-S管)</b> (φ28、φ14)  ○路面から25cm、49cm、55cm	<b>通過試験</b>	・走行前、3万輪時、6.5万輪時、走行試験終了後(10万輪時)に実施	・供試球の通過を確認

## ■試験結果

評価パターン		試験結果	
PF-S管 (φ14)	25cm	進行方向(車輪通過位置/車輪外)	○通過を確認
		横断方向	○通過を確認
	49cm	進行方向(車輪通過位置/車輪外)	H=55ゾーンで代用
		横断方向	○通過を確認
	55cm	進行方向(車輪通過位置/車輪外)	○通過を確認
		横断方向	H=49ゾーンで代用
PF-S管 (φ28)	25cm	進行方向(車輪通過位置/車輪外)	○通過を確認
		横断方向	○通過を確認
	49cm	進行方向(車輪通過位置/車輪外)	○通過を確認
		横断方向	○通過を確認
	55cm	進行方向(車輪通過位置/車輪外)	H=49ゾーンで代用
		横断方向	H=49ゾーンで代用
[参考] (PV管 φ25)	25cm	進行方向(車輪通過位置/車輪外)	○通過を確認
		横断方向	○通過を確認
	49cm	進行方向(車輪通過位置/車輪外)	○通過を確認
		横断方向	○通過を確認
	55cm	進行方向(車輪通過位置/車輪外)	○通過を確認
		横断方向	H=49ゾーンで代用

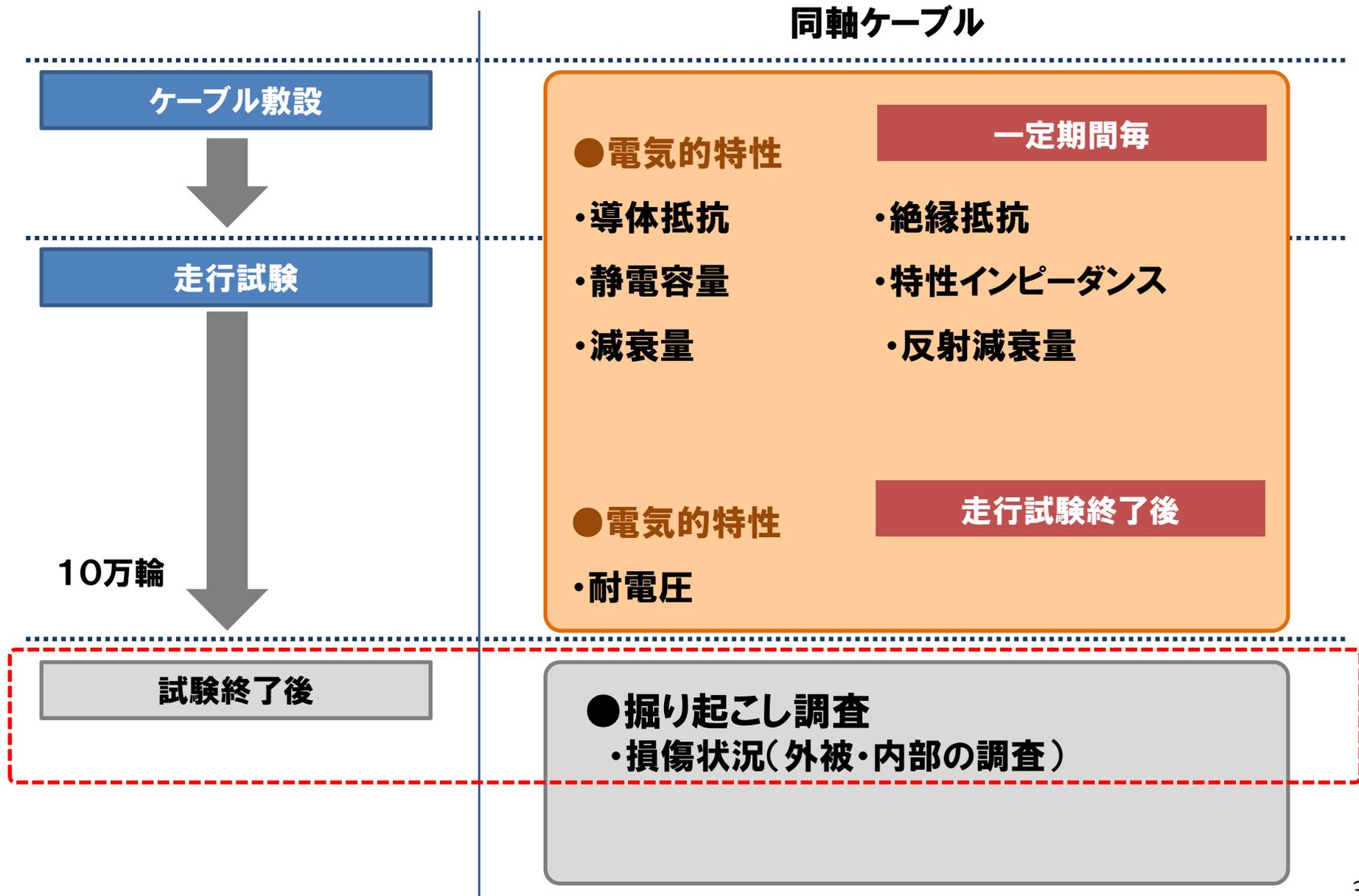


## 4. 通信線(同軸ケーブル)への影響

---

(1)試験項目 .....	30
(2)試験ケーブルの配置 .....	32
(3)試験結果 .....	33

## (1) 試験項目



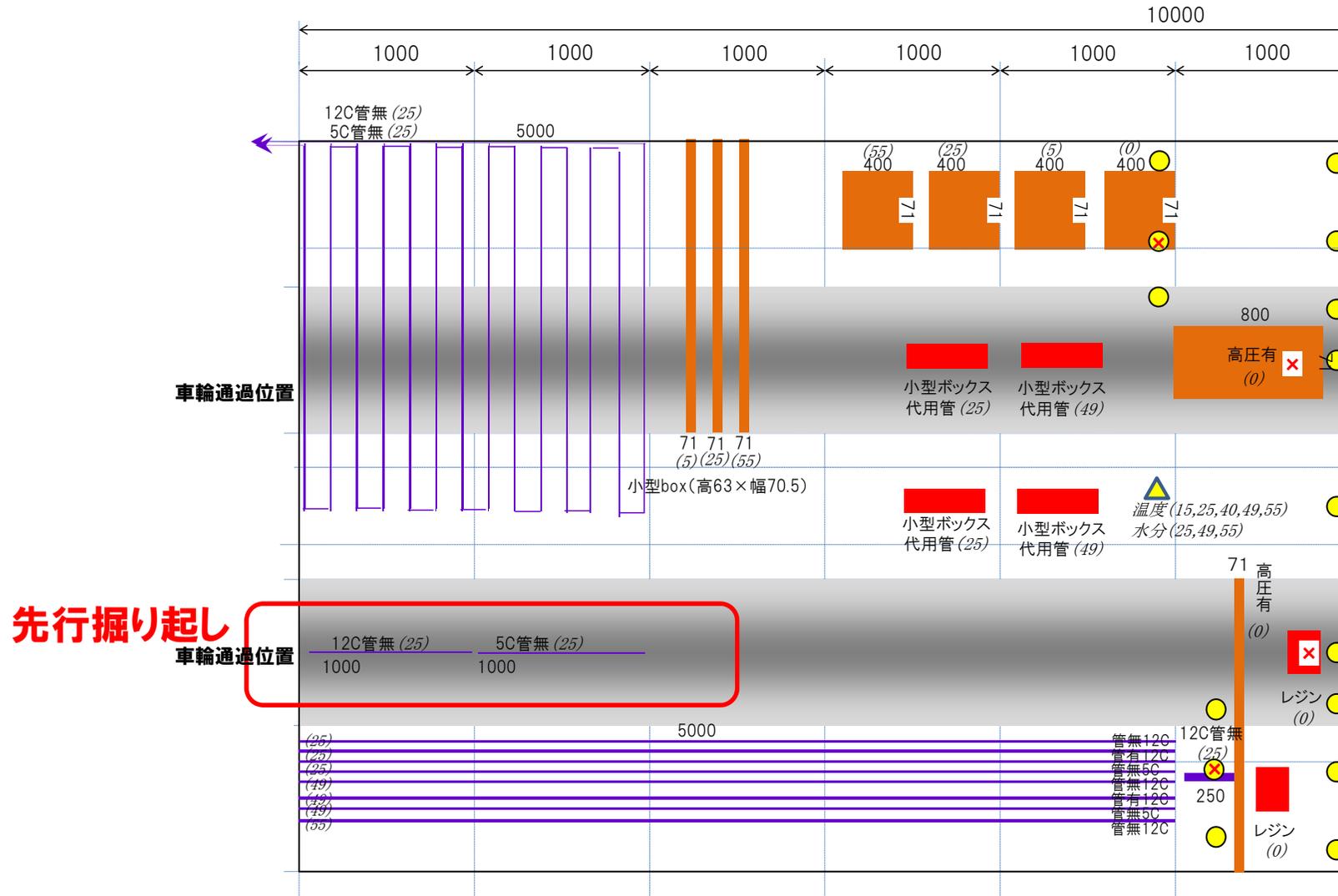
## (1) 試験項目

試験対象	試験項目	要件	基準値
<p>12C(16mm)</p> <p>5C(8mm)</p> <p>○ケーブルのみ (先行掘り起し箇所): 路面から25cm 車輪走行位置 長さ10m</p> <p>○防護管※1あり (先行掘り起し箇所): 路面から25cm 車輪走行位置 長さ10m</p>	<p>損傷状況</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・輪直下25cmの深さに進行方向に埋設した2種類のケーブル(それぞれ10m)について、目視及び触診により外傷を確認</li> <li>・外被への大きな損傷に絞り確認</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・目視及び触診による傷の有無</li> <li>・外部導体の損傷の有無</li> </ul>

※1 防護管:波付硬質ポリエチレン管(φ30)

## (2) 試験ケーブルの配置

- ・ 先行掘り起しの対象ケーブルは、車輪通過位置の2本のケーブルとする。



▲試験ケーブルの配置

## (3) 試験結果

- ・ 走行試験路に埋設したケーブルの一部を掘り起し、先行して確認を行った。
- ・ 確認の結果、外被及び内部構造となる外部導体に、損傷・変形が確認された。

### ■ 12C

No.	始点からの距離 (cm)	外部状態	シース径 (標準:15.3mm)	内部状態	外部導体径 (標準:12.7mm)
1	220	上下面に損傷有り	14.2 (-7.2%)	アルミパイプに損傷有り	12.5 (-1.6%)
2	440	下面に損傷有り	14.7 (-3.9%)	アルミパイプに損傷有り	12.2 (-3.9%)
3	640	下面に損傷有り	14.9 (-2.6%)	アルミパイプに損傷有り	12.1 (-4.7%)

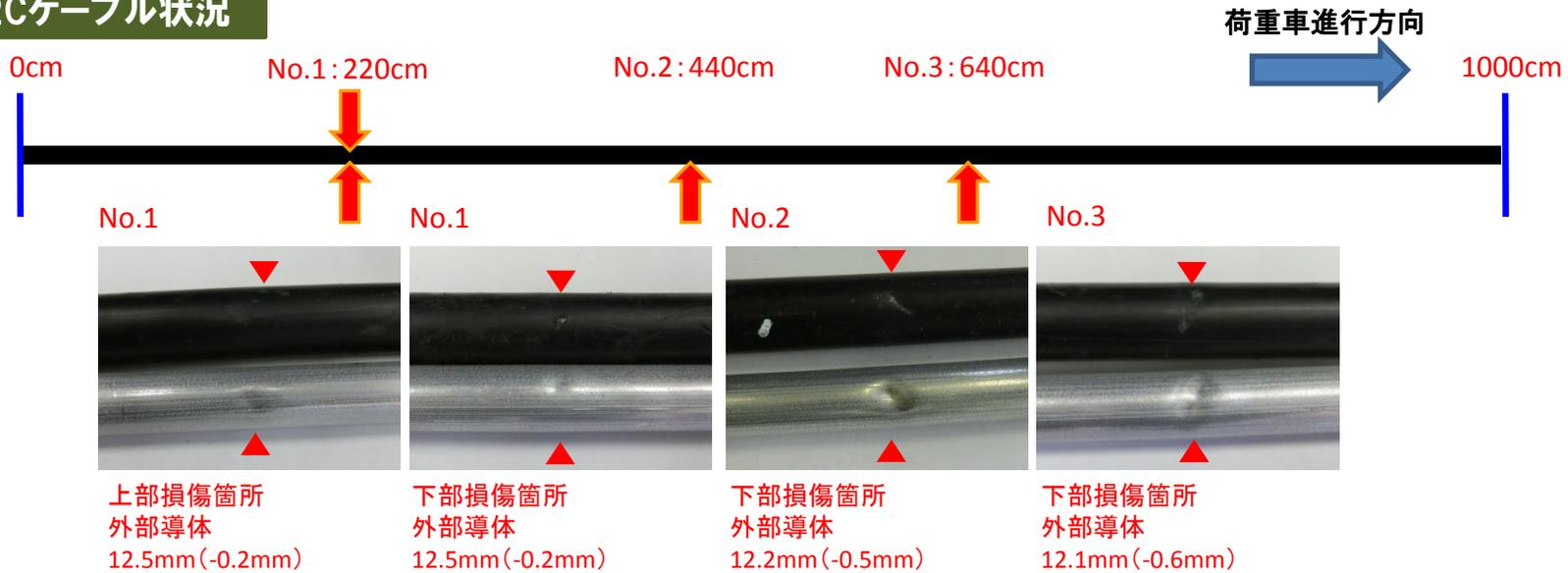
### ■ 5C

No.	始点からの距離 (cm)	外部状態	シース径 (標準:7.7mm)
4	183	上下面に損傷有り	7.2 (-6.5%)
5	375	下面に損傷有り	7.3 (-5.2%)
6	676	下面に損傷有り	7.3 (-5.2%)
7	824	下面に損傷有り	7.6 (-1.3%)

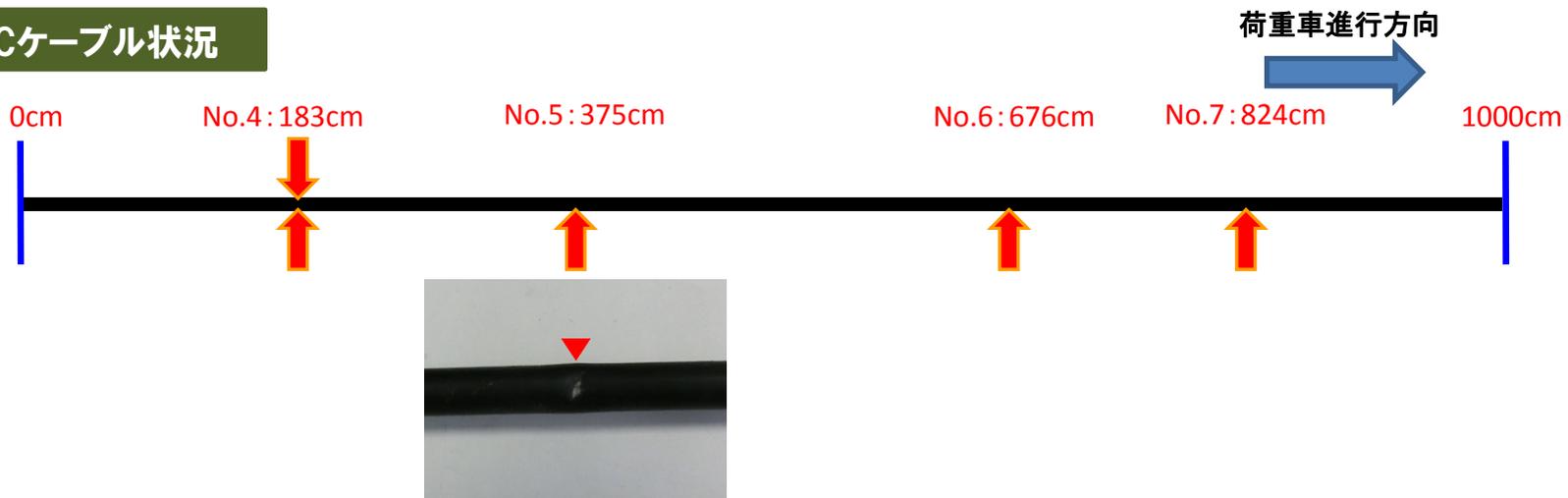
- ・ 検証は、外被に対する大きな損傷に絞り実施した
- ・ ケーブル全般に渡り、細かい傷が散見された
- ・ No.3の事例では、外被と内部構造の損傷が反比例しているが、外被のポリエチレンの反発力が働いたためと推定される

# (参考)先行掘り起し箇所の状況

## 12Cケーブル状況



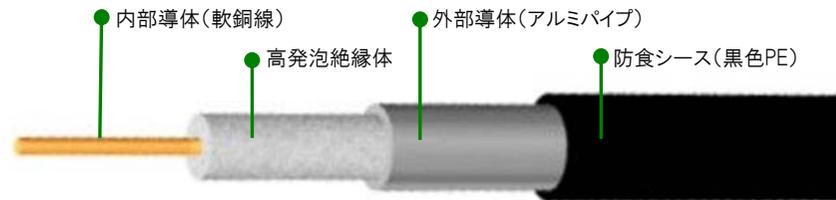
## 5Cケーブル状況



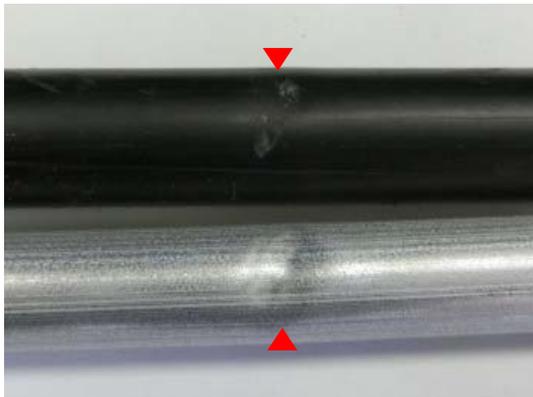
## (参考)外部導体に損傷のあるケーブルの経年劣化

- 外部導体に損傷のあるケーブルを経年的に使用する事により、温度変化に伴う伸縮がアルミの金属疲労に繋がり、最も深刻な事例では損傷箇所にてケーブルの破断などを引き起こす可能性が生じる。

### <12Cパイプケーブル構造>



### <実証試験のサンプル>



### <経年劣化の例>



※ケーブルの損傷状況、損傷後の外圧の状況等により、促進劣化の進行度合いは異なる。

※損傷による外部導体の変形が進行する事により、ケーブル破断まで至らない事例でも通信性能に支障を来す可能性が生じる。

# 電力線と通信線の離隔距離確認試験の結果

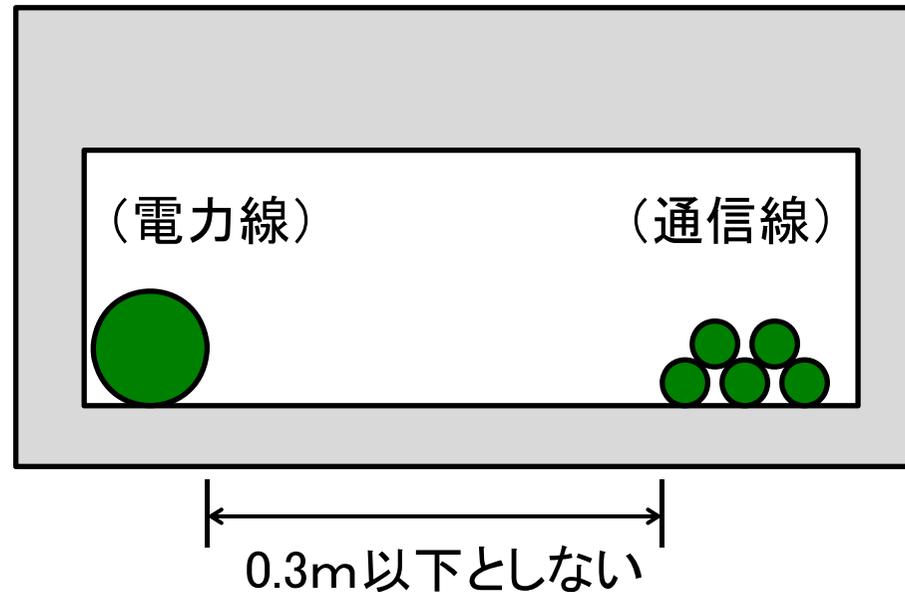
---

1. 現行の基準と離隔距離 .....	1
2. 試験概要 .....	2
3. 試験対象ケーブル .....	3
4. 試験項目 .....	4
5. 誘導電圧・減衰量の検証試験 .....	5
6. テレビ信号の映像品質の検証試験 ...	6
7. 通信線(光ケーブル)への影響 .....	7
8. 通信線(メタルケーブル)への影響 ...	10
9. 通信線(同軸ケーブル)への影響 ...	13

平成27年2月18日

# 1. 現行の基準と離隔距離

- ・ 現行の基準では電力ケーブルと通信ケーブルとを密着することは認められていない。



地中の電力線(低圧)と通信線の離隔距離	
<b>総務省基準</b> 有線電気通信設備令	0.3m以下としない※
<b>経済産業省基準</b> 電気設備に関する技術基準の解釈	0.3m以上※

※一定の条件下で他の設置者の承諾を得た場合はこの限りではない

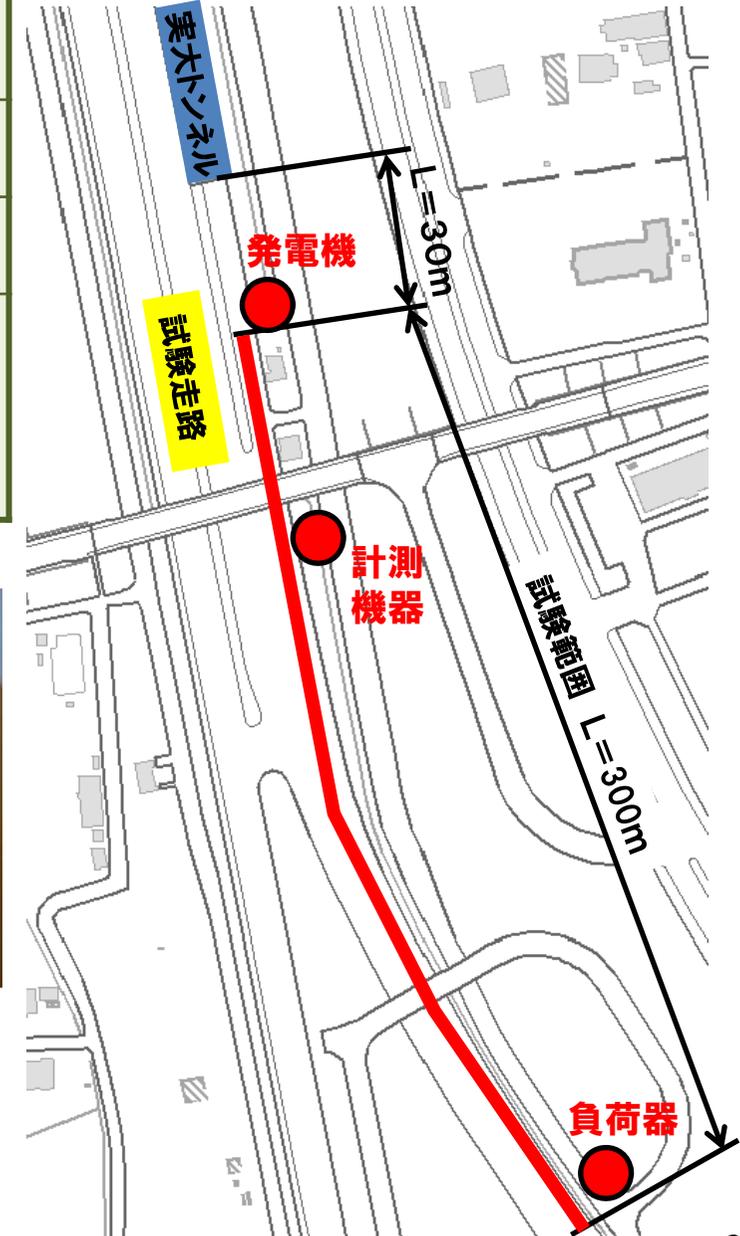
## 2. 試験概要

<b>試験目的</b>	低圧電線の通電による影響が通信線の通信機能に影響しない離隔距離の確認
<b>試験場所</b>	国土技術政策総合研究所 試験走路(茨城県つくば市)
<b>実施時期</b>	平成26年11月25～28日
<b>試験内容</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>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</li> <li>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</li> </ul>

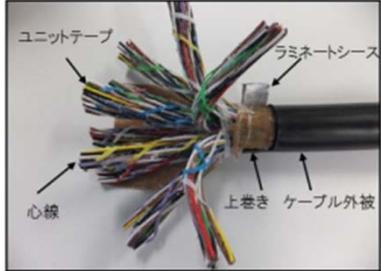
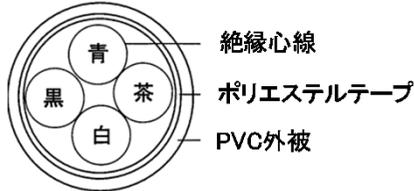
### ■ ケーブルの配置状況



### ■ 試験場所



### 3. 対象ケーブル

分類	ケーブルの種類	概要	写真
通信線(光ケーブル)	40SM-WB-N(12mm)	分配線	
通信線(メタルケーブル)	0.4mm50対CCP-JF(15.5mm)	分配線	
	2対-地下用屋外線(5.5mm)	引込線	<p>2対</p>  <p>外径5.5mm</p>
通信線(同軸ケーブル)	12C(16mm)	同軸ケーブル	

# 4. 試験項目

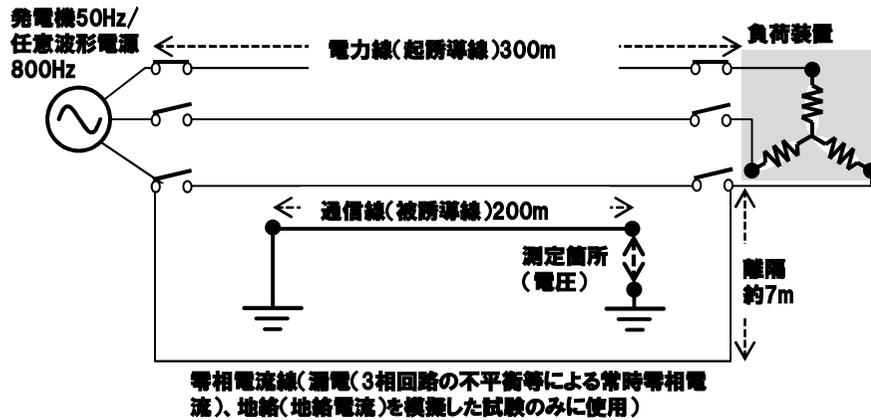
		誘導電圧			減衰量	テレビ信号の映像品質
		常時誘導縦電圧	異常時誘導危険電圧	常時誘導雑音電圧		
通信線	光ケーブル	実施	実施			
	メタルケーブル	実施	実施	実施		
	同軸ケーブル	実施			実施	<b>実施</b> 【試験項目】 ・端子レベル ・ビットエラー率 ・変調エラー率

# 5. 誘導電圧・減衰量の検証試験

## 通信線(光・メタル)

- ・ 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)を模擬した系と、通常負荷状態(零相電流線無し)での系で、通信線(3種類)に誘起される電圧を測定。

### <試験構成概要図>



### <使用機材等>

- ・ 誘導電圧の測定にはオシロスコープ(YOKOGAWA DL9040)とハイインピーダンスプローブを使用。



## 通信線(同軸)

- ・ 負荷電流の変化に伴い誘起される電圧及び減衰量を測定し、影響について検証。

### <試験構成概要図>

【実験番号1・2・3】通信線(同軸ケーブル(12C))、隔離材(小径管)有り、離隔距離0cm



【実験番号4・5・6】通信線(同軸ケーブル(12C))、隔離材(小径管)無し、離隔距離0cm



### <使用機材等>

測定項目	測定機器	メーカー	型番
誘導電圧	交流電圧計	エヌエフ回路設計ブロック	M2177 
減衰量	ネットワークアナライザ	キーサイト・テクノロジー・インク	E5062A 

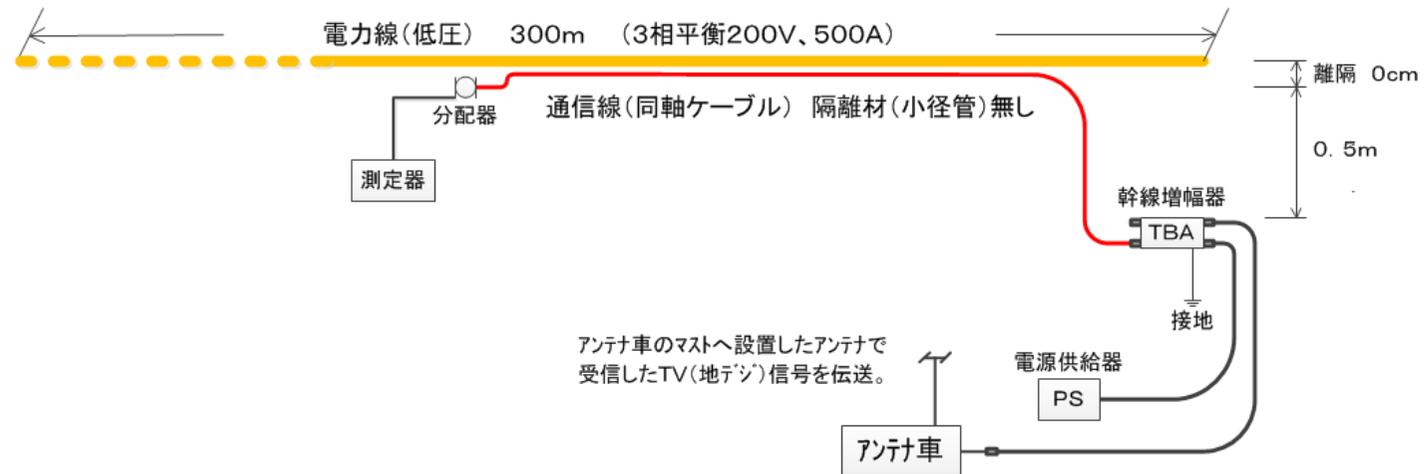
# 6. テレビ信号の映像品質の検証試験

## 通信線(同軸)

- 電力線(低圧)に並行して通信線(同軸ケーブル)を敷設した状態において、端子レベルを確認するとともに、アンテナで受信したテレビ信号の映像品質基準であるビットエラー率(BER)、変調エラー率(MER)を測定し、影響について検証。

### <試験構成概要図>

・【実験番号7】 CATV機器有り、隔離材(小径管)無し、離隔距離0cm



### <使用機材等>

測定項目	測定機器	メーカー	型番
端子レベル	レベルチェッカー	VeEX	CX350 
ビットエラー率(BER)	レベルチェッカー	VeEX	
変調エラー率(MER)	レベルチェッカー	VeEX	

## **7. 通信線(光ケーブル)への影響**

---

**(1)試験項目** ..... 8

**(2)試験結果** ..... 9

# (1)試験項目

## ■試験項目

項目	内容
通信ケーブル種別	40SM-WB-N(12mm)
電力線の状態	(1)通常負荷状態(3相平衡200V 50Hz 500A) (2)漏電(3相回路の不均衡等による常時零相電流)、地絡(地絡電流)を模擬(单相200V 50Hz 30A)
通信ケーブルと電力線の離隔	(1) 0cm (2) 10cm (3) 30cm
測定項目	誘導電圧 (1)通常負荷状態(3相平衡200V50Hz 500A)→常時誘導縦電圧 (2)漏電(3相回路の不均衡等による常時零相電流)、地絡(地絡電流)を模擬(单相200V50Hz 30A) →常時誘導縦電圧、異常時誘導危険電圧※1

※1 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

※2 40SM-WB-Nについては、心線が無誘導であることから雑音等は発生しないため、異常時誘導危険電圧のみ測定

## ■規格・判断基準

計測項目		電力線の状態	確認内容	規格・判断基準
誘導電圧	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
	常時誘導縦電圧 異常時誘導危険電圧※1	漏電(3相回路の不均衡等による常時零相電流)、地絡 (地絡電流)を模擬 (单相200V50Hz 30A)		常時:15V以内 異常時:300V以内

※1 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

## (2) 試験結果

### ■ 常時誘導縦電圧

ケーブル名	離隔0cm (防護管※1無)	離隔0cm (防護管※1有)	離隔10cm	離隔30cm	適用距離※2
40SM-WB-N (12mm)	○ (許容値15V内)	離隔0cmの結果を受け省略	離隔0cmの結果を受け省略	離隔0cmの結果を受け省略	200m

※1 防護管:PF-S管(一重管)(φ28、φ14)

※2 適用範囲:通信線と電力線の平行距離

### ■ 常時誘導縦電圧 / 異常時誘導危険電圧

ケーブル名	離隔0cm (防護管※1無)	離隔0cm (防護管※1有)	離隔10cm	離隔30cm	適用距離※2
40SM-WB-N (12mm)	○ (許容値15V内)	離隔0cmの結果を受け省略	離隔0cmの結果を受け省略	離隔0cmの結果を受け省略	200m

※1 防護管:PF-S管(一重管)(φ28、φ14)

※2 適用範囲:通信線と電力線の平行距離

## **8. 通信線(メタルケーブル)への影響**

---

<b>(1)試験項目</b>	.....	<b>11</b>
<b>(2)試験結果</b>	.....	<b>12</b>

# (1) 試験項目

## ■ 試験項目

項目	内容
通信ケーブル種別	0.4mm50対CCP-JF(15.5mm)、2対-地下用屋外線(5.5mm)
電力線の状態	(1)通常負荷状態(3相平衡200V 50Hz 500A) (2)漏電(3相回路の不均衡等による常時零相電流)、地絡(地絡電流)を模擬(単相200V 50Hz 30A) (3)高調波電流を模擬(単相200V 800Hz 6A)
通信ケーブルと電力線の離隔	(1) 0cm (2) 10cm (3) 30cm
測定項目	誘導電圧 (1)通常負荷状態(3相平衡200V50Hz 500A)→常時誘導縦電圧 (2)漏電(3相回路の不均衡等による常時零相電流)、地絡(地絡電流)を模擬(単相200V50Hz 30A) →常時誘導縦電圧、異常時誘導危険電圧※1 (3)高調波電流を模擬(単相200V800Hz 6A)※2→常時誘導雑音電圧

## ■ 規格・判断基準

計測項目	電力線の状態	確認内容	規格・判断基準
誘導電圧	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
	漏電(3相回路の不均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
	高調波電流を模擬 (単相200V800Hz 6A)※2		0.5mV以内

※1 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

※2 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(6Aは各相に重畳される高調波成分を模擬したもので、実際には各相からの合成により相殺される分が多く、高調波による影響は小さくなる)

## (2) 試験結果

### ■ 常時誘導縦電圧

ケーブル名	離隔0cm (防護管無)	離隔0cm (防護管有)	離隔10cm	離隔30cm	適用距離※
0.4mm50対CCP-JF (15.5mm)	○ (許容値15V内)	離隔0cmの結果 を受け省略	離隔0cmの結果 を受け省略	離隔0cmの結果 を受け省略	200m
2対-地下用屋外線 (5.5mm)	○ (許容値15V内)	○ (許容値15V内)	離隔0cmの結果 を受け省略	離隔0cmの結果 を受け省略	200m

### ■ 常時誘導縦電圧 / 異常時誘導危険電圧

ケーブル名	離隔0cm (防護管無)	離隔0cm (防護管有)	離隔10cm	離隔30cm	適用距離※
0.4mm50対CCP-JF (15.5mm)	○ (許容値15V内)	離隔0cmの結果 を受け省略	離隔0cmの結果 を受け省略	離隔0cmの結果 を受け省略	200m
2対-地下用屋外線 (5.5mm)	○ (許容値15V内)	○ (許容値15V内)	離隔0cmの結果 を受け省略	離隔0cmの結果 を受け省略	200m

### ■ 常時誘導雑音電圧

ケーブル名	離隔0cm (防護管無)	離隔0cm (防護管有)	離隔10cm	離隔30cm	適用距離※
0.4mm50対CCP-JF (15.5mm)	○ (許容値0.5mV内)	○ (許容値0.5mV内)	離隔0cmの結果 を受け省略	離隔0cmの結果 を受け省略	200m
2対-地下用屋外線 (5.5mm)	△ (許容値0.5mV以上)	△ (許容値0.5mV以上)	離隔0、30cmの 結果を受け省略	△ (許容値0.5mV以上)	150m

※適用範囲：通信線と電力線の平行距離

## 9. 通信線(同軸ケーブル)への影響

---

- (1)誘導電圧・減衰量の検証試験項目 …… 14
- (2)誘導電圧・減衰量の検証試験結果 …… 15
- (3)テレビ信号の映像品質の検証試験項目 … 16
- (4)テレビ信号の映像品質の検証試験結果 … 17

# (1)誘導電圧・減衰量の検証試験項目

## ■試験項目

項目	内容	
通信ケーブル種別	同軸ケーブル(12C)	
電力線(低圧)の状態	実験番号1・4	3相平衡200V 50Hz 0A
	実験番号2・5	3相平衡200V 50Hz 300A
	実験番号3・6	3相平衡200V 50Hz 500A
電力線(低圧)との離隔	実験番号1~6	0cm
測定項目	誘導電圧及び減衰量の測定	
	実験番号1・2・3	防護管(隔離材)有
	実験番号4・5・6	防護管(隔離材)無

## ■規格・判断基準

項目	規格	判断基準
誘導電圧	15V	制限値を超えない事を検証 (測定値が定められた最大値以内であり、サービスに支障を来さない事)
減衰量	周波数帯域毎に定める最大値	

## (2)誘導電圧・減衰量の検証試験結果

### ■常時誘導電圧

- ・ 実験を行った6ケース全てにおいて、最大測定値が制限値:15Vを下回る。

測定条件					判定	測定結果					
実験 番号	離隔距離	同軸 ケーブル	電力線の状態	電流		縦電圧(V)			横電圧(mV)		備考
						接地端子～外部導体間		制限値	外部誘導体～内部誘導体間		
						最少値	最大値		最少値	最大値	
1	0cm (防護管有)	12C	通常負荷	200V0A	○	制限値内	制限値内	15V以内	規定値内	規定値内	減衰量と 総合して判断
2				200V300A	○	制限値内	制限値内		規定値内	規定値内	
3				200V500A	○	制限値内	制限値内		規定値内	規定値内	
4	0cm (防護管無)	12C	通常負荷	200V0A	○	制限値内	制限値内	15V以内	規定値内	規定値内	
5				200V300A	○	制限値内	制限値内		規定値内	規定値内	
6				200V500A	○	制限値内	制限値内		規定値内	規定値内	

※離隔0cmの結果を受け、離隔10・30cmについては省略

### ■減衰量

- ・ 実験を行った6ケース全てにおいて、測定値が各周波数帯域で定める最大値を下回る。

測定条件					判定	測定結果				
実験 番号	離隔距離	同軸 ケーブル	電力線の状態	電流		減衰量(dB/km・20°C換算)				
						90MHz	200MHz	220MHz	470MHz	770MHz
1	0cm (防護管有)	12C	通常負荷	200V0A	○	規定値内	規定値内	規定値内	規定値内	規定値内
2				200V300A	○	規定値内	規定値内	規定値内	規定値内	規定値内
3				200V500A	○	規定値内	規定値内	規定値内	規定値内	規定値内
4	0cm (防護管無)	12C	通常負荷	200V0A	○	規定値内	規定値内	規定値内	規定値内	規定値内
5				200V300A	○	規定値内	規定値内	規定値内	規定値内	規定値内
6				200V500A	○	規定値内	規定値内	規定値内	規定値内	規定値内
					標準値	22.0	34.0	35.0	53.0	69.0
					最大値	≦24.2	≦37.4	≦38.5	≦58.3	≦75.9

※離隔0cmの結果を受け、離隔10・30cmについては省略

## (3) テレビ信号の映像品質の検証試験項目

### ■試験項目

項目	内容	
通信ケーブル種別	同軸ケーブル(12C)	
電力線の状態	実験番号7	3相平衡200V 50Hz 500A
電力線との離隔	実験番号7	0cm
測定項目	端子信号レベル、ビットエラー率(BER)、変調エラー率(MER)の測定	
	実験番号7	防護管(離隔材)無

### ■規格・判断基準

項目	規格	判断基準
端子レベル	57~81dB $\mu$ V	(一社)日本CATV技術協会推奨値の範囲内であること
ビットエラー率(BER)	1.0E-5以下	テレビのデジタル信号が、ノイズの影響を受けずに正確に受信できたかを信号の誤り率で数値化したもので規格内であること
変調エラー率(MER)	25dB以上	テレビのデジタル伝送信号の品質劣化を総合的に判断するため、変調誤差を示すもので規格内であること

# (4) テレビ信号の映像品質の検証試験結果

- ・ 実験を行った3項目全てにおいて規格値内。

## <測定値>実験7

測定条件					判定	項目	測定値							規格	
実験 番号	離隔距離	ケーブル	電力線の状態	電流			NHK総合	Eテレ	日本テレビ	テレビ朝日	TBS	テレビ東京	フジテレビ		
							UHF27ch	UHF26ch	UHF25ch	UHF24ch	UHF22ch	UHF23ch	UHF21ch		
7	0cm (防護管無)	12C	通常負荷	200V500A	○	端子レベル(dB $\mu$ V)	規格値内	57~81							
					○	BER	規格値内	規格値内	<1.0E-5						
					○	MER(dB)	規格値内	規格値内	>25						

## <参考値>アンテナ直接受信

アンテナより直接受信にて測定	項目	測定値							規格
		NHK総合	Eテレ	日本テレビ	テレビ朝日	TBS	テレビ東京	フジテレビ	
		UHF27ch	UHF26ch	UHF25ch	UHF24ch	UHF22ch	UHF23ch	UHF21ch	
	端子レベル(dB $\mu$ V)	66.0	64.6	65.1	66.6	66.7	66.1	65.8	57~81
	BER	<1.0E-9	<1.0E-5						
	MER(dB)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	>25