令和２年度

# 新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査

# （地中電線路に係る直接埋設式の埋設深さ及び施設等の妥当性調査）

# 報 告 書

令和３年３月

一般社団法人　日本電気協会

# 目　　次

Ⅰ．事業計画 ..... 1
１．事業目的 ..... 1
２．事業の具体的内容 ..... 1
３．事業実施方法 ..... 2
Ⅱ．調査結果 ..... 6
委員会等の開催状況 ..... 6
１．直接埋設式により施設する場合における埋設深さ及び施設方法の妥当性調査 ..... 7
１．１　道路法等各法令規制及び海外における埋設深さの実態調査 ..... 7
１．２　直接埋設式に係る委託事業等の調査並びに埋設深さ及び施設方法の妥当性検討 ..... 12
１．３　解釈案の検討 ..... 19
２．直接埋設式により施設する場合における防護方法の妥当性及び新ケーブルの調査 ..... 21
２．１　直接埋設式における防護方法の妥当性調査 ..... 21
２．２　新素材や新製法など新技術を用いたケーブル調査 ..... 35
参考文献 ..... 41
添付資料 ..... 43

# Ⅰ．事業計画

## １．事業目的

地中電線路は、災害時の電柱倒壊による電力システムの機能喪失を低減し、災害に強い電力システムの構築に資することから、電気保安の観点からも注目が集まっている。

一方、電気事業法において安全に地中電線路を施設するため、電気設備に関する技術基準を定める省令（以下「省令」という。）が要求する性能を満たす具体的な手法については、近年実施された調査研究等を踏まえて示す必要がある。

このため、本事業では近年実施された調査研究等を踏まえて、地中電線路に係る直接埋設式の埋設深さ及び施設等の妥当性について調査する。

## ２．事業の具体的内容

電気設備の技術基準の解釈（以下「解釈」という。）第 120 条第 4 項では地中電線路の直接埋設式における施設について示されている。

しかし、近年のケーブルや道路は過去のものと比べると性能が上がり、その堅牢性や安全性が向上していると想定される。

また、近年実施された経済産業省、国土交通省、総務省における地中埋設式の調査や諸外国における規制のあり方を踏まえて、それらが省令の要求する性能を満たす具体的な手法として反映できるかを調査する必要がある。

よって、直接埋設式により施設する場合における埋設深さ及び施設等の妥当性調査を行う。

具体的には以下の（１）～（２）を行う。

（１）直接埋設式により施設する場合における埋設深さ及び施設方法の妥当性調査

解釈第 120 条第 4 項第一号では「地中電線の埋設深さは、車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがある場所においては 1.2m以上、その他の場所においては 0.6m以上であること。ただし、使用するケーブルの種類、施設条件等を考慮し、これに加わる圧力に耐えるよう施設する場合はこの限りでない。」とあり、埋設深さを規定しているものの、近年のケーブルや道路は過去のものと比べると性能が上がり、その堅牢性や安全性が向上していると想定される。

よって、近年実施された無電柱化に係る直接埋設式に関する調査研究の成果や諸外国における規制のあり方を踏まえて埋設深さの妥当性について調査を実施する。

（２）直接埋設式により施設する場合における防護方法の妥当性及び新ケーブルの調査

解釈第 120 条第 4 項第二号イでは、地中電線を衝撃から防護するため、「堅ろうなトラフその他の防護物に収めること」ロでは、「堅ろうな板又はといで覆うこと」としているが、他の解釈との整合性および、近年の道路等の施工状況等を踏まえ、防護方法の妥当性調査・検討を行う。

また、その他新素材や新製法など新技術を用いたケーブルを調査し、防護の簡素化の可能性について調査を行う。

３．事業実施方法

学識経験者（電気材料等を専攻とする大学教授等）及び産業界等（電気事業者、メーカー等）から選定した委員により構成される委員会を設置して検討を行う。

（委員会・作業会の構成）

・委員会（3 回程度開催）

委員：学識経験者、産業界等から選定した委員 10 名程度

委員会の下に必要な作業会を設ける。

・作業会（4 回程度開催）

委員：学識経験者、産業界等から選定した委員 7 名程度

（１）調査内容を検討する委員会の設置

具体的な委員会等の構成を次のようにする。

ａ．地中電線路に係る直接埋設式の埋設深さ及び施設等の妥当性調査委員会（本委員会）

・学識経験者及び産業界等の専門家で構成する。なお、事務局より 1 名が委員として参加する。

・本事業の調査項目について、作業会の調査・検討結果を踏まえて審議・評価等を行う。

・必要に応じて学識経験者又は産業界等の専門家を追加する。

ｂ．作業会

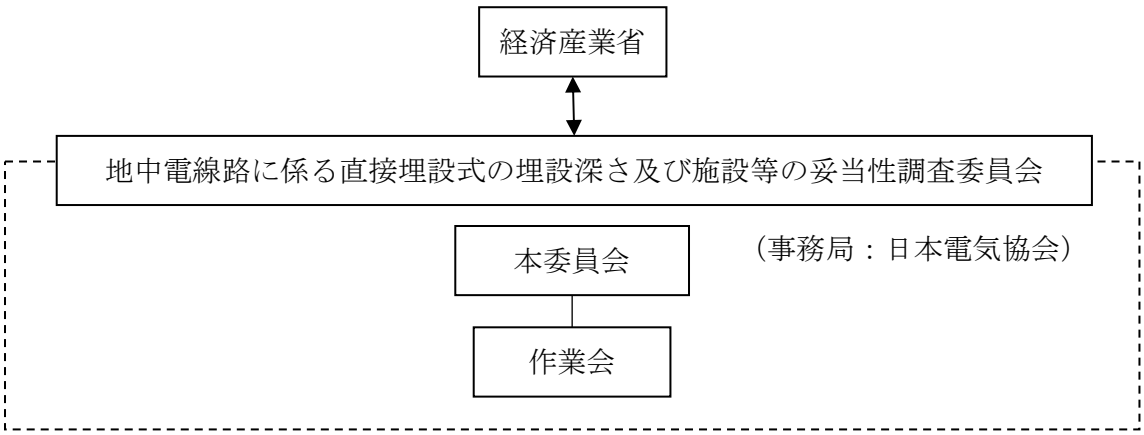
・本事業の調査項目について、具体的な調査・検討を行い、その結果を本委員会に報告、提案する。

・必要に応じて産業界等の専門家を追加する。

ｃ．事務局

・一般社団法人 日本電気協会を事務局とする。

ｄ．検討体制



ｅ．委員名簿

地中電線路に係る直接埋設式の埋設深さ及び施設等の妥当性調査委員会（本委員会）

（敬称略）

| 委員区分 | 氏名 | 所　属 |
|---|---|---|
| 委員長 | 大木　義路 | 早稲田大学 |
| 委員※ | 横山　繁嘉寿 | 一般社団法人 日本電線工業会 |
| 委員※ | 松村　　徹 | 一般社団法人 日本電力ケーブル接続技術協会 |
| 委員 | 東條　秀彦 | 株式会社 フジクラコンポーネンツ |
| 委員※ | 川口　龍一 | 電気事業連合会 |
| 委員※ | 川島　慎也 | 東京電力パワーグリッド株式会社 |
| 委員※ | 西村　寛之 | 中部電力パワーグリッド株式会社 |
| 委員※ | 湧谷　栄之 | 関西電力送配電株式会社 |
| 委員※ | 宮下　康近 | 株式会社 関電工 |
| 委員 | 都筑　秀明 | 一般社団法人 日本電気協会 |
| オブザーバ | 矢吹　祐樹 | 経済産業省　電力安全課 |
| オブザーバ | 野地　亮平 | 経済産業省　電力安全課 |
| オブザーバ | 南　知之 | 国土交通省　道路局環境安全・防災課 |
| オブザーバ | 古沢　健一 | 住友電気工業株式会社 |
| オブザーバ | 小池　洋二 | 一般社団法人 日本電線工業会 |
| オブザーバ | 西本　誠一 | 電気事業連合会 |
| オブザーバ | 木村　紀勝 | 東京電力パワーグリッド株式会社 |
| オブザーバ | 出岡　充 | 中部電力パワーグリッド株式会社 |
| オブザーバ | 石川　貴久 | 関西電力送配電株式会社 |
| オブザーバ | 山口　正史 | 株式会社 関電工 |
| オブザーバ | 内田　みつる | 株式会社 関電工 |
| 事務局 | 千葉　智博 | 一般社団法人 日本電気協会 |
| 事務局 | 洞木　吉博 | 一般社団法人 日本電気協会 |
| 事務局 | 清水　好一 | 一般社団法人 日本電気協会 |

※印が付いている委員は作業会も兼任

（２）調査の進め方

①直接埋設式により施設する場合における埋設深さ及び施設方法の妥当性調査

平成 26 年度直接埋設等におけるケーブル性能試験に係る調査～令和元年度直接埋設による電線地中化工法の実用性等調査までの委託事業及び平成 26 年度電力系統関連設備形成等調査事業（海外における無電柱化に関する調査）調査報告書、無電柱化低コスト手法技術検討委員会等、これまで実施された直接埋設式に係る委託事業等の中から、直接埋設式で施設する場合の低圧ケーブルの埋設深さに関係する知見・検証結果を整理し、再検討することで、埋設深さの妥当性について調査を行う。

ａ．実施事項

（ａ）直接埋設に係る委託事業等の整理・調査

直接埋設式で施設する場合の低圧ケーブルの埋設深さに関係する知見・検証結果を整理し、再検討することで、埋設深さの妥当性を検証する。

また、電気設備に関する技術基準類のうち【地中電線路 直接埋設式の変遷】を整理・確認するとともに、道路法、同法施行令及び同法施行規則、道路における各管類（低圧ケーブル含む）埋設の法令規制についても整理・確認する。

（ｂ）直接埋設式による地中電線の埋設深さ及び施設方法の妥当性検討

調査した結果をもとに、埋設深さの妥当性の検討を行う。なお、検討にあたっては、施工方法（砂巻構造ほか）の条件を踏まえたうえで妥当性を検討・整理する。

（ｃ）解釈案の検討

（ａ）、（ｂ）の検討・整理結果を踏まえ、解釈案を作成する。

②直接埋設式により施設する場合における防護方法の妥当性及び新ケーブルの調査

解釈第 120 条第 4 項第二号は、地中電線を衝撃から防護するための施設について記載されている。解釈第 120 条の解説では「地中電線を道路工事等に伴うつるはし、掘削機械等による衝撃から防護することを期待し、その方法を示した」とあるが、衝撃から防護する方法に関する考え方が、同条の他の埋設方法と合わない個所があるため、直接埋設式における防護方法について調査・検討を行う。

また、近年において、IEC 等で認められている新素材や新製法など新技術を用いたケーブルの調査を実施し、解釈第 120 条第 6 項で示される基準を満足できるか確認し、満足できない場合は導入可否の可能性について検討を行う。

ａ．実施事項

（ａ）地中電線路の施設ごとの防護方法の妥当性の検討

地中電線路を直接埋設式により施設する場合の防護は、車道下（1.2m以上の深さ）の場合「堅ろうなトラフでの防護」、歩道下（0.6m以上の深さ）の場合「堅ろうな板またはとい」を施設することとし、強度は「つるはし、掘削機械等による衝撃から防護することを期待」とされている。

一方、同条第2項の地中電線路を管路式により施設する場合は、防護は不要とされ、管路の強度は「つるはしや掘削機械の刃が直接打ち込まれる不測の事態に対し、管に万全の強度を求めることは、物理的に又は経済的に極めて現実的ではないため、

要求していない」とされている。

第7節「供給支障の防止」として制定されている省令第47条に基づき、解釈第120条では衝撃から防護する方法が規定されているが、埋設方法ごと、防護強度に対する考え方が違う。このため、解釈の成り立ちを調査のうえ、防護方法の妥当性を検証し、管路式と平仄を合わせるよう検討を行う。

（b）新素材や新製法など新技術を用いたケーブルの調査及び適用の可能性調査

解釈第 120 条第 6 項は、第 4 項第二号ハの規定におけるがい装の性能を規定しており、第 7 項は、がい装の仕様について規定している。がい装ケーブルは、第 6 項に示しているとおり公共及び設備保全のために必要な具体的数値により性能を規定しているため、第 7 項に示すがい装の仕様によらずとも、第 6 項に示す性能規定を満たせば、直接埋設式によりがい装を有するケーブルとして施設可能である。

以上を踏まえ、近年において、IEC 等で認められている新素材や新製法など新技術を用いたケーブルの調査を実施し、調査したケーブルが解釈第 120 条第 6 項で示される性能規定を満足できるか確認する。なお、満足できない場合、解釈の見直しによる導入可否の可能性等について検討する。

## Ⅱ．調査結果

委員会等の開催状況

本委員会等は以下の日程により開催した。

本委員会

| | 開催年月日 |
|---|---|
| 第１回 | 令和２年10月14日 |
| 第２回 | 令和３年 2月10日 |
| 第３回 | 令和３年 3月 5日 |

作業会

| | 開催年月日 |
|---|---|
| 第１回 | 令和２年10月29日 |
| 第２回 | 令和２年12月 4日 |
| 第３回 | 令和３年 1月14日 |
| 第４回 | 令和３年 1月18日 |
| 第５回 | 令和３年 2月25日 |

## １．直接埋設式により施設する場合における埋設深さ及び施設方法の妥当性調査

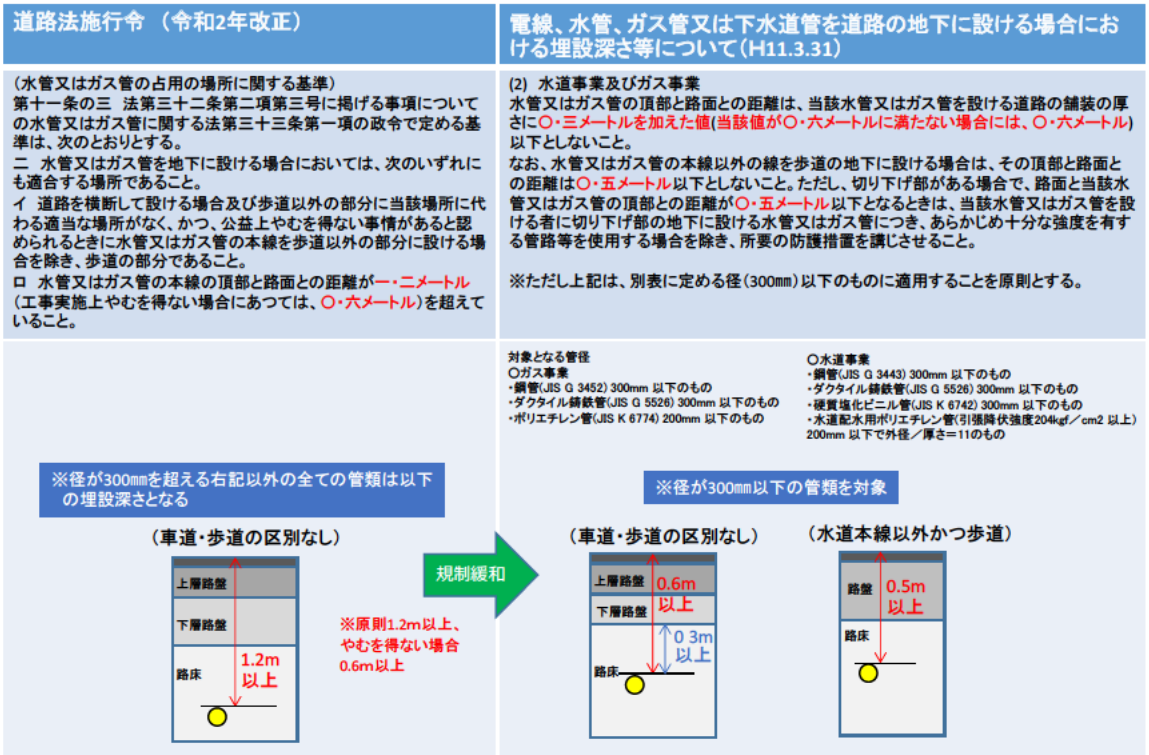
### １．１　道路法等各法令規制及び海外における埋設深さの実態調査

#### （１）道路における各管類埋設（直接埋設含む）の法令規制

電線（電力、通信の用に供するケーブルを収容する管路を含む。以下同じ。）を道路の地下に設ける場合における埋設の深さについては、道路法（昭和 27 年法律第 180 号）、同法施行令（昭和 27 年政令第 479 号）及び同法施行規則（昭和 27 年建設省令第 25 号）のほか、「電線、水管、ガス管又は下水道管を道路の地下に設ける場合における埋設の深さ等について」（平成 11 年 3 月 31 日付建設省道政発第 32 号、建設省道国発第 5 号。以下「平成 11 年通知」という。）等により取扱いを定められてきたところである。

また、無電柱化の低コスト手法の導入を図るため設置された有識者からなる「無電柱化低コスト手法技術検討委員会」において電線を浅く埋設する技術的検討を実施し、国土交通省はその結果を踏まえ「平成 11 年通知」を、「電線を道路の地下に設ける場合における埋設の深さ等について」（平成 28 年 2 月 22 日）により、電線類のさらなる浅層化を図ったところである。

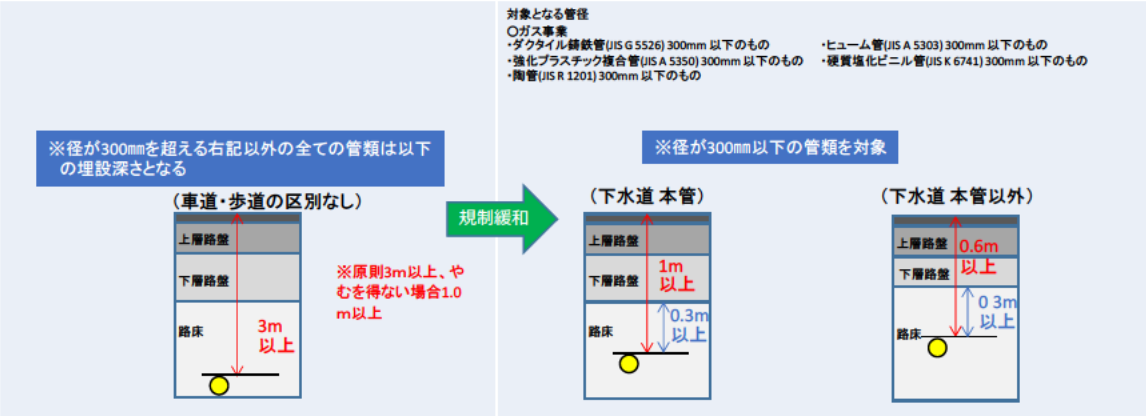
ａ．水道事業及びガス事業




図Ⅱ.1.1　水道事業及びガス事業の規制緩和

## b． 下水道事業

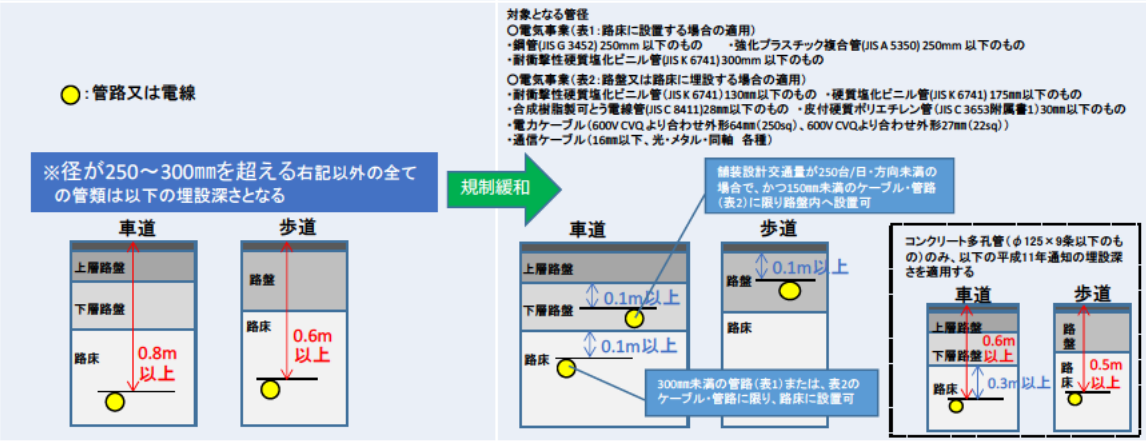
| 道路法施行令 （令和2年改正） | 電線、水管、ガス管又は下水道管を道路の地下に設ける場合における埋設深さ等について（H11.3.31） |
|---|---|
| （下水道管の占用の場所に関する基準）<br><br>第十一条の四　法第三十二条第二項第三号に掲げる事項についての下水道管に関する法第三十三条第一項の政令で定める基準は、下水道管の本線を地下に設ける場合において、その頂部と路面との距離が三メートル（工事実施上やむを得ない場合にあつては、一メートル）を超えていることとする。 | (3)　下水道事業<br>下水道管の本線の頂部と路面との距離は、当該下水道管を設ける道路の舗装の厚さに〇・三メートルを加えた値（当該値が一メートルに満たない場合には、一メートル）以下としないこと。<br>なお、下水道管の本線以外の線を、車道の地下に設ける場合には、その頂部と路面との距離は当該道路の舗装の厚さに〇・三メートルを加えた値（当該値が〇・六メートルに満たない場合には〇・六メートル）、歩道の地下に設ける場合には、その頂部と路面との距離は〇・五メートル以下としないこと。ただし、歩道の地下に設ける場合で、切り下げ部があり、路面と当該下水道管の頂部との距離が〇・五メートル以下となるときは、当該下水道管を設ける者に切り下げ部の地下に設ける下水道管につき、あらかじめ十分な強度を有する管路等を使用する場合を除き、所要の防護措置を講じさせること。<br>また、下水道管に外圧一種ヒューム管を用いる場合には、当該下水道管と路面との距離は、一メートル以下としないこと |




図Ⅱ.1.2　下水道事業の規制緩和

## c． 電気・電気通信事業

| 道路法施行令 （令和2年改正） | 電線等の埋設物に関する設置基準（H28.2.22）※平成11年通知の改正 |
|---|---|
| 第11条の2<br>法第三十二条第二項第三号に掲げる事項についての電線に関する法第三十三条第一項の政令で定める基準は、次のとおりとする。<br>ニ　電線を地下に設ける場合においては、次のいずれにも適合する場所であること。<br>イ　道路を横断して設ける場合及び車道以外の部分に当該場所に代わる適当な場所がなく、かつ、公益上やむを得ない事情があると認められるときに電線の本線を車道の部分に設ける場合を除き、車道以外の部分であること。<br>ロ　電線の頂部と路面との距離が、保安上又は道路に関する工事の実施上の支障のない場合を除き、車道にあつては〇・八メートル、歩道にあつては〇・六メートルを超えていること。 | 3 埋設の深さ<br>（1）電線を車道の地下に設ける場合<br>電線の頂部と路面との距離は、当該電線を設ける道路の舗装の厚さ（路面から路盤の最下面までの距離をいう。以下同じ）に0．1メートルを加えた値以下としないこと。ただし、舗装設計交通量が250台／日・方向未満の場合において、ケーブル及び径150ミリメートル未満の管路を設置する場合においては、下層路盤の上面より0．1メートル以下としないこと。<br>（2）電線を歩道の地下に設ける場合<br>電線の頂部と路盤上面との距離は、0．1メートル以下としないこと。車両の乗り入れ等のための切り下げ部分も同様とすること。<br>ただし、切り下げ部がある場合は、必要に応じて、当該電線を設ける者に切り下げ部の地下に設ける電線につき、所要の防護措置を講じさせること。 |




図Ⅱ.1.3　電気・電気通信事業の規制緩和

（2）電気設備の技術基準における直接埋設時の法令規制

＜地中電線路を直接埋設式にて施設する場合の土冠に関する変遷＞（概要）

地中電線路に関する規定は、明治 29 年の電気事業取締規則において規定されたものであるが、当時は土冠の数値は規定されていなかった。土冠は、昭和 7 年の電気工作物規程で数値化され、現在までその数値は変わっていない。電気工作物規程、電気設備の技術基準の変遷及び解説資料を調査したが、明確な数値根拠は確認できなかった。

道路面下等の地下埋設物については、明治初期の下水道の整備からガス、上水道の整備がなされていたが、この時期に土冠の規定はなく、それぞれの事業において個々の設計により規定され、下水道においては、勾配、衛生面及び凍結の恐れ、水道では一定の温度性を考慮し地表面下 3 尺～4 尺（0.9m～1.2m）に施設された設計資料が存在する。

一方、埋設物を施設する道路に係わる規制は、道路工事費用負担、並木の整備、清掃等その都度規制をしてきたが、大正 8 年の旧道路法公布により、道路面下の土冠の数値が規定された。この法令の数値根拠を示す根拠は見当たらないが、同法公布以前より各埋設物設備は進展しており、上下水道、ガス等の一般的な土冠から数値化されたものと推定される。

一般的に地中埋設物に加わる圧力は、埋設物上面の土の重量の他、車両等の荷重によるものであり、車両等の載荷荷重は地表において集中荷重として大きいが、埋設物に加わる圧力としては土冠が深くなるにつれ分散されることから、圧力が加わる場所を 1.2m 以上と深くし、それ以外の場所は 0.6m 以上としたものと考えられ、数値規程は、ガス、上下水道の標準的な土冠から定められた道路法の値を取り入れたものと推定される。

（出典　「平成 18 年度技術基準適合評価委員会報告書」）

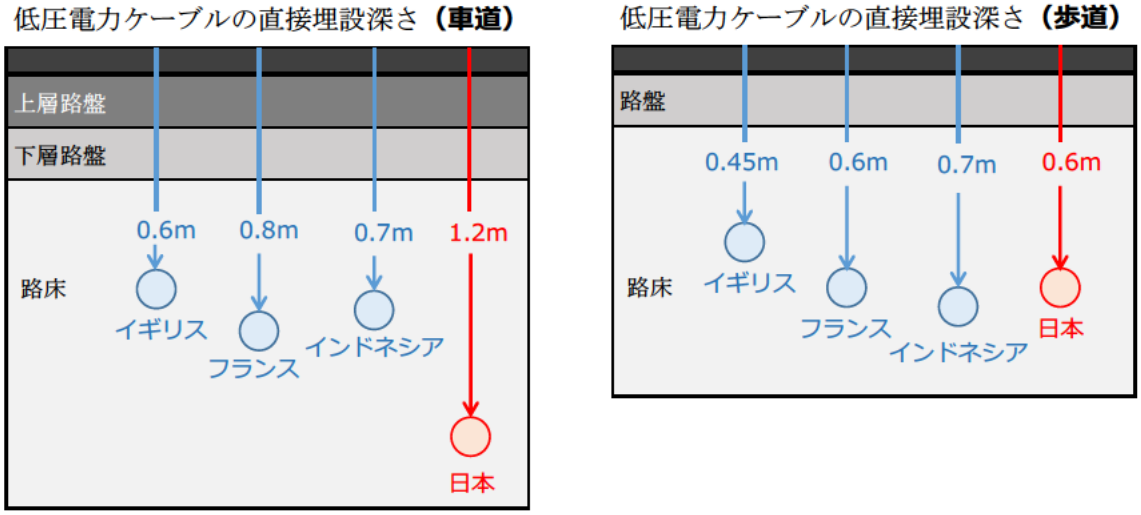
表Ⅱ.1.1　電気設備に関する技術基準類(地中電線路 直接埋設式の変遷)

| 年 | 規定 | 内容 |
|---|---|---|
| S7<br>（1932） | 電気工作物規程 | 第79条<br>○直接埋設式における土冠<br>車両等の圧力あり　：**1.2m以上**<br>その他の場所　　：**0.6m以上**<br>○防護の規定<br>石または桶の類をもって電線上部および側面を覆い、他動的損傷を防止することを要する。ただし、低圧電線を車両その他重き物の圧力を受けることなき場所に敷設する場合は幅20ｃm以上の堅牢なる石または木板の類をもって電線の上部のみを覆いて施設すること。 |
| H23<br>（2011） | 電気設備に関する技術基準を定める省令 | 第120条【地中電線路の施設】<br>第4項<br>4 地中電線路を直接埋設式により施設する場合は、次の各号によること。<br>一 地中電線の埋設深さは、車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがある場所においては**1.2m以上**、その他の場所においては**0.6m以上**であること。ただし、使用するケーブルの種類、施設条件等を考慮し、これに加わる圧力に耐えるよう施設する場合はこの限りでない。<br><br>二 地中電線を衝撃から防護するため、次のいずれかにより施設すること。<br>イ 地中電線を、堅ろうなトラフその他の防護物に収めること。<br>ロ 低圧又は高圧の地中電線を、車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがない場所に施設する場合は、地中電線の上部を堅ろうな板又はといで覆うこと。<br>ハ 地中電線に、第6項に規定するがい装を有するケーブルを使用すること。さらに、地中電線の使用電圧が特別高圧である場合は、堅ろうな板又はといで地中電線の上部及び側部を覆うこと。<br>ニ 地中電線に、パイプ型圧力ケーブルを使用し、かつ、地中電線の上部を堅ろうな板又はといで覆うこと。<br><br>三 第2項第二号の規定に準じ、表示を施すこと。 |

表Ⅱ.1.1 のとおり昭和 7 年に埋設深さの数値が規定されて以降、ただし書きは追加されているものの、現在に至るまで埋設深さの数値規定の変更はない。

（3）海外の埋設深さ基準との比較

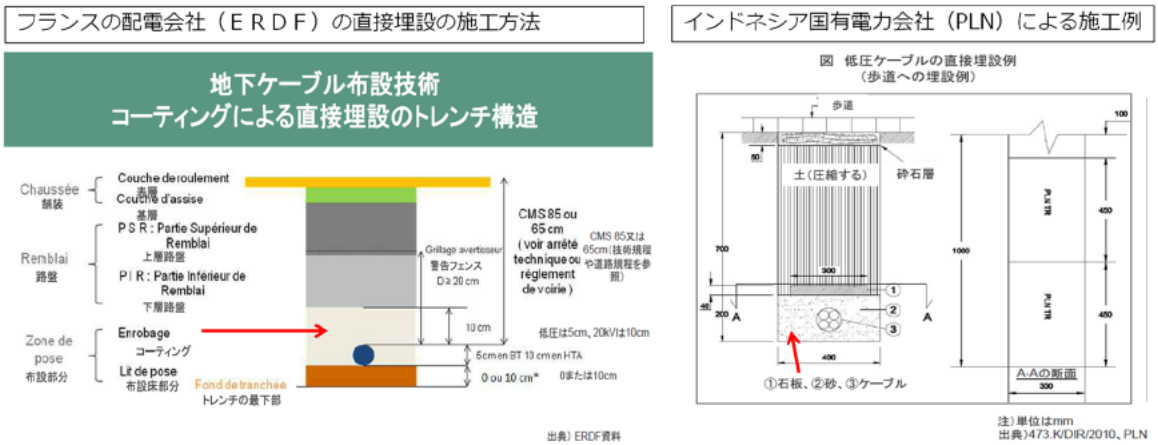
経済産業省資源エネルギー庁「平成 26 年度海外における無電柱化実態調査報告」を調査し、低圧ケーブルの直接埋設に関する実態について以下のとおり確認した。




出典）平成 26 年度海外における無電柱化実態調査報告

図Ⅱ.1.4　海外の埋設深さ基準との比較

海外と日本の直接埋設式における埋設深さを比較した結果、歩道においては大きな違い（最大 0.15m）はないが、車道においては、大きな違い（最大 0.6m）があることが判明した。




出典）平成 26 年度海外における無電柱化実態調査報告

図Ⅱ.1.5　海外の直接埋設の施工例（フランス・インドネシア）

ただし、海外の直接埋設式における施工方法は、電力会社にて定めているものが多く、ケーブルの周囲を砂等で囲い施工しているのが実態である。

海外では、日本より浅層化されており、施工方法も確立されている。一方、日本では、直接埋設式の施工実績が乏しく、施工方法も確立されていないのが現状である。よって、海外と同様に浅層化するためには、供給信頼度を下げない施工方法の確立が重要である。

（国の規制として解釈では、「ただし、使用するケーブルの種類、施設条件等を考慮し、これに加わる圧力に耐えるよう施設する場合はこの限りでない。」とのただし書きがあるため、それに見合う施工方法の確立が重要とも言える。）

（４）直接埋設式における埋設深さについて

表Ⅱ.1.2　埋設深さの違い

| | 電技 | 道路法等 |
|---|---|---|
| 埋設深さ | 車道は1.2m、歩道等は0.6mと規定されており、埋設するケーブルの種類および電圧階級が変化しても埋設深さは変わらない。 | 大きく分けて、径が250～300㎜を超えるものは深く（道路0.8m、歩道0.6m）、それ以下のサイズは、H11年以降、浅層化（道路0.35m、歩道0.15m※）を図っており、埋設する管路・電線の太さによってきめられている。<br>※平成２８年２月２２日「電線等の埋設物に関する設置基準」の緩和について（国交省）、より引用<br>数値は舗装厚等の各種条件を設定のもと算出している |

道路法は、「規制緩和推進計画」を受け、平成 11 年に埋設深さを緩和、平成 28 年に低コスト化を施行し、更なる浅層化を実施した。一方、電気設備の技術基準における直接埋設式の埋設深さについては、昭和７年の埋設深さの規定以降、見直しが行われてこなかった。道路法等及び海外の実態を踏まえると、埋設する電線の仕様を踏まえた施工方法を確立することにより、浅層化が可能であることが伺える。

このことから、過去の委託事業等での浅層埋設に関する検証を調査することにより、諸条件を踏まえた施工方法による低圧ケーブルの埋設深さの浅層化について検討する。

## １．２　直接埋設式に係る委託事業等の調査並びに埋設深さ及び施設方法の妥当性検討

直接埋設式で施設する場合の低圧ケーブルの埋設深さに関係する知見・検証結果を再調査し、検討することで、埋設深さの妥当性について調査を行った。

表Ⅱ.1.3 に調査件名を示す。

表Ⅱ.1.3　調査件名一覧

| 年度 | 件名 | 内容 | 受託会社等 |
|---|---|---|---|
| Ｈ２６ | 電力系統関連設備形成等調査事業<br>（直接埋設等におけるケーブル性能試験に係る調査） | 電力ケーブルを埋設し、車両を走行させ、舗装とケーブルへの影響を検証 | 関電工 |
| Ｈ２７ | 無電柱化低コスト手法の技術検討に関する中間とりまとめ | 埋設深さに関する検証の結果、下層路盤最上部に埋設した大型管を除き、舗装への影響がないため、電線等埋設物に関する設置基準の緩和が可能と評価 | 無電柱化低コスト手法技術検討委員会 |
| Ｈ２７ | 電力系統関連設備形成等調査事業<br>（直接埋設におけるケーブル外傷等に係る調査） | ケーブルシースの外傷に対する長期性能評価の実施及び直接埋設を行う際のケーブルの要求性能について，調査・検討 | 日本電気協会 |
| Ｈ２８ | 電力系統関連設備形成等調査事業<br>（直接埋設による電線地中化工法の実用性調査） | 実道路を模擬した試験用道路を作成し、輪荷重疲労試験機により直接埋設ケーブルに荷重を印加し、ケーブルへの影響を検証 | 日本電気協会 |

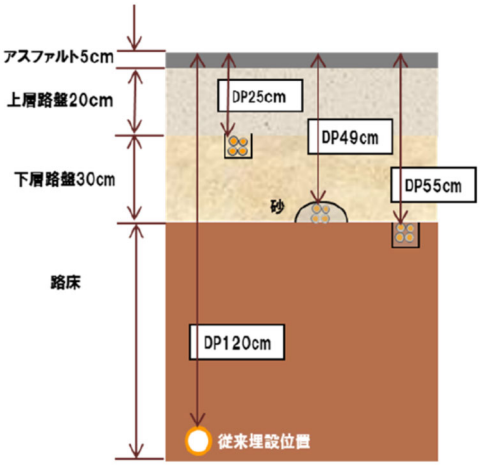
（１）経済産業省資源エネルギー庁「平成 26 年度直接埋設等におけるケーブル性能試験に係る調査」（以下、平成 26 年度調査）及び無電柱化低コスト手法技術検討委員会「無電柱化低コスト手法の技術検討に関する中間とりまとめ」（以下、無電柱化中間とりまとめ）の調査

ａ．検証概要

| | |
|---|---|
| 試験内容 | ➢ 電力ケーブルを様々な方法・深さで埋設<br>・**埋設深さを３通り（25ｃｍ、49ｃｍ、55ｃｍ）**<br>・ケーブルを直接埋設、直接埋設（砂巻き）、直接埋設（防護板設置）<br>➢ 車両を走行させ、舗装とケーブルの影響を検証 |

■ 試験場所

▼自動(無人)走行大型車両




出典）無電柱化中間とりまとめ

＜検証の対象とする道路＞

歩道が設置されていない道路で大型車が 1 日 50 台程度走行する生活道路（非幹線道路）を想定し、載荷輪数として 10 万輪（49kN 換算）相当（一般的な設計期間の 10 年間を想定）の走行試験を行った。そのため、当該交通量の舗装構成は、設計 CBR＝3%のときの N4 交通（1 日の大型車両交通量が 250 台未満）とし、表層（アスファルト）5cm、上層路盤（粒調砕石）20cm、下層路盤（クラッシャラン）30cm の合計舗装厚 55cm とした。

図Ⅱ.1.6　試験場所及び条件

- 試験は、基準を有する総務省、経済産業省、国土交通省のほか、（国研）土木研究所、電気事業連合会、（一社）日本ケーブルテレビ連盟、（一社）日本電気協会、（一社）日本電線工業会、（一社）電気通信事業者協会、（株）関電工、日本電信電話（株）、KDDI（株）等、関係者の協力の下、実施した。
- 試験は以下の 3 種類の試験を実施

  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②　電力・通信ケーブル間の離隔に関する検証

  試験③　直接埋設、小型ボック活用埋設の施工性確認試験

  そのうち今回の調査は試験①について実施した。
- 試験①については、経済産業省資源エネルギー庁より（株）関電工が受託し「直接埋設等におけるケーブル性能試験に係る調査」にて平成 26 年度に実施し報告している。

  このことから、平成 26 年度調査及び無電柱化中間とりまとめの二つを調査した。

b．検証結果

表Ⅱ.1.4　検証結果

| 試験項目 | 判定 | 理由 |
|---|---|---|
| 電気性能・材料試験 | ○ | 全ての深さ（最小 25cm）において評価基準を満たし問題なし |
| ケーブルの損傷に関する試験 | × | 砕石内に直接埋設した場合にはケーブルの損傷が見られ、ほぼ全てのケースにおいて評価基準を満たさなかった。 |

c．課題

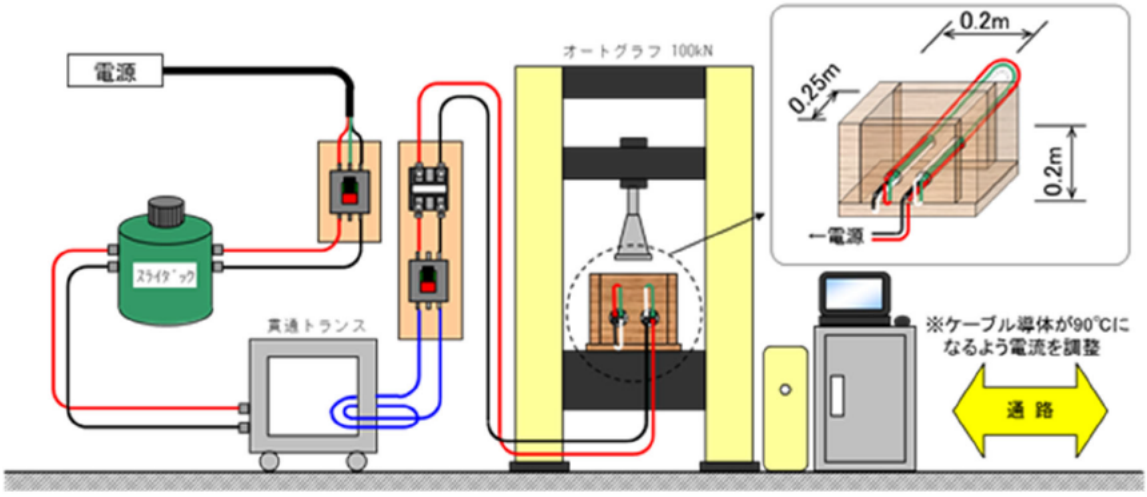
ケーブルの損傷が見られたため、この課題をクリアすることで、埋設深さの緩和は可能と思われるが、平成 26 年度調査報告時点では深さに関する基準値を緩和できる技術的根拠は得られなかった。

（2）平成 27 年度直接埋設におけるケーブル外傷等に係る調査（以下、平成 27 年度調査）の調査

a．検証概要

| | |
|---|---|
| 試験内容 | ➢ 平成２６年度調査の試験状況を模擬する環境下において、ケーブルシースの硬さの異なる２種類を対象とし、埋設材料として砕石の場合に加えて、粒径の異なる２種類の砂（5㎜以下、2.5㎜以下）を用いて直接埋設ケーブル外傷に対する長期性能を評価した。<br>埋設深さは25cmにて実施。<br>➢ 荷重はオートグラフにより実施。 |

図Ⅱ.1.7　試験装置全体図




出典）平成 27 年度調査

➢ 試験は、（一社）日本電気協会から外注し、（株）関電工の下、実施した。

➢ 検証の対象とする道路は、平成 26 年度調査と同等の道路を想定し、以下のとおり算出した。

・走行車両（30km/h：平成 26 年度調査）がタイヤ接地面（長さ 200mm）を通過する時間（t）を求め、10 年相当を模擬するために必要な載荷時間（t1）を求める。

$t = 200[mm] \div 30[km/h] = 0.024[秒]$

$t1 = 0.024[秒] \times 10[万輪] = 2{,}400[秒] = 40[分]$

・オートグラフの機械性能は、2 ストローク／分で、1 ストロークあたりの載荷時間 10 秒が最速である。したがって、この条件をもとに 10 年相当を模擬するために必要なオートグラフの繰返し回数（N1）を求める。

$N1 = 40[分] \div 10[秒] = 240[ストローク]$

※繰返し荷重について、オートグラフの載荷時間によって繰返し回数（N1）を決定した。上記条件の走行車両が通過する際の載荷時間は 0.024 秒であるが、載荷時間の違いによる影響については考慮していない。

b．検証結果

表Ⅱ.1.5　検証結果

| 試験項目 | 判定 | 理由 |
|---|---|---|
| 電気性能・材料試験 | ○ | 埋設深さ 25cm において評価基準を満たし問題なし |
| ケーブルの損傷に関する試験 | ○ | 最大粒度 5mm 以下の砂であれば、シースを貫通する傷がないため、問題ないことが確認された。また、ケーブルシースはビニル、ポリエチレンともに問題がないことが確認された。 |

c．課題

使用したオートグラフの機械性能は、2 ストローク／分で、1 ストロークあたりの載荷時間 10 秒が最速であった。実際の走行車両の通過時間である 0.024 秒と比較して大きな違いがある。また、このことと関連してオートグラフによる載荷回数も 240 ストロークと少ない回数となっている。載荷時間ならびに載荷回数の両者において、より実道に近い条件を設定した上での検討も必要である。

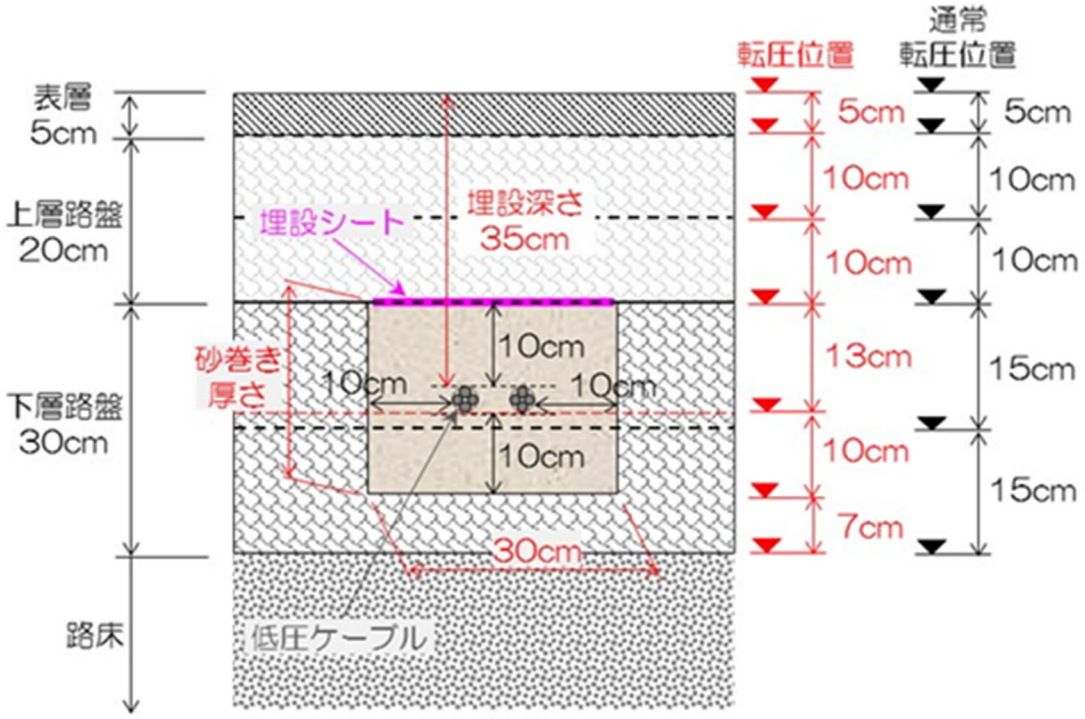
（3）平成 28 年度直接埋設による電線地中化工法の実用性調査（以下、平成 28 年度調査）の調査

a．検証概要

| | |
|---|---|
| 試験内容 | 試験体（ケーブル、接続材料）を砂巻きにより直接埋設して形成した試験道路上を、輪荷重49kN換算で10万輪分の走行（H26年度調査と同様）を実施。 |

➢ 試験は、（一社）日本電気協会から外注し、（株）関電工の下、実施した。

➢ 試験は、平成 27 年度調査で得られた成果を踏まえて、実用に耐えうる安全性能を満足することを、実環境での道路下の車両走行荷重を模擬した耐久性能試験等により確認した。



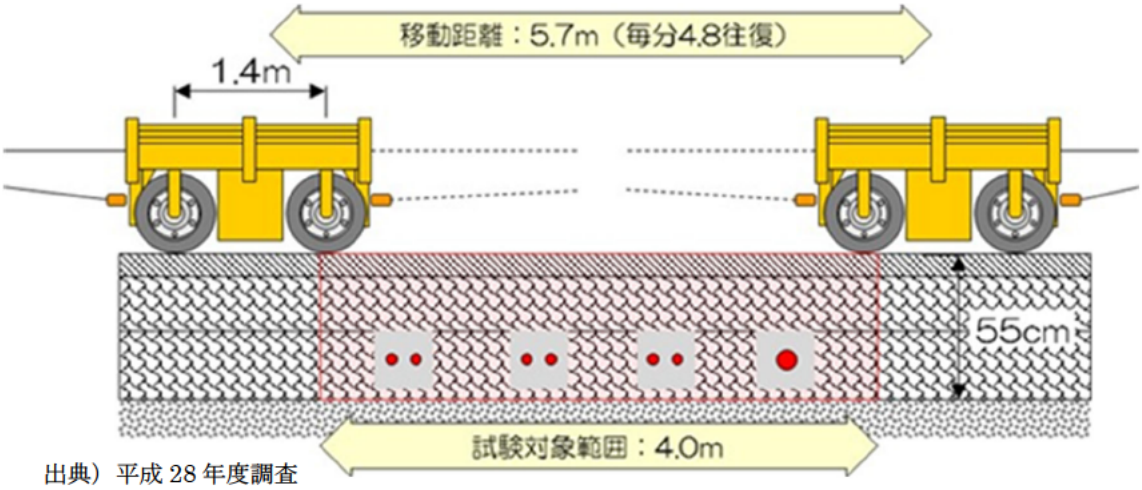

| | | | |
|---|---|---|---|
| 砂巻き厚さ | 23cm | 上面砂かぶり | 10cm |
| | | ケーブルより合わせ外径（CVQ22･CEQ22） | 3cm |
| | | 下面かぶり | 10cm |

出典）平成 28 年度調査

図Ⅱ.1.8　ケーブル設置方法

出典）平成 28 年度調査

図Ⅱ.1.9　輪荷重疲労試験機




出典）平成 28 年度調査

図Ⅱ.1.10　試験装置移動範囲および距離

b．検証結果

表Ⅱ.1.6　検証結果

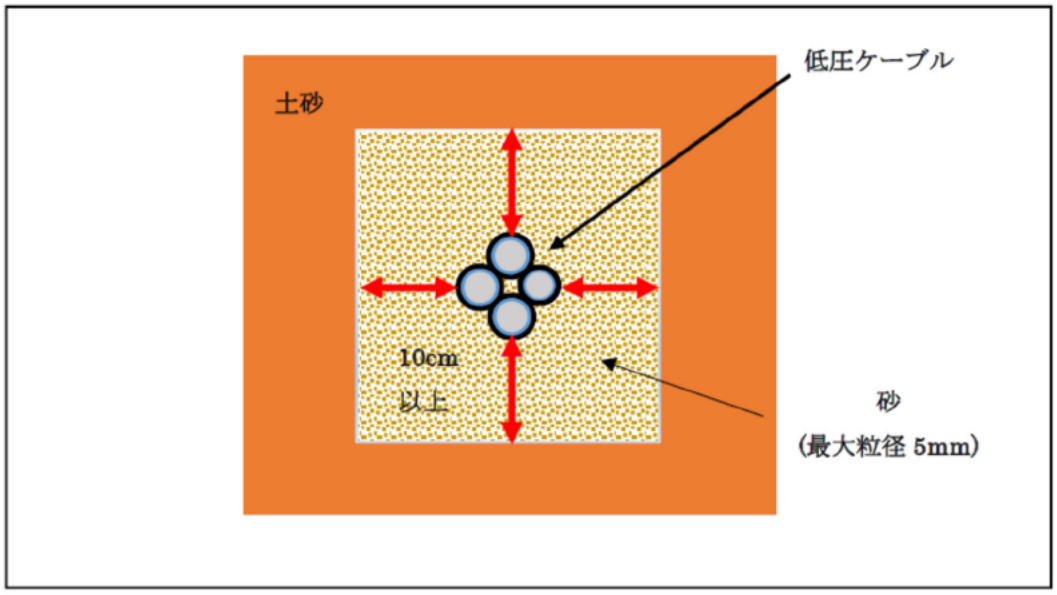
| 試験項目 | 判定 | 理由 |
|---|---|---|
| 電気性能・材料試験 | ○ | 埋設深さ 35cm において評価基準を満たし問題なし |
| ケーブルの損傷に関する試験 | ○ | ケーブルの周囲 10cm を最大粒径 5mm の砂で巻いて埋設し、問題ないことを確認した。また、ケーブルシースはビニル、ポリエチレンともに問題がないことが確認された。<br>傷の最大深さは、0.41mm であり、シースを貫通する傷はなかったため、問題なし。<br>（外装は、CVQ22mm²、CEQ22mm²：シース厚 1.5mm であるため、最大値が 0.41mm の傷の場合、シース残存厚は、1.09mm（製造上の最小値である 1.5mm の 85%である場合は、残存厚 0.865mm））） |

（4）調査結果を踏まえた埋設深さの妥当性の検討

平成 26 年度調査及び平成 27 年度調査を踏まえた平成 28 年度調査の検証の結果、原則として次に示す諸条件（a～c）を満たした施工であれば、低圧ケーブルの浅層化（0.35m 以上）が可能であるとの結論を得た。

a．ケーブルの損傷防止

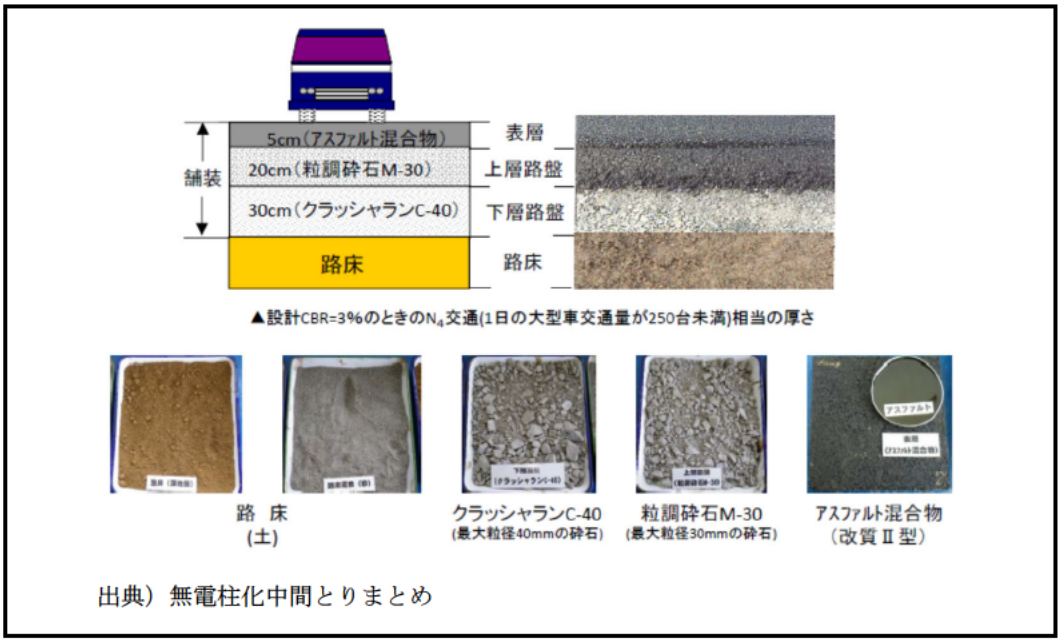
直接埋設式により低圧ケーブルを埋設する場合、砕石等によるケーブル損傷を防止するため、ケーブルの周囲 10cm 以上を最大粒径 5mm の砂で巻いて埋設することを条件とする必要がある。




図Ⅱ.1.11　砂巻きによるケーブル保護イメージ

b．埋設する場所

平成 28 年度調査では、歩道が設置されていない道路で大型車が 1 日 50 台程度走行する生活道路（非幹線道路）（無電柱化中間とりまとめ P3）を想定し、載荷輪数として 10 万輪相当（一般的な設計期間の 10 年間を想定）及び当該交通量の舗装構成を、設計 CBR＝3%のときの $N_4$ 交通（1 日の大型車両交通量が 250 台未満）とし、表層（アスファルト）5cm、上層路盤（粒調砕石）20cm、下層路盤（クラッシャラン）30cm の合計舗装厚 55cm とし検証を実施した。よって、埋設する場所は、交通量の少ない生活道路(舗装設計交通量 250 台／日・方向未満の道路)相当以下を条件とする必要がある。



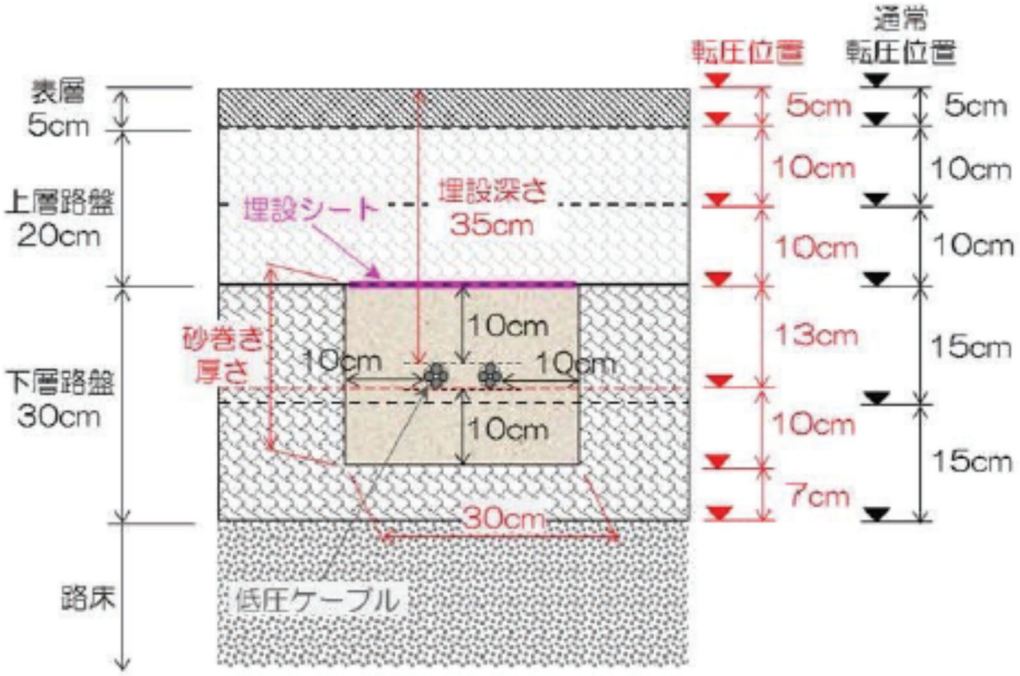

図Ⅱ.1.12　舗装構成

c．ケーブル仕様

汎用性の高い低圧ケーブル（600V 架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル〔CV ケーブル〕、600V 架橋ポリエチレン絶縁ポリエチレンシースケーブル〔CE ケーブル〕）は、直接埋設用低圧ケーブルとして使用に耐えうることを確認した。ただし、シースの外傷の最大深さが 0.41mm であるため、シース厚さは、JIS C 3605 で規定されたシース厚さに 0.5mm 加えた厚さを条件とする必要がある。

＜埋設深さについて＞

国土交通省の“「電線等の埋設物に関する設置基準」の緩和について”（舗装設計交通量が 250 台／日・方向未満の場合において、下層路盤の上面から 0.1m 下）に基づき、舗装厚 0.55m の場合を想定して、ケーブルの埋設深さを 0.35m と設定し、平成 28 年度調査で検証した。よって、埋設深さは 0.35m 以上とする。




出典）平成 28 年度調査

図Ⅱ.1.13　埋設深さ

1．3　解釈案の検討

直接埋設式による低圧ケーブルの埋設深さの妥当性について検討した結果、「砂巻きによる施工」、「生活道路以下の道路」、「埋設用のケーブル仕様」の条件を満たせば、0.35m 以上の深さへの浅層化が可能であるとの結論を得た。

以上を踏まえ、解釈案について検討した結果、低圧ケーブルの浅層化は、道路条件及び施工方法等様々な条件を満足した上で可能となるものであり、解釈又は解説に全ての諸条件を織り込むことは困難であることから、新たに JESC 規格「直接埋設式（砂巻き）による低圧地中電線の施設」の案を作成し、解釈に引用することとした。

解釈及び解説の改正案を「添付資料 1」、「直接埋設式（砂巻き）による低圧地中電線の施設」の JESC 規格案を「添付資料 2」に示す。

なお、地中電線と他の地中電線、地中弱電流電線等、ガス管又は水道管等が複数本並走・交差した場合の砂巻きの施設方法については、今回調査した事業等では検証がなされていない。

実際に適用することを考えると弱電流電線等（通信線）との交差は必ず発生することから砂巻きの施設方法における検証は必要だと思われる。交差している場合の埋め戻し時に、上からの転圧により下のケーブルを損傷させてしまってはいけないので、交差している場合にどのような工法で埋め戻すか等、検証が必要であると思われる。

また、海外においては、管路式と直接埋設式の場合では離隔距離を変えるなど、事細かに決められている。（図Ⅱ.1.14）

今後、直接埋設式（砂巻き）による施設実績が増加した場合においては、更なる検証を実施のうえ、ルール化を期待したい。

| 設備 | 並行に設置する場合(cm) | 交差して設置する場合(cm) |
|---|---|---|
| 下水道 | | |
| ・本管(ケーブル直径＜0.70m)との離隔 | 40 | 20 |
| ・本管(ケーブル直径＞0.70m)との離隔 | 50 | 20 |
| ・継ぎ手(PVC, PE-HD etc.)との離隔 | 35 | 20 |
| ・継ぎ手(鋳鉄、コンクリート etc.)との離隔 | 40 | 20 |
| 上水道(引込管) | | |
| ・管路とその付属品との離隔 | 40 | 20 |
| ・継ぎ手(PVC, PE-HD etc.)との離隔 | 20 | 20 |
| ・継ぎ手(鋳鉄、コンクリート etc.)との離隔 | 40 | 20 |
| 上水道(本管) | | |
| ・管路とその付属品との離隔 | 60 | 20 |
| 電力 | | |
| ・配電系統との離隔 | 20 | 20 |
| ・送電系統との離隔 | 20 | 20 |
| ガス | | |
| ・本管との離隔 | 50 | 50 |
| ・引込管との離隔 | 20 | 20 |
| 通信 | | |
| ・管路により布設されている場合の離隔 | 20 | 20 |
| ・直接埋設により布設されている場合の離隔 | 50 | 20 |

出典）H26 年度 海外における無電柱化実態調査報告　　出典）NF P98-332(2005)より作成

図Ⅱ.1.13　電力ケーブルと他埋設物との離隔距離の基準（フランス）

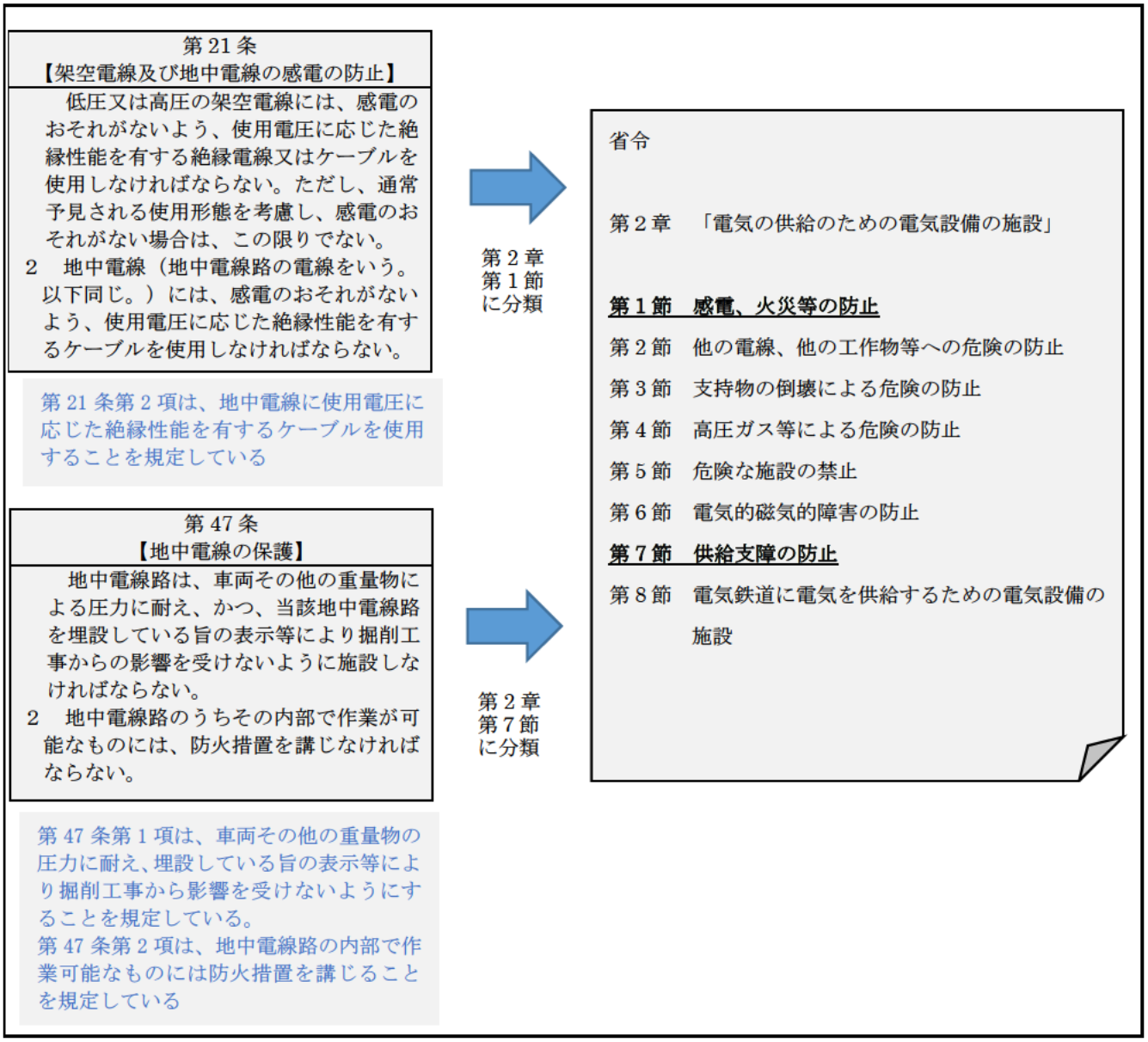
## ２．直接埋設式により施設する場合における防護方法の妥当性及び新ケーブルの調査

### ２．１　直接埋設式における防護方法の妥当性調査

#### ２．１．１　管路式と直接埋設式の防護について

（１）解釈と省令の関係

解釈第 120 条に紐づいている省令は、省令第 21 条第 2 項、第 47 条であり、構成は図Ⅱ.2.1 のとおりである。そのうち、地中電線路の防護については省令第 47 条第 1 項に規定されている。




図Ⅱ.2.1　解釈第 120 条に関する省令

（２）解釈第 120 条の地中電線路の防護に関する解説

解釈第 120 条第 2 項では、地中電線路を管路式により施設する場合の要件が規定されており、地中電線の防護のために車両その他の重量物の圧力に耐える管に収めることが規定されている。一方、解釈第 120 条第 4 項では、地中電線路を直接埋設式により

施設する場合の要件が規定されており、地中電線の防護のために堅ろうなトラフその他の防護物に収めるか、低圧又は高圧の地中電線を車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがない場所に施設する場合は、地中電線の上部を堅ろうな板又はといで覆うことが規定されている。

解釈第 120 条の解説において、地中電線を収める管路式の管は、「つるはしや掘削機械の刃が直接打ち込まれる不測の事態に対し、管に万全の強度を求めることは、物理的に又は経済的に極めて現実的ではないため、要求していない」とあることに対し、直接埋設式の防護物は「地中電線を道路工事等に伴うつるはし、掘削機械等による衝撃から防護することを期待」とされている。

解釈第 120 条の解説において、管路式と直接埋設式の防護強度の平仄が合っていないことから、省令及び解釈の成り立ちを調査し管路式と直接埋設式の防護強度に関する記載の平仄を合わせるよう検討を行う。

第 7 節 供給支障の防止

省令

【地中電線路の保護】
第 47 条
地中電線路は、車両その他の重量物による圧力に耐え、かつ、当該地中電線路を埋設している旨の表示等により掘削工事からの影響を受けないように施設しなければならない。
2 地中電線路のうちその内部で作業が可能なものには、防火措置を講じなければならない。

「掘削工事からの影響を受けないように施設」するために解釈及び解説では以下のとおり規定している

解釈及び解説

| 解釈第 120 条 | 管路式（第 2 項） | 直接埋設式（第 4 項） |
|---|---|---|
| 防護方法 | 管路で防護されているため、防護は不要。電圧階級により、埋設表示は必要 | がい装ケーブル及び CD ケーブル等の一部を除き防護が必要。ケーブルの種類及び電圧階級により、防護方法が異なる |
| 防護の強度 | つるはしや掘削機械の刃が直接打ち込まれる不測の事態に対し、管に万全の強度を求めることは、物理的に又は経済的に極めて現実的ではないため、要求していない | 第二号は、地中電線を道路工事等に伴うつるはし、掘削機械等による衝撃から防護することを期待し、その方法を示したものである。 |

平仄が合っていない

解釈の成り立ちを調査の上、防護方法の妥当性の検証し、管路式と平仄を合わせるよう検討を行う。

図Ⅱ.2.2　解釈第 120 条の地中電線路の防護

（3）省令及び解釈の成り立ちの調査

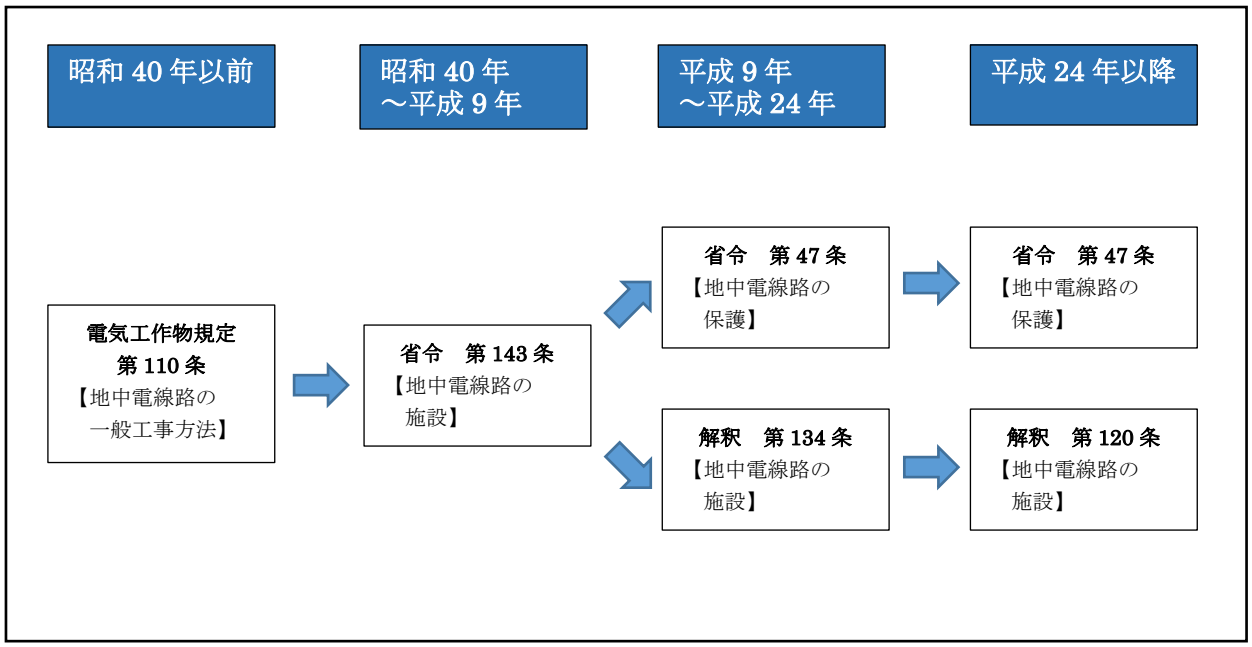
a．「電気設備に関する技術基準を定める省令」の沿革と省令第 47 条及び解釈第 120 条の成り立ちについて

明治 44 年 9 月 5 日「電気工事規程」制定、大正 8 年 10 月 13 日「電気工作物規定」制定、昭和 29 年 4 月 1 日「電気工作物規定」新規制定、昭和 40 年 6 月 15 日「電気設備に関する技術基準を定める省令」制定、その後近年大きな改正を 2 回実施している。

1 回目：平成 9 年 3 月 27 日　基準の簡素化、機能性基準化、外国規格等の導入を施行し、電気設備基準を全面改正した。

2 回目：平成 24 年 6 月 1 日及び 7 月 2 日に改正し、解釈を全面改正した。

図Ⅱ.2.3 に省令第 47 条及び解釈第 120 条の変遷を示す。

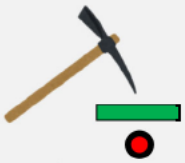



図Ⅱ.2.3　省令第 47 条及び解釈第 120 条の変遷

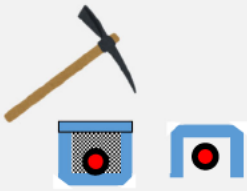
b．旧省令等からの変遷

省令第 47 条及び解釈第 120 条の成り立ちについて調査を実施した結果、電気工作物規定第 110 条、省令第 143 条及び解釈第 134 条がベースとなっていることから、電気工作物規定第 110 条、省令第 143 条、解釈第 134 条及び解釈第 120 条の記載内容について本文及び解説を比較し、防護強度の扱いの変化について確認を行った。

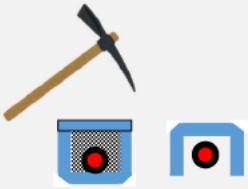
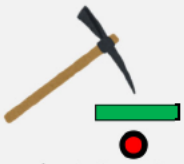
確認結果については、図Ⅱ.2.4、図Ⅱ.2.5 及び図Ⅱ.2.6 を参照。

| 改正年 | 管路式 | 直接埋設式 |
|---|---|---|
| 昭和 29 年<br>（1954 年） | 道路改修の時につるはしの被害を受けないようにする旨の記載が解説に追加<br><br>管または管路が道路改修の時に鶴嘴の被害を受けないよう堅ろうな構造とすること<br><br> <br>管 | 石、コンクリート等の板またはといに対する防護強度の記載はなし<br>歩道の低圧電線路に対してつるはしの記載が解説に追加<br><br> <br>石、コンクリート等の板またはとい<br>＜車道及び歩道＞<br><br>石、コンクリート等の板またはといで地中電線の上部および側面をおおい損傷を防止しなければならない<br><br> <br>木板等<br>＜歩道の低圧電線路＞<br><br>歩道とか需要家構内の引込線の場合であって、線路の重要度を考え掘削の際、鶴嘴による損傷などを受けないよう地中電線路の上部だけ幅 20cm 以上の堅ろうな木板等でおおい施設することができる（低圧のみ） |
| 昭和 47 年<br>（1972 年） | つるはしの記載が解説から削除<br><br>管または暗きょが道路改修の時に~~鶴はしの~~被害などを受けないように堅ろうな構造とすること<br><br> <br>管 | コンクリート製その他の堅ろうな管またはトラフに対する防護強度の記載はなし<br><br> <br>コンクリート製その他の堅ろうな管またはトラフ<br>＜車道及び歩道＞<br><br>コンクリート製その他の堅ろうな管またはトラフに収めて施設しなければならない<br><br>  <br>板またはとい<br>＜歩道の低・高圧電線路＞<br><br>歩道とか需要家構内の引込線等の場合であって、重量物の圧力等による損傷防護を考える必要はないので、単に鶴はしによる損傷などを受けないよう地中電線路の上部だけを堅ろうな板またはといでおおい施設することができる（低圧及び高圧） |

図Ⅱ.2.4　旧省令等からの変遷（その１）

<table>
<tr><th>改正年</th><th>管路式</th><th>直接埋設式</th></tr>
<tr><td rowspan="2">平成 4 年<br>（1992 年）</td><td>道路改修時の被害を受けないようにする旨が削除され、車両その他の重量物の圧力に耐えることが解説に追加<br><br>管は~~が道路改修の時に被害などを受けないように、また上部を~~車両その他の重量物の圧力に耐えるものを使用する必要がある<br><br> <br>管</td><td>堅ろうなトラフその他の防護物に対する防護強度の記載が解説に追加<br><br>  <br>堅ろうなトラフその他の防護物<br>＜車道及び歩道＞<br><br>「堅ろうなトラフその他の防護物」の目的は、道路工事等に伴うつるはし、掘削機械等の衝撃に対する防護を期待するものである<br><br> <br>板またはとい<br>＜歩道の低・高圧電線路＞<br><br>板又はといは、つるはし程度による損傷防止が目的である</td></tr>
<tr><td colspan="2">昭和 51 年（1976 年）に高圧又は特別高圧の地中電線路を管またはトラフに収めて施設する場合、注意喚起のために埋設表示をする旨が省令に追加。<br>平成 4 年（1992 年）に埋設表示の解説に管路式又は直接埋設式は、万全でない旨が解説に追加<br><br>一般には、コンクリート構造物である暗きょを除けば、管路式又は直接埋設式は、万全でなく、電力ケーブルが埋設されていることについて掘削作業者の注意を喚起する措置が必要である<br><br> <br></td></tr>
</table>

図Ⅱ.2.5　旧省令等からの変遷（その２）

| 改正年 | 管路式 | 直接埋設式 |
|---|---|---|
| 平成 9 年<br>(1997 年) | 管に万全の強度を求めることを要求していない旨が解説に追加<br><br>管はその施設状態において管に加わる車両その他の重量物の圧力に耐えるものを使用する必要がある。<br>つるはしや掘削機械の刃が直接打ち込まれる不測の事態に対し、管に万全の強度を求めることは、物理的又は経済的に極めて現実的ではないため、要求していない。<br> <br>管 | つるはしの記載に変更なし<br><br>  <br>堅ろうなトラフ<br>その他の防護物<br>＜車道及び歩道＞<br><br>第二号は、地中電線を道路工事等に伴うつるはし、掘削機械等による衝撃から防護することを期待し、その方法を示したものである<br><br>  <br>板またはとい<br>＜歩道の低・高圧電線路＞<br><br>板又はといは、つるはし程度による損傷防止が目的である |

図Ⅱ.2.6　旧省令等からの変遷（その３）

c．省令及び解釈の成り立ちの調査結果

旧省令等からの変遷をまとめたものを表Ⅱ.2.1 に示す。

昭和 29 年の電気工作物規定の解説では、管路式及び直接埋設式の防護は、つるはしによる被害を受けないよう堅ろうな構造又は防護とすることとされていた。その後、改定を経て管路式の防護は、「つるはしの被害を受けないようにする」ことから「つるはしや掘削機械の刃が直接打ち込まれる不測の事態に対し、管に万全の強度を要求しない」と変更されたことに対し、直接埋設式の防護は、「つるはしによる損傷を受けないよう」にすることから「つるはし程度による損傷防止が目的である」と、ほとんど変更されていない。

一方で、平成 4 年（1992 年）の埋設表示に関する解説では、「一般には、コンクリート構造物である暗きょを除けば、管路式又は直接埋設式は、万全でなく」と記載されており、この記載を元に管路式の解説に現在の「つるはしや掘削機械の刃が直接打ち込まれる不測の事態に対し、管に万全の強度を求めることは、物理的又は経済的に極めて現実的ではないため、要求していない。」という記載が追加された。

表Ⅱ.2.1　旧省令等からの変遷

| 年 | 管路式 | 直接埋設式 |
|---|---|---|
| 昭和 29 年<br>（1954 年） | 「道路改修の時に鶴嘴の被害を受けないよう」という記載が解説に追加された。 | 歩道や需要家構内で、上部の木板等に「掘削の際、鶴嘴による損傷などを受けないよう」という記載が解説に追加された。 |
| 昭和 47 年<br>（1972 年） | つるはしの記載が解説から削除された。 | つるはしの記載は変更なし。 |
| 平成 4 年<br>（1992 年） | 道路改修時の被害を受けないようにする旨が解説から削除され、車両その他の重量物の圧力に耐えることが解説に追加された。 | 「堅ろうなトラフその他の防護物」の目的が、「道路工事等に伴うつるはし、掘削機械等の衝撃に対する防護を期待するもの」との記載が解説に追加された。 |
| | 埋設表示の解説において、管路式の管、直接埋設式のトラフその他の防護物、板又はといの強度は、掘削工事によってあやまってつるはしや掘削機械の刃が打ち込まれる不測の事態に対して、万全ではない旨が追加された。 | |
| 平成 9 年<br>（1997 年） | 管に万全の強度を求めることを要求していない旨が解説に追加された。 | つるはしの記載は変更なし。 |

（4）調査結果

平成 4 年（1992 年）の埋設表示の解説において、管路式又は直接埋設式の防護はつるはしや掘削機械の刃が打ち込まれる不測の事態に対して、万全でない旨が記載されており、直接埋設式の防護にも万全の強度を求めることを要求しないのは妥当であると考える。

解釈第 120 条の解説において、直接埋設式の防護は「つるはし、掘削機械等による衝撃から防護することを期待」や「つるはし程度による損傷防止が目的」とされており、管路式の防護と同様に「つるはしや掘削機械等の衝撃から万全の強度を要求していない」と読み取ることも可能であるが、管路式の解説の表現と合わせることが望ましいと考える。

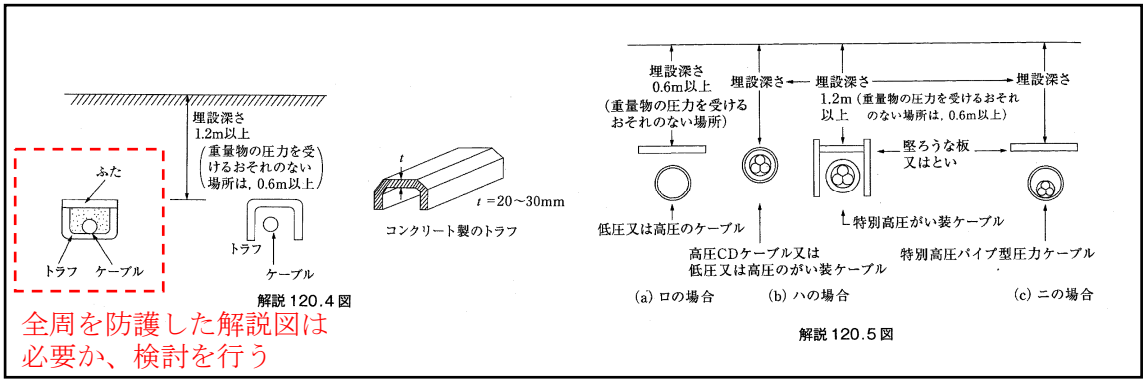
よって、直接埋設式の防護について、解釈の解説の改正案を「添付資料 1」に示す。

## 2．1．2　直接埋設式のトラフに収めた防護について

（1）解釈第 120 条第 4 項第二号での直接埋設式の防護

解釈第 120 条第 4 項第二号では、地中電線路を直接埋設式により施設する場合に、地中電線を衝撃から防護するための施設方法を規定している。イでは「地中電線を、堅ろうなトラフその他の防護物に収めること。」、ロでは「低圧又は高圧の地中電線を、車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがない場所に施設する場合は、地中電線の上部を堅ろうな板又はといで覆うこと。」と規定されており、解釈の解説では解説 120.4 図又は解説 120.5 図に示すような形状、構造のものとされている。

解説 120.4 図又は解説 120.5 図では、上部又は上部及び側部を防護しているものがほとんどであり、トラフにふたをして全周を防護した解説図は特異であることから、当該解説図について省令及び解釈の成り立ちを調査し、必要であるか検討を行う。



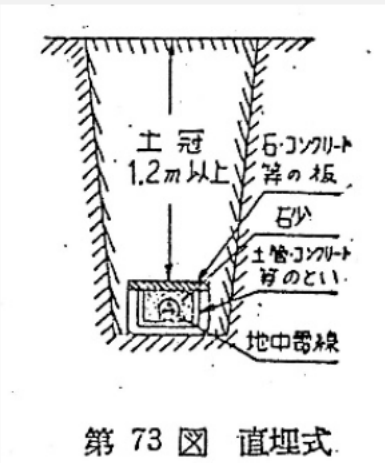

図Ⅱ.2.7　解説 120.4 図及び解説 120.5 図

（2）省令及び解釈の成り立ちの調査

a．旧省令等からの変遷

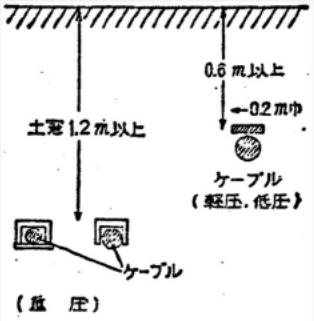
Ⅱ.2.1.1（3）b．のとおり、省令第 47 条及び解釈第 120 条は、電気工作物規定第 110 条、省令第 143 条及び解釈第 134 条がベースとなっていることから、電気工作物規定第 110 条、省令第 143 条、解釈第 134 条及び解釈第 120 条の記載内容について本文及び解説を比較し、解説図の変遷について確認を行った。

確認結果については、図Ⅱ.2.8 から図Ⅱ.2.12 を参照。

<table>
<tr><th>改正年</th><th>直接埋設式</th></tr>
<tr><td>昭和 29 年<br>(1954 年)</td><td>
第 110 条【地中電線路の一般工事方法】<br>
第 3 項<br>
　地中電線路を直接埋設式により施設する場合は、土冠を車両その他の重量物の圧力を受ける虞がある場所においては 1.2 メートル以上、その他の場所においては 60 センチメートル以上とし、石、コンクリート等の板またはといで地中電線の上部および側面をおおい損傷を防止しなければならない。ただし、低圧地中電線路を車両その他の重量物の圧力を受ける虞がない場所に施設する場合は、幅 20 センチメートル以上の堅ろうな木板等で地中電線の上部だけを覆い施設することができる。<br>
<br>
【解説】<br>
　第 3 項は、地中電線路を直接埋設式により施設する場合の一般工事方法を定めている。（第 73 図）但書に示された部分は歩道とか需要家構内の引込線の場合であって、線路の重要度を考え掘削の際、鶴嘴による損傷などを受けないよう地中電線路の上部だけ幅 20cm 以上の堅ろうな木板等でおおい施設することができる旨定めている。なお、道路法施工令第 11 条第 1 項には地下電線の頂部と路面の距離は車道の地下にあっては 0.8m 以下、歩道の地下にあっては、0.6m 以下としないことが示されている。<br>
<br>


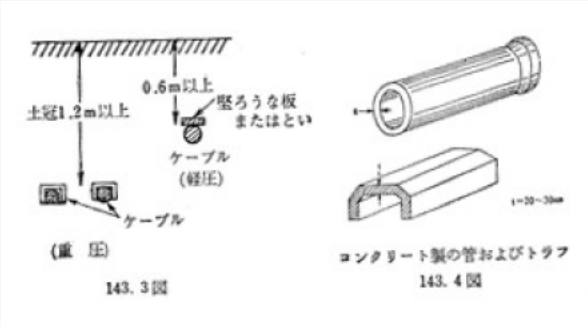
第 73 図　直埋式<br>
<br>
上部および側面の防護で良いが、下部まで防護した図となっている。
</td></tr>
</table>

図Ⅱ.2.8　旧省令等からの変遷（その１）

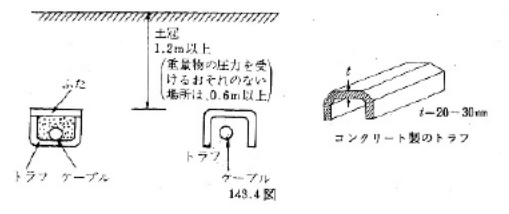
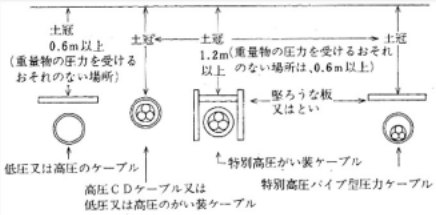
<table>
<tr><th>改正年</th><th>直接埋設式</th></tr>
<tr><td>昭和 38 年<br>(1963 年)</td><td>
第 110 条【地中電線路の一般工事方法】<br>
第３項<br>
　地中電線路を直接埋設式により施設する場合は、土冠を車両その他の重量物の圧力を受ける虞がある場所においては 1.2 メートル以上、その他の場所においては 60 センチメートル以上とし、かつ、地中電線をコンクリート製の堅ろうなトラフに収めて施設しなければならない。ただし、次の各号のいずれかに該当する場合は、地中電線をコンクリート製の堅ろうなトラフに収めることを要しない。<br>
一　低圧地中電線を車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがない場所において、地中電線の上部を幅 20 センチメートル以上の堅ろうな木板等でおおい施設する場合<br>
<br>
【解説】<br>
　第 3 項は、地中電線路を直接埋設式により施設する場合の一般工事方法を定めている。（第 110.2 図）<br>
第１号または第３号に示された部分は、歩道とか需要家構内の引込線等の場合、またはパイプ型圧力ケーブル（パイプタイプケーブルとも呼ばれる。）を使用する場合であって、いずれの場合も重量物の圧力等による損傷防護を考える必要はないので、単に鶴はしによる損傷などを受けないよう地中電線路の上部だけ幅 20cm 以上の堅ろうな木板等でおおい施設することができることとしている。<br>


110•2図 直接埋設式<br>
コンクリート製の堅ろうなトラフに収めた図が追加。
</td></tr>
</table>

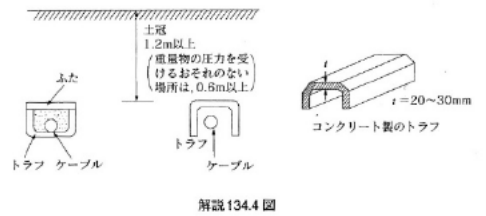
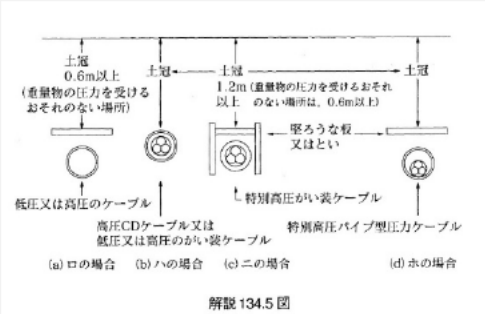
図Ⅱ.2.9　旧省令等からの変遷（その２）

| 改正年 | 直接埋設式 |
| --- | --- |
| 昭和 47 年<br>(1972 年) | 第 143 条【地中電線路の施設】<br>第 3 項<br>　地中電線路を直接埋設式により施設する場合は、土冠を車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがある場所においては 1.2m以上、その他の場所においては 60ｃｍ以上とし、かつ、地中電線をコンクリート製その他の堅ろうな管またはトラフに収めて施設しなければならない。ただし、次の各号のいずれかに該当する場合は、地中電線をコンクリート製その他の堅ろうな管またはトラフに収めることを要しない。<br>一　低圧または高圧の地中電線を車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがない場所において、その上部を堅ろうな板またはといでおおい施設する場合<br><br>【解説】<br>　第 3 項は、地中電線路を直接埋設式により施設する場合の一般工事方法を定めている。<br>　ここで、コンクリート製その他の管またはトラフとは、143.4 図のようなコンクリート製の管またはトラフを標準として考え、これと同等以上の強度を有するような合成樹脂製、金属製、陶磁製、*Pitch Fiber* 製の管またはトラフと解してよい。<br>　なお、ケーブルの埋設後道路舗装等のための掘削作業者に注意を喚起するため、直埋ケーブルの上方約 30ｃｍあたりに埋設ケーブルの存在を示すビニル等を入れることが望ましい。<br>　第 1 号に示された部分は、歩道とか需要家構内の引込線等の場合であって、重量物の圧力等による損傷防護を考える必要はないので、単に鶴はしによる損傷などを受けないよう地中電線路の上部だけを堅ろうな板またはといでおおい施設することができることとしている。堅ろうな板またはといには、合成樹脂製のものも含まれる。もちろん硬質ビニル管等の内部に収められていてもよい。<br><br>  <br><br>コンクリート製の管およびトラフの図（143.4 図）が追加。 |

図Ⅱ.2.10　旧省令等からの変遷（その３）

| 改正年 | 直接埋設式 |
| --- | --- |
| 平成４年<br>(1992 年) | 第 143 条【地中電線路の施設】<br>第４項<br>　地中電線路を直接埋設式により施設する場合は、土冠を車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがある場所においては 1.2m以上、その他の場所においては 60ｃｍ以上とし、かつ、地中電線を堅ろうなトラフその他の防護物に収めて施設しなければならない。ただし、次の各号のいずれかに該当する場合は、地中電線を堅ろうなトラフその他の防護物に収めることを要しない。<br>一　低圧又は高圧の地中電線を車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがない場所において、その上部を堅ろうな板又はといで覆い施設する場合<br><br>【解説】<br>　第４項は、直接埋設式（143.4 図）により施設する場合の要件を定めている。地中電線に加わる車両等の荷重による圧力を分散緩和するための土冠（埋設深さ）として、車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがある場所では 1.2m以上、おそれがない場所では 0.6m以上とした。原則として、地中電線を「堅ろうなトラフその他の防護物」に収めることを要する。「堅ろうなトラフその他の防護物」とは、143.4 図に示すような形状、構造のものをいう。その目的は、道路工事等に伴うつるはし、掘削機械等の衝撃に対する防護を期待するものである。<br>④基準で、管を用いるもの全てを管路式としたので、管を用いたものは第２項の管路式と解する。ただし書は、緩和規制である。第１号から第４号に適合するときは、「堅ろうなトラフその他の防護物」に収めなくてもよい（143.5 図）<br>　第１号の場合は、低圧又は高圧の地中電線を、重量物の圧力がない、すなわち、歩道とか需要家構内の場所で、代わりに「堅ろうな板又はとい」で地中電線の上部を覆った場合である。板又はといは、つるはし程度による損傷防止が目的である。<br><br>  <br><br>143.4 図<br><br>管は管路式へ移されたため管の図が削除。<br><br>  <br><br>143.5 図　ただし書 |

図Ⅱ.2.11　旧省令等からの変遷（その４）

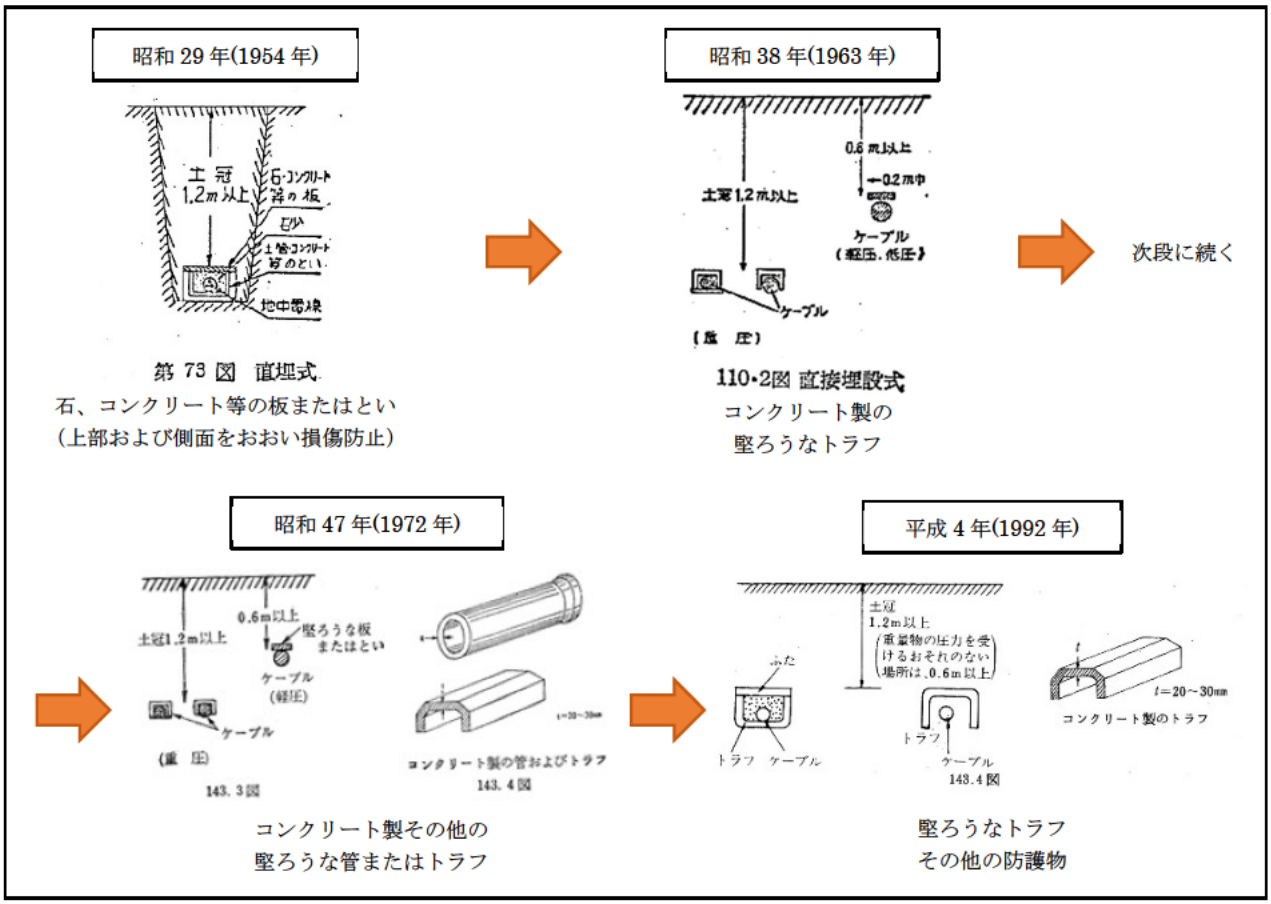
| 改正年 | 直接埋設式 |
| --- | --- |
| 平成 9 年<br>(1997 年) | 第 134 条【地中電線路の施設】<br>第 4 項<br>地中電線路を直接埋設式により施設する場合は、次の各号により施設すること。<br>一 地中電線は車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがある場所においては 1.2m以上、その他の場所においては 60ｃｍ以上の土冠で施設すること。ただし、使用するケーブルの種類、施設条件等を考慮し、これに加わる圧力に耐えるよう施設する場合はこの限りでない。<br>二 ケーブルを衝撃から防護するため、次のいずれかの方法により施設すること。<br>イ 地中電線を堅ろうなトラフその他の防護物に収める方法。<br>ロ 低圧又は高圧の地中電線を車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがない場所において、その上部を堅ろうな板又はといで覆い施設する方法<br>【解説】<br>第 4 項は、直接埋設式（解説 134.4 図）により施設する場合の要件を示している。第一号は、地中電線がこれに加わる車両等の荷重による圧力に耐えるための要件であって、必要な土冠として、車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがある場所では 1.2m以上、おそれがない場所では 0.6m以上としている。しかしながら、使用するケーブルの種類、施設条件によっては、これらの土冠によらずとも地中電線がこれに加わる車両等の荷重による圧力に耐えることが可能であることから、これも併記した。<br>第二号は、地中電線を道路工事等に伴うつるはし、掘削機械等による衝撃から防護することを期待し、その方法を示したものである。<br>イの「堅ろうなトラフその他の防護物」とは、解説 134.5 図に示すような形状、構造のものをいう。<br>ロは、低圧又は高圧の地中電線を、重量物の圧力がない、すなわち、歩道とか需要家構内の場所で、「堅ろうな板又はとい」で地中電線の上部を覆った場合である。板又はといは、つるはし程度による損傷防止が目的である（解説 134.5 図（a））。<br>  <br><br>解説134.4 図<br>変更なし。<br>  <br><br>解説 134.5 図 |

図Ⅱ.2.12　旧省令等からの変遷（その５）

b．省令及び解釈の成り立ちの調査結果

旧省令等からの解説図の変遷をまとめたものを図Ⅱ.2.13 に示す。

昭和 29 年の電気工作物規定では、「石、コンクリート等の板またはといで地中電線の上部および側面をおおい損傷を防止しなければならない。」と規定されているが、解説では、「地中電線路を直接埋設式により施設する場合の一般工事方法を定めている。」として、下部まで防護した解説図となっている。その後、改定を経て解釈では、堅ろうなトラフその他の防護物に収めて施設することとされているが、解説では下部まで防護した解説図が記載されたままである。




図Ⅱ.2.13　旧省令等からの解説図の変遷

（3）調査結果

直接埋設式の施設方法として解説に記載されている解説図のうち、下部まで防護した解説図は、昭和 29 年（1954 年）の時から記載されていた。しかし、当時の直接埋設式の防護においては、「地中電線の上部および側部をおおい損傷を防止すること」とされており、下部の防護までは規定されていない。

現在の解釈では、「堅ろうなトラフその他の防護物に収めること」とされており、下部までの防護は規定されていないものの、施工の優位性等から解説図（トラフにふたをした図）のとおり下部までを防護して施工されているものが多数存在していることから、解説図はそのまま残すことで良いと考える。

## ２．２　新素材や新製法など新技術を用いたケーブル調査

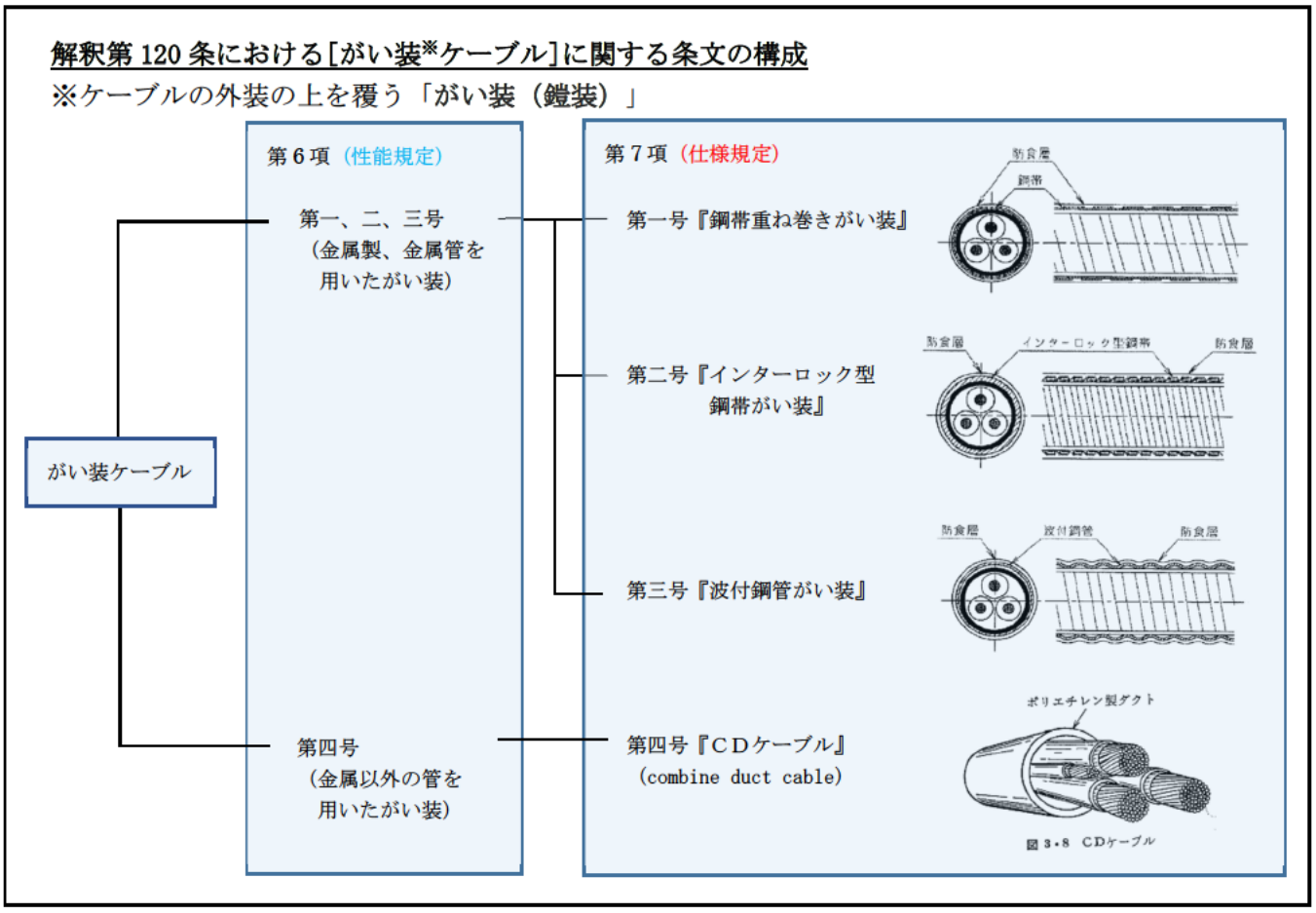
### （１）解釈第 120 条に規定されるがい装ケーブル

解釈第 120 条第 6 項は、同条第 4 項第二号ハにおけるがい装ケーブルの性能が規定されており、同条第 7 項は、がい装ケーブルの仕様が規定されている。

がい装ケーブルは、解釈第 120 条第 6 項に示されているとおり、公共及び設備保全のための必要な具体的数値を求めて性能を規定しているため、同条第 7 項に示されるがい装の仕様によらずとも、同条第 6 項に示される性能規定を満たせば、直接埋設式によりがい装を有するケーブルとして施設可能である。解釈第 120 条における第 6 項と第 7 項の構成を図Ⅱ.2.14 に示す。

近年において、IEC 等で認められている新素材や新製法など新技術を用いたケーブルを調査し、調査したケーブルが解釈第 120 条第 6 項で示される性能規定を満足できるかを確認する。

なお、満足できない場合は、現行の解釈第 120 条の見直しによる導入可否の可能性等についても検討を行う。




図Ⅱ.2.14　解釈第 120 条における第 6 項及び第 7 項の構成

（2）IEC 等に規定されるがい装ケーブル

IEC 60502-1 では、定格電圧 1kV から 3kV の絶縁電力ケーブル、IEC 60502-2 では、定格電圧 6kV から 30kV の絶縁電力ケーブルが規定されている。当該規定の中では、金属がい装ケーブルについても規定されており、解釈第 120 条で規定されていない平角線や丸線でのがい装が認められている。

なお、IEC 60502-1 や IEC 60502-2 において、平角線や丸線の強度に関する規定はなく、材質や厚さを規定するのみである。平角線がい装ケーブル及び丸線がい装ケーブルを図Ⅱ.2.15 に示す。

図Ⅱ.2.15　平角線がい装ケーブル及び丸線がい装ケーブル

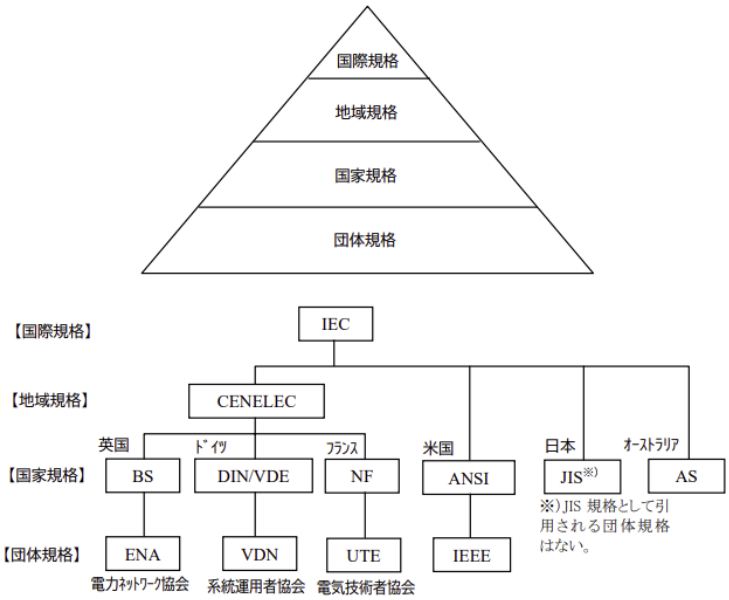
解釈第 120 条第 6 項では、「金属管以外のものを使用するものは、120-1 表に規定する値以上の厚さの鋼帯又は黄銅帯と同等以上の機械的強度を有するものをケーブルの外装又は線心の上に設け、全周を完全に覆う構造であること」と規定されており、上記の平角線がい装ケーブル及び丸線がい装ケーブルは、全周を完全に覆っていないため使用できない。

そのため、上記がい装ケーブルの海外での使用状況等を調査し、導入可否について検討する。

（3）規格の階層及び体系

規格の階層は、上から「国際規格」、「地域規格」、「国家規格」、「団体規格」で構成され、電気・電子に関係する国際規格として IEC 規格がある。IEC 規格は国際標準であって、地域規格や国家規格は IEC 規格に基づいて整備されており、イギリスでは BS 規格、フランスでは NF 規格、日本では JIS 規格などの国家規格が規定されている。

図Ⅱ.2.16 に規格の階層及び体系を示す。




出典）　電力技術基準の国際比較と技術協力方針（プロジェクト研究）ファイナルレポート（2006 年 3 月）

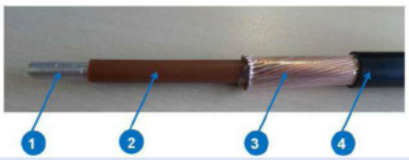
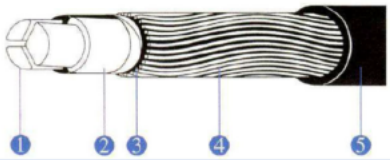
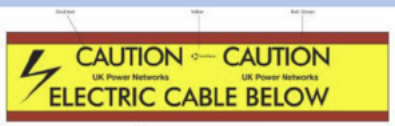
図Ⅱ.2.16　規格の階層及び体系

（4）海外で直接埋設に使用されるケーブル

「平成 26 年度海外における無電柱化実態調査報告」にて、イギリス、フランスにおける配電用地中ケーブルについて報告されている。それぞれ使用されているケーブル規格、使用ケーブル例、防護例等を抽出し、表Ⅱ.2.2 及び表Ⅱ.2.3 に示す。

イギリス、フランスでは配電用地中ケーブルとして、IEC 規格の他にそれぞれの国で規定された国家規格のケーブルを使用している。

表Ⅱ.2.2　イギリス、フランスにおける配電用地中ケーブル（その１）

| | イギリス | フランス |
|---|---|---|
| ケーブル規格 | IEC 60840（33kV より上）<br>BS　7870（33kV 以下） | NF C 33-226（20kV）<br>NF C 33-210（低圧） |
| 使用ケーブル例 | Underground Cable Design – Low Voltage Service (240/415V)<br>  <br>1. Round solid aluminium conductor.<br>2. XLPE Insulation.<br>3. Copper helical screen (Neutral/earth conductor) plus plastic binder tape<br>4. PVC Outer Sheath.<br>NB. This type of cable is also used for short distance overhead line services.<br>英国　低圧ケーブル（引き込み線）　出典）UKPN資料<br><br>Underground Cable Design – Low Voltage Mains – Waveform - (230/400V)<br>  <br>1. Sector shaped solid aluminium conductors.<br>2. XLPE Insulation<br>3. Soft rubber bedding layer<br>4. "Waveform" copper or aluminium wire screen (neutral/earth conductor)<br>5. PVC Outer Sheath<br>英国　低圧ケーブル（幹線）　出典）UKPN資料 | <br><br>• 保護被覆の仕様は各メーカ独自の仕様を採用<br>• 保護被覆の材質はポリエチレン<br>• 耐水性向上のためアルミラミネートによる遮水構造を採用<br>フランス　20kVケーブル（保護被覆付きケーブル）　出典）ERDF資料<br><br> <br>• 布設時に保護繊維を縦添えしている<br>• 土壌と一体化することにより熱放散を向上させ、管路布設より許容電流の低下を抑制<br>フランス　20kVケーブル（後付けの保護繊維方式ケーブル）<br>出典）ERDF資料 |
| 防護例 | 高圧ケーブルにおいては、砂とセメントを 14:1 で混ぜたものでケーブルを保護。低圧ケーブルにおいては、砂でケーブルを保護。 | 砂地以外に直接埋設する場合、保護被覆付きケーブル、敷設時に保護繊維を縦添えしているケーブルを採用。 |
| 警告標識 | ケーブルの 20cm 上方に警告板を布設 | ケーブルの 20cm 上方に警告網を布設 |
| 警告標識例 |  <br><br>警告標識の例<br>出典）UKPN資料 | <br>警告網の例 |

出典）平成 26 年度海外における無電柱化実態調査報告

## 表Ⅱ.2.3　イギリス、フランスにおける配電用地中ケーブル（その２）

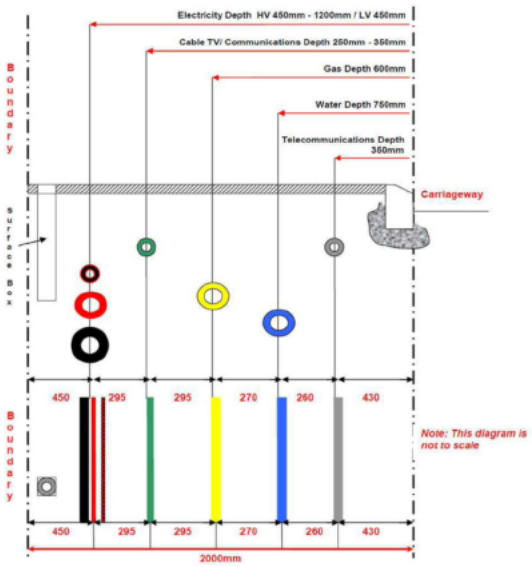
### 埋設深さ

#### イギリス

表　地表面からケーブル頂上部までの推奨最低埋設深さ

| 電圧階級 | 最低埋設深さ | |
|---|---|---|
| | 歩道／路肩 | 車道 |
| 低圧 | 45cm | 60cm |
| 高圧 | 45～120cm | 75～120cm |

図　2mの歩道における埋設物の推奨位置




出典）図、表いずれも、NJUG Guidelines on the Positioning and Colour Coding of Underground Utilities' Apparatus 2013

#### フランス

表　ケーブルの最低埋設深さ

| 電圧 | 歩道(cm) | 車道(cm) |
|---|---|---|
| 低圧、20kV | 60～80（トレンチ深さ：80～100） | 80～110（トレンチ深さ：100～130） |

出典）NF P98-332(2005)より作成

表　電力ケーブルと他埋設物との離隔距離の基準

| 設備 | 並行に設置する場合(cm) | 交差して設置する場合(cm) |
|---|---|---|
| 下水道 | | |
| ・本管(ケーブル直径<0.70m)との離隔 | 40 | 20 |
| ・本管(ケーブル直径>0.70m)との離隔 | 50 | 20 |
| ・継ぎ手(PVC, PE-HD etc.)との離隔 | 35 | 20 |
| ・継ぎ手(鋳鉄、コンクリート etc.)との離隔 | 40 | 20 |
| 上水道(引込管) | | |
| ・管路とその付属品との離隔 | 40 | 20 |
| ・継ぎ手(PVC, PE-HD etc.)との離隔 | 20 | 20 |
| ・継ぎ手(鋳鉄、コンクリート etc.)との離隔 | 40 | 20 |
| 上水道(本管) | | |
| ・管路とその付属品との離隔 | 60 | 20 |
| 電力 | | |
| ・配電系統との離隔 | 20 | 20 |
| ・送電系統との離隔 | 20 | 20 |
| ガス | | |
| ・本管との離隔 | 50 | 50 |
| ・引込管との離隔 | 20 | 20 |
| 通信 | | |
| ・管路により布設されている場合の離隔 | 20 | 20 |
| ・直接埋設により布設されている場合の離隔 | 50 | 20 |

出典）NF P98-332(2005)より作成

### 埋設例

#### イギリス

図　低圧ケーブルの埋設

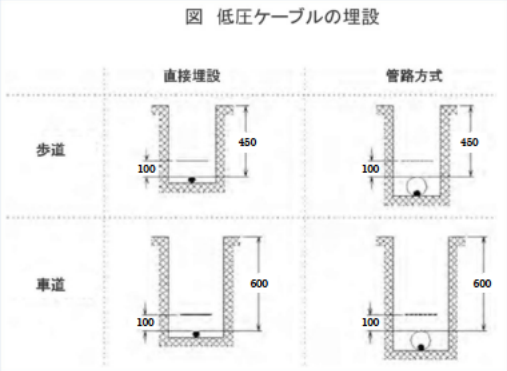
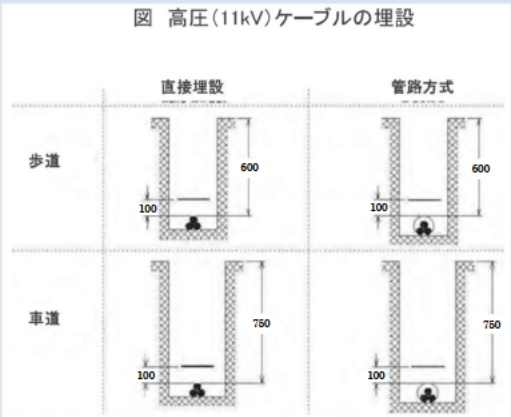


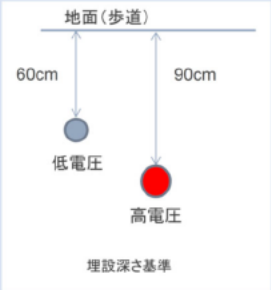

図　高圧(11kV)ケーブルの埋設



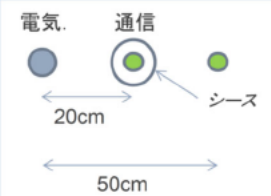

注1)図中の－は警告標識(低圧の管路方式の場合はオプション)
注2)図中、警告標識はケーブル上方10cmに記載されているのは間違いで、正しくは20cm

出典)Excavation and Cable Installation Manual、UKPN、2012

#### フランス




埋設深さ基準




離隔距離基準

出典）パリ市資料

出典）平成 26 年度海外における無電柱化実態調査報告

（5）調査結果

日本で規定されていない全周を完全に覆っていないがい装ケーブルは、イギリスで直接埋設用ケーブルとして使用実績があることを確認した。

当該ケーブルは、埋設深さに関して日本のがい装ケーブルと同様もしくは浅く埋設されており、警告表示に関しても日本と同様である。しかしながら、当該ケーブルの防護方法は低圧ケーブルにおいては砂での埋設、高圧ケーブルにおいては砂とセメントの混合物での埋設を基本としている。

一方で、解釈第 120 条第 4 項では、がい装ケーブルの防護方法についての記載が無いため、ケーブル損傷防止の観点から全周を完全に覆っていないがい装ケーブルを解釈等へそのまま取り込むことは困難である。

（6）課題

日本で規定されていない全周を完全に覆っていないがい装ケーブルを解釈等へ取り込むためには、がい装が解釈 120-1 表に規定する値以上の厚さの鋼帯又は黄銅帯と同等以上の機械的強度を有しているか、防護が無い状態でケーブルが損傷しないか等を確認する実証試験が必要である。その上で、解釈第 120 条第 6 項第二号にある「全周を完全に覆う構造であること」の部分について、改正が必要である。

参考文献

（１）電力系統関連設備形成等調査事業(海外における無電柱化に関する調査)調査報告書、三菱総合研究所、2015 年

（２）電力系統関連設備形成等調査事業（直接埋設等におけるケーブル性能試験に係る調査）調査報告書、関電工、2015 年

（３）平成 27 年度電力系統関連設備形成等調査事業（直接埋設におけるケーブル外傷等に係る調査）報告書、日本電気協会、2016 年

（４）平成 28 年度電力系統関連設備形成等調査事業（直接埋設による電線地中化工法の実用性調査）報告書、日本電気協会、2017 年

（５）平成 29 年度電力系統関連設備形成等調査事業（直接埋設による電線地中化工法の実用性調査）報告書、日本電気協会、2018 年

（６）平成 30 年度電力需給・系統関連調査（直接埋設による電線地中化工法の実用性調査）報告書、日本電気協会、2019 年

（７）令和元年度エネルギー需給構造高度化対策に関する調査（直接埋設による電線地中化工法の実用性等調査）直接埋設による電線地中化工法の実用性調査報告書、日本電気協会、2020 年

（８）無電柱化低コスト手法の技術検討に関する中間とりまとめ、無電柱化低コスト手法技術検討委員会、2015 年

（９）電力技術基準の国際比較と技術協力方針（プロジェクト研究）ファイナルレポート、国際協力機構（JICA）、2006 年

（10）平成 18 年度技術基準適合評価委員会報告書、日本電気協会技術基準適合評価委員会、2007 年

# 添付資料

添付資料１：電気設備の技術基準の解釈及び解説　改正案＜参考＞
添付資料2:JESC E60XX(20XX)　直接埋設式(砂巻き)による低圧地中電線の施設　(案)

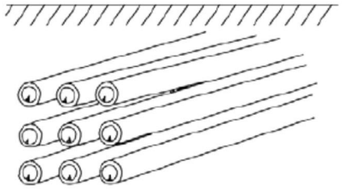
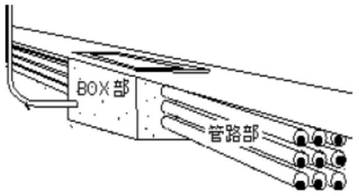
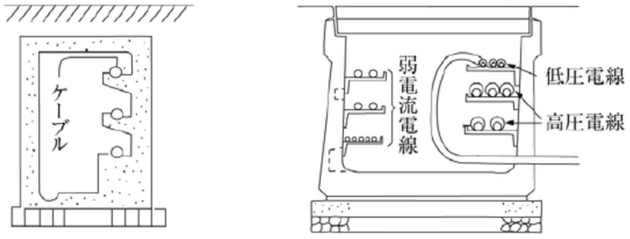
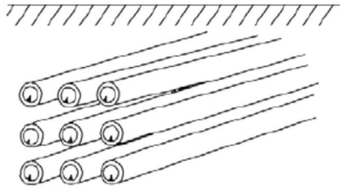
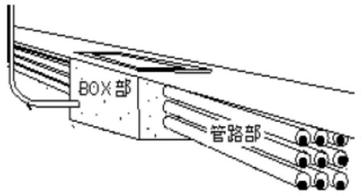
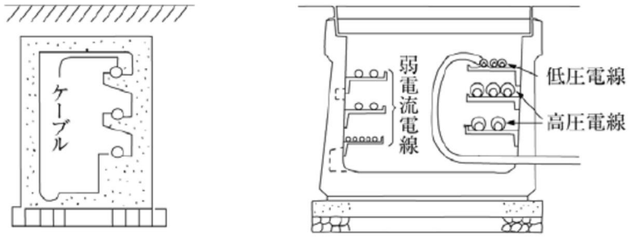
# 電気設備の技術基準の解釈及び解説　改正案＜参考＞

添付資料１

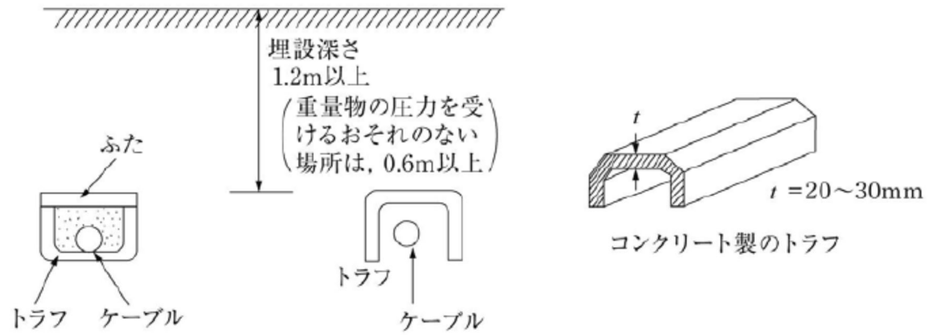
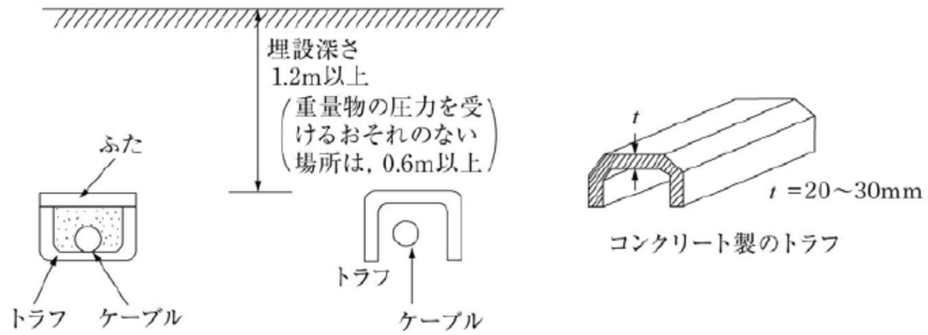
電技解釈第 120 条【地中電線路の施設】

| 現　　行　　（変更箇所……） | 改　　正　　案　　（変更箇所＿＿＿＿） | 備考 |
|---|---|---|
| 第6節 地中電線路 | 第6節 地中電線路 | |
| 【地中電線路の施設】（省令第21条第2項、第47条）<br>第120条 地中電線路は、電線にケーブルを使用し、かつ、管路式、暗きょ式又は直接埋設式により施設すること。<br>なお、管路式には電線共同溝（C.C.BOX）方式を、暗きょ式にはキャブ（電力、通信等のケーブルを収納するために道路下に設けるふた掛け式のU字構造物）によるものを、それぞれ含むものとする。 | 【地中電線路の施設】（省令第21条第2項、第47条）<br>第120条 地中電線路は、電線にケーブルを使用し、かつ、管路式、暗きょ式又は直接埋設式により施設すること。<br>なお、管路式には電線共同溝（C.C.BOX）方式を、暗きょ式にはキャブ（電力、通信等のケーブルを収納するために道路下に設けるふた掛け式のU字構造物）によるものを、それぞれ含むものとする。 | |
| ～中略～ | ～中略～ | |
| 4 地中電線路を直接埋設式により施設する場合は、次の各号によること。<br>一 地中電線の埋設深さは、車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがある場所においては1.2m以上、その他の場所においては0.6m以上であること。ただし、使用するケーブルの種類、施設条件等を考慮し、これに加わる圧力に耐えるよう施設する場合はこの限りでない。 | 4 地中電線路を直接埋設式により施設する場合は、次の各号によること。<br>一 地中電線の埋設深さは、車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがある場所においては1.2m以上、その他の場所においては0.6m以上であること。ただし、民間規格評価機関（日本電気技術規格委員会）が承認した「直接埋設式（砂巻き）による低圧地中電線の施設」の規定により施設する場合等、使用するケーブルの種類、施設条件等を考慮し、これに加わる圧力に耐えるよう施設する場合はこの限りでない。 | ・JESCの引用を追加 |
| 二 地中電線を衝撃から防護するため、次のいずれかにより施設すること。<br>イ 地中電線を、堅ろうなトラフその他の防護物に収めること。<br>ロ 低圧又は高圧の地中電線を、車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがない場所に施設する場合は、地中電線の上部を堅ろうな板又はといで覆うこと。<br>ハ 地中電線に、第6項に規定するがい装を有するケーブルを使用すること。さらに、地中電線の使用電圧が特別高圧である場合は、堅ろうな板又はといで地中電線の上部及び側部を覆うこと。<br>ニ 地中電線に、パイプ型圧力ケーブルを使用し、かつ、地中電線の上部を堅ろうな板又はといで覆うこと。 | 二 地中電線を衝撃から防護するため、次のいずれかにより施設すること。<br>イ 地中電線を、堅ろうなトラフその他の防護物に収めること。<br>ロ 低圧又は高圧の地中電線を、車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがない場所に施設する場合は、地中電線の上部を堅ろうな板又はといで覆うこと。<br>ハ 地中電線に、第6項に規定するがい装を有するケーブルを使用すること。さらに、地中電線の使用電圧が特別高圧である場合は、堅ろうな板又はといで地中電線の上部及び側部を覆うこと。<br>ニ 地中電線に、パイプ型圧力ケーブルを使用し、かつ、地中電線の上部を堅ろうな板又はといで覆うこと。<br>ホ 民間規格評価機関（日本電気技術規格委員会）が承認した「直接埋設式（砂巻き）による低圧地中電線の施設」の規定により施設すること。 | ・防護に関してJESCの規定を追加 |
| 三 第2項第二号の規定に準じ、表示を施すこと。 | 三 第2項第二号の規定に準じ、表示を施すこと。 | ・三の表示については、JESC内で表示について記載しているため、ここであえて触れる必要はないため、変更なしとした。 |

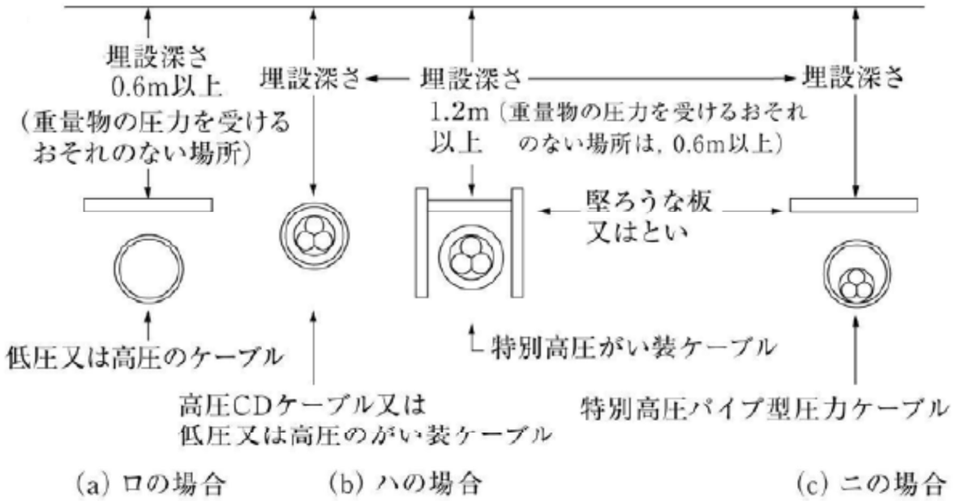
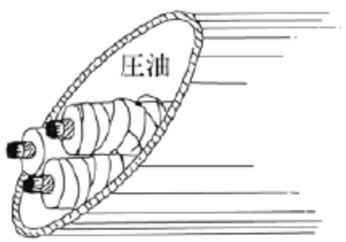
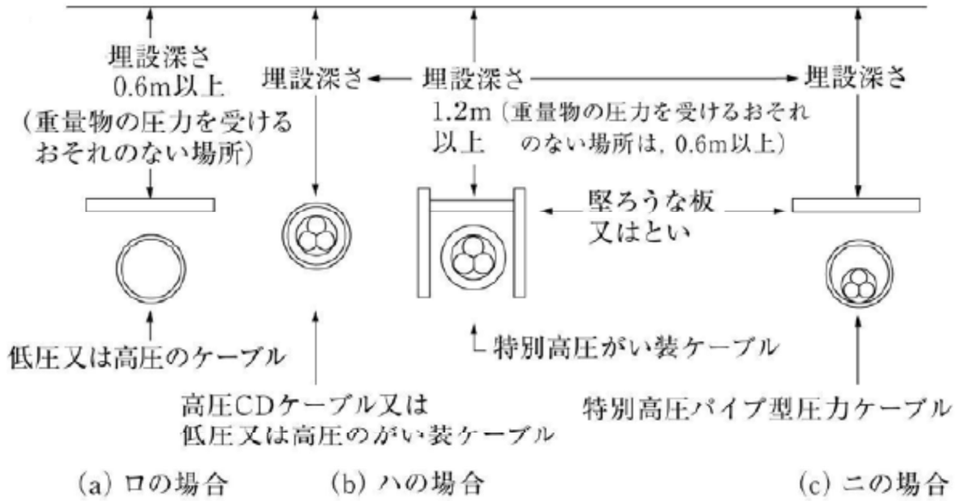
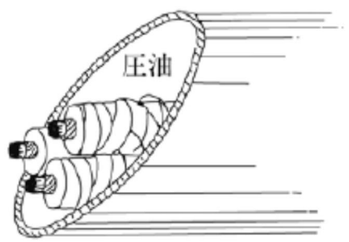
# 電気設備の技術基準の解釈及び解説　改正案＜参考＞

| 現　　行　　（変更箇所……） | 改　　正　　案　　（変更箇所＿＿＿＿） | 備考 |
|---|---|---|
| **第6節 地中電線路**<br><br>第120条【地中電線路の施設】<br>〔解 説〕 本条は、地中電線路の施設方式及びその要件を示したものである。<br>第1項は、使用する電線及び施設方式を規定している。電線は、第9条、第10条又は第11条の基準に適合するケーブルとし、施設方式は、管路式、暗きょ式又は直接埋設式によることとしている。<br>管路式（→解説120.1図、解説120.2図）は、④基準で定めたもので、④基準以前における管路引入れ式を含め、管を用いるものは全て管路式とした。なお、配電線等の地中化のために施設されている電線共同溝（C.C.BOXとも称する。解説120.2図）については、管路式に含まれ、特殊部（電線を宅地内等へ分岐するため、電線を接続するため又は地上機器を設置するため等に設けるもの）については地中箱として取り扱うこととしている。<br>暗きょ式（→解説120.3図）は、内部に地中電線を施設できる空間を有する構造物による方式をいい、共同溝などが一般的である。また、配電線等の地中化のために施設されているキャブ（CAB：Cable Boxの略称、電力、通信等のケーブルを収納するために道路下に設けるふた掛け式のU字構造物）（→解説120.3図右）は、ふた自体が道路構造物の一部で、ふた表面を地表と解釈することが合理的であることから、暗きょ式の中に含めて取り扱うこととしている。<br>直接埋設式（→解説120.4図）は、原則として地中電線に堅ろうなトラフ等の防護を施し、一定の深さに埋設する方式をいう。<br>  <br>解説120. 1図<br>  <br><br>解説120. 2図<br>  <br><br>解説120. 3図 | **第6節 地中電線路**<br><br>第120条【地中電線路の施設】<br>〔解 説〕 本条は、地中電線路の施設方式及びその要件を示したものである。<br>第1項は、使用する電線及び施設方式を規定している。電線は、第9条、第10条又は第11条の基準に適合するケーブルとし、施設方式は、管路式、暗きょ式又は直接埋設式によることとしている。<br>管路式（→解説120.1図、解説120.2図）は、④基準で定めたもので、④基準以前における管路引入れ式を含め、管を用いるものは全て管路式とした。なお、配電線等の地中化のために施設されている電線共同溝（C.C.BOXとも称する。解説120.2図）については、管路式に含まれ、特殊部（電線を宅地内等へ分岐するため、電線を接続するため又は地上機器を設置するため等に設けるもの）については地中箱として取り扱うこととしている。<br>暗きょ式（→解説120.3図）は、内部に地中電線を施設できる空間を有する構造物による方式をいい、共同溝などが一般的である。また、配電線等の地中化のために施設されているキャブ（CAB：Cable Boxの略称、電力、通信等のケーブルを収納するために道路下に設けるふた掛け式のU字構造物）（→解説120.3図右）は、ふた自体が道路構造物の一部で、ふた表面を地表と解釈することが合理的であることから、暗きょ式の中に含めて取り扱うこととしている。<br>直接埋設式（→解説120.4図）は、原則として地中電線に堅ろうなトラフ等の防護を施し、一定の深さに埋設する方式をいう。<br>  <br>解説120. 1図<br>  <br><br>解説120. 2図<br>  <br><br>解説120. 3図 | |

# 電気設備の技術基準の解釈及び解説　改正案＜参考＞

| 現　　行　（変更箇所……） | 改　正　案　（変更箇所＿＿＿＿） | 備考 |
|---|---|---|
|  <br>解説120. 4図<br><br>～中略～<br><br>**第4項**は、直接埋設式（→解説120.4図）により施設する場合の要件を示している。<br>　**第一号**は、地中電線がこれに加わる車両等の荷重による圧力に耐えるための要件であって、必要な埋設深さとして、車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがある場所では1.2m以上、その他の場所では0.6m以上としている。~~しかし、使用するケーブルの種類、施設条件によっては、これらの埋設深さによらずとも地中電線がこれに加わる車両等の荷重による圧力に耐えることが可能であることから、これも併記した。~~<br><br>　**第二号**は、地中電線を道路工事等~~に伴うつるはし、掘削機械等による~~衝撃から防護することを期待し、その方法を示したものである。<br><br>　**イ**の「堅ろうなトラフその他の防護物」とは、解説120.4図又は解説120.5図に示すような形状、構造のものをいう。<br>　**ロ**は、低圧又は高圧の地中電線を、重量物の圧力がない、すなわち、歩道又は需要家構内等の場所で、「堅ろうな板又はとい」で地中電線の上部を覆った場合である~~。板又はといは、つるはし程度のものによる損傷防止が目的である~~（→解説120.5図（a））。<br>　**ハ**は、低圧又は高圧の地中電線として、第6項に示すがい装（鎧装）を有するケーブルを使用する場合は、そのまま地中に埋設できることを示している（→解説 |  <br>解説120. 4図<br><br>～中略～<br><br>**第4項**は、直接埋設式（→解説120.4図）により施設する場合の要件を示している。<br>　**第一号**は、地中電線がこれに加わる車両等の荷重による圧力に耐えるための要件であって、必要な埋設深さとして、車両その他の重量物の圧力を受けるおそれがある場所では1.2m以上、その他の場所では0.6m以上としている。これまで、使用するケーブルの種類、施設条件によっては、地中電線がこれに加わる車両等の荷重による圧力に耐えることが可能である場合は、これらの埋設深さによらないとしてきたが、低圧の地中電線において電線周囲を砂巻きにて施設する等、民間規格評価機関（日本電気技術規格委員会）が承認した「直接埋設式（砂巻き）による低圧地中電線の施設」の規定により施設した場合は、埋設深さの浅層化が可能であることが確認されたことから、その施設方法の一つとして追加したもの。<br>　**第二号**は、地中電線を道路工事等の衝撃から防護することを期待し、その方法を示したものである。<br>　なお、つるはしや掘削機械の刃が直接打ち込まれる不測の事態に対し、防護物に万全の強度を求めることは、物理的に又は経済的に極めて現実的ではないため、要求していない。<br>　**イ**の「堅ろうなトラフその他の防護物」とは、解説120.4図又は解説120.5図に示すような形状、構造のものをいう。<br>　**ロ**は、低圧又は高圧の地中電線を、重量物の圧力がない、すなわち、歩道又は需要家構内等の場所で、「堅ろうな板又はとい」で地中電線の上部を覆った場合である（→解説120.5図（a））。<br><br>　**ハ**は、低圧又は高圧の地中電線として、第6項に示すがい装（鎧装）を有するケーブルを使用する場合は、そのまま地中に埋設できることを示している（→解説 | ・JESCの追加に伴い追加したことを記載。今後のJESCの改正に伴う修正を避けるために、定量的表現を避け、定性的表現とした。<br>・つるはし、掘削機械等による衝撃からの防止によらないこととした。<br>・管路式の記載に合わせ、防護物に万全の強度を要求しないこととした。<br><br>・つるはし程度による損傷防止によらないこととした。 |

# 電気設備の技術基準の解釈及び解説　改正案＜参考＞

| 現　　行　　（変更箇所……） | 改　　正　　案　　（変更箇所＿＿＿＿） | 備考 |
|---|---|---|
| 120.5図(b)左）。特別高圧の地中電線として使用する場合には、「堅ろうな板又はとい」で、地中電線の上部と側部を覆うこととしている（→解説120.5図(b)右）。<br>ニは、パイプ型圧力ケーブルを地中電線として使用する場合には、「堅ろうな板又はとい」で、地中電線の上部を覆うこととしている（→解説120.5図(c)）。パイプ型圧力ケーブルは、内圧及び外部からの機械力に対し十分な強度を有する相当な肉厚の鋼管に、第122条に示す加圧装置で、絶縁油又は絶縁ガスを充てん加圧する構造のものであり、規格は特に定めていない（→解説120.6図）。建設費が高いので一般に低高圧のものはない。<br><br>第三号の表示方法については、第2項第二号の解説を参照されたい。<br>  <br><br>解説120.5図<br>  <br><br>解説120.6図 | 120.5図(b)左）。特別高圧の地中電線として使用する場合には、「堅ろうな板又はとい」で、地中電線の上部と側部を覆うこととしている（→解説120.5図(b)右）。<br>ニは、パイプ型圧力ケーブルを地中電線として使用する場合には、「堅ろうな板又はとい」で、地中電線の上部を覆うこととしている（→解説120.5図(c)）。パイプ型圧力ケーブルは、内圧及び外部からの機械力に対し十分な強度を有する相当な肉厚の鋼管に、第122条に示す加圧装置で、絶縁油又は絶縁ガスを充てん加圧する構造のものであり、規格は特に定めていない（→解説120.6図）。建設費が高いので一般に低高圧のものはない。<br>ホは、民間規格評価機関（日本電気技術規格委員会）が承認した「直接埋設式（砂巻き）による低圧地中電線の施設」の規定により施設した場合は、その規定に従い防護することを追加した。<br><br>第三号の表示方法については、第2項第二号の解説を参照されたい。<br>  <br><br>解説120.5図<br>  <br><br>解説120.6図 | ・ホ JESC追加に伴い追記した理由を記載 |

添付資料２

# （案）

# ＪＥＳＣ

## 直接埋設式（砂巻き）による
## 低圧地中電線の施設

JESC E60××（20××）

令和３年×月×日

日本電気技術規格委員会

一般社団法人日本電気協会　配電専門部会

# 目　次

「直接埋設式（砂巻き）による低圧地中電線の施設」
JESC　E60××（20××）……1

JESC　E60××
（直接埋設式（砂巻き）による低圧地中電線の施設）解説

１．制定経緯……2
２．制定根拠……3
３．規格の説明……18

日本電気技術規格委員会規格について……20
規格制定に参加した委員の氏名……21

日本電気技術規格委員会規格
「直接埋設式（砂巻き）による低圧地中電線の施設」
ＪＥＳＣ　Ｅ６０××（２０××）

## １．適用範囲

この規格は，地中電線路の直接埋設式による施設のうち，直接埋設式（砂巻き）により低圧地中電線を施設する場合の要件について規定する。

## ２．引用規格

JIS C 3605(2002)「600V ポリエチレンケーブル」

## ３．技術規定

一　直接埋設式（砂巻き）により低圧の地中電線を施設する場合は，次の各号によること。

イ　砕石等によるケーブル損傷を防止するため，ケーブルの周囲 10cm 以上を最大粒径 5mm の砂で巻いて施設すること。

ロ　施設する場所は，車両その他の重量物の圧力が交通量の少ない生活道路（舗装設計交通量 250 台／日・方向未満の道路）相当以下とすること。
ただし，一般用電気工作物が設置された需要場所等を除く。

ハ　本規定で施設できるケーブルは，電気設備の技術基準の解釈 第 9 条第 2 項 9－3 表のケーブルのうち，ビニル外装ケーブル及びポリエチレン外装ケーブルとし，JIS C 3605（2002）で規定された外装厚さに 0.5mm 加えた厚さとすること。

二　地中電線を衝撃から防護するために，地中電線の上部を堅ろうな板又はといで覆うこと。

ホ　次により表示を施すこと。

（イ）物件の名称，管理者名及び電圧（需要場所（ロで除外される需要場所等を除く。）に施設する場合にあっては，物件の名称及び管理者名を除く。）を表示すること。

（ロ）おおむね 2m の間隔で表示すること。ただし，他人が立ち入らない場所又は当該電線路の位置が十分に認知できる場合は，この限りでない。

二　第一号の規定により施設する場合は，低圧地中電線の埋設深さを，0.35m 以上とすることができる。

## ＪＥＳＣ Ｅ６０××（直接埋設式（砂巻き）による低圧地中電線の施設）解説

### １．制定経緯

地中電線路は架空電線路と比較し工事費が割高であることから，コスト低減の一方策として直接埋設方式の実用性等について，調査研究等が実施されてきた。一方，電気事業法において安全に地中電線路を設置するため，電気設備に関する技術基準を定める省令（以下「省令」という。）第21条第2項，第47条が要求する性能を満たす具体的な手法については，近年実施された調査研究等を踏まえて示す必要がある。

このため，令和２年度新エネルギー等の保安規制高度化事業委託調査（地中電線路に係る直接埋設式の埋設深さ及び施設等の妥当性調査）について，経済産業省電力安全課より一般社団法人日本電気協会が受託し，「地中電線路に係る直接埋設式の埋設深さ及び施設等の妥当性調査委員会」（21ページ，「規格制定に参加した委員の氏名」参照）を設置し，低圧地中電線に係る埋設深さ及び施設等の妥当性調査について着手した。

調査は，平成26年度直接埋設等におけるケーブル性能試験に係る調査～令和元年度直接埋設による電線地中化工法の実用性等調査までの委託事業及び平成26年度電力系統関連設備形成等調査事業：(海外における無電柱化に関する調査）調査報告書，無電柱化低コスト手法技術検討委員会等，これまで実施された直接埋設式に係る委託事業等の中から，直接埋設式で施設する場合の低圧ケーブルの埋設深さに関係する知見・検証結果を整理し，再検討することで，埋設深さの妥当性について調査を行った。

調査の結果，過去の検証結果より，使用するケーブルの種類，施設条件により車両等による重量物の影響が軽減される場合は，低圧ケーブルの浅層化が可能であることを確認した。

以上より，省令の主旨を踏まえ，実態に即した施設要件を検討し，直接埋設式（砂巻き）による低圧地中電線の施設について「地中電線路に係る直接埋設式の埋設深さ及び施設等の妥当性調査委員会」で規格案を作成，配電専門部会，JESCの審議を経て，本規格を制定した。

## ２．制定根拠

低圧地中電線に係る埋設深さ及び施設等の妥当性調査に関して，以下のように調査・検討した。

（１）砂巻きによる施設

ビニル外装ケーブル及びポリエチレン外装ケーブルについて，30 年相当の車両走行を模擬した長期性能評価等を実施した結果，ケーブルの埋設材に砕石（最大粒径 30mm：粒度調整砕石 M-30）を使用した場合では，ビニルとポリエチレンともに，ケーブル外装を貫通する外傷を確認した。また，ケーブルの埋設材に砂（最大粒径 5mm〔一般的に流通している砂の粒度〕，周囲 10cm 以上。以下，「砂巻き」という）を使用した場合では，ケーブル外装を貫通する外傷はなかった。このため，耐外傷性能を維持する上で砂巻き（図 1）が必要である（平成 28 年度直接埋設による電線地中化工法の実用性調査（以下「平成 28 年度調査」という。）による）。

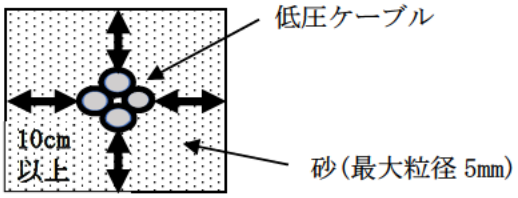


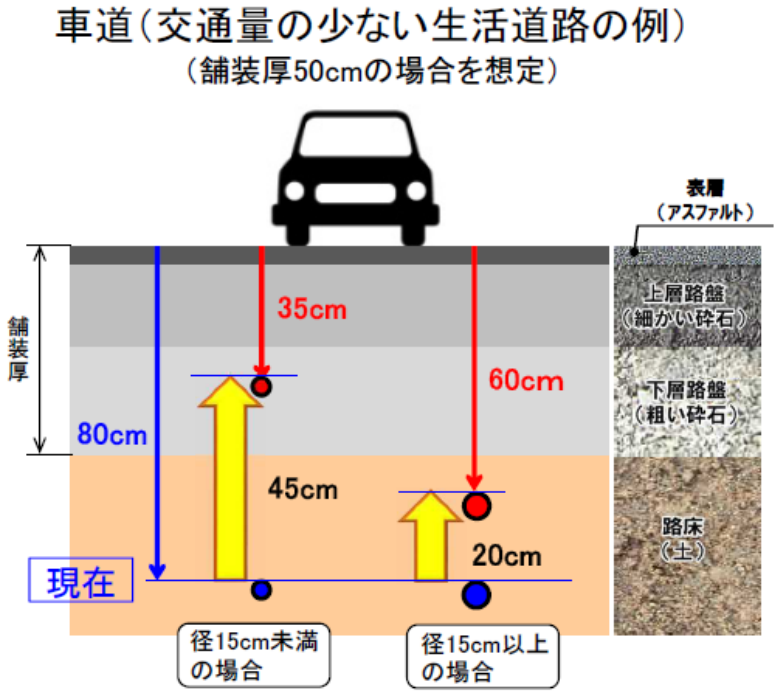

図１　砂巻きによるケーブル保護

（２）埋設場所

「電線を道路の地下に設ける場合における埋設の深さ等について」（国土交通省道路局 平成 28 年 2 月 22 日）通知（以下「平成 28 年国交省通知」という。），及び「電線等の埋設物に関する設置基準」の緩和について（国土交通省道路局 平成 28 年 2 月 22 日）プレスリリースにより，電線類の埋設深さ等が以下のとおり示されている。

> ３　埋設深さ
>
> （１）　電線を車道の地下に設ける場合
>
> 電線の頂部と路面との距離は，当該電線を設ける道路の舗装の厚さ（路面から路盤の最下面までの距離をいう。以下同じ。）に０．１メートルを加えた値以下としないこと。ただし，舗装設計交通量が２５０台／日・方向未満の場合において，ケーブル及び径１５０ミリメートル未満の管路を設置する場合においては，下層路盤の上面より０．１メートル以下としないこと。

出典）平成 28 年国交省通知



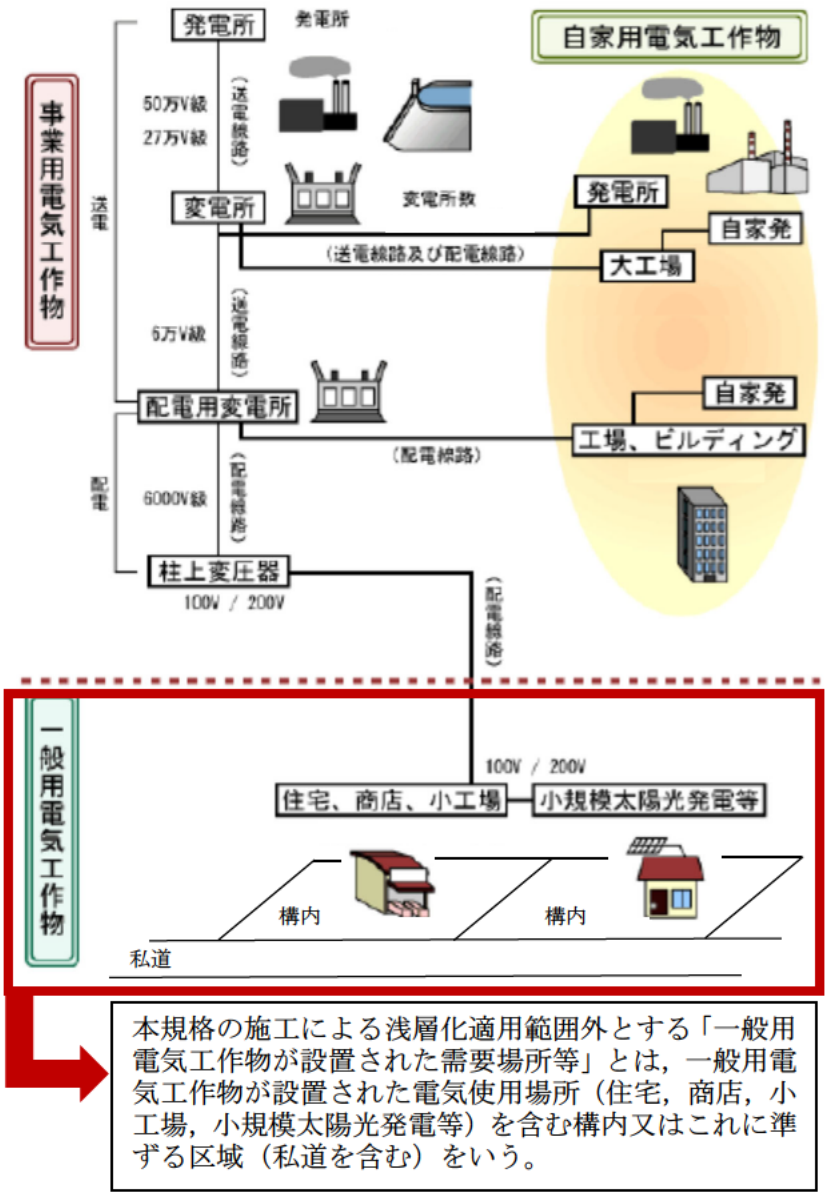

出典）国土交通省道路局　平成 28 年 2 月 22 日 プレスリリース

図 2　「電線等の埋設物に関する設置基準」の緩和について

これを踏まえ平成 28 年度調査では，交通量の少ない生活道路（舗装設計交通 250 台／日・方向未満の道路）を設定し検証を実施した。

検証の結果，「電気試験及び機械強度試験（引張試験）」，「耐外傷試験」とも結果「良」であることを確認した。

なお，一般用電気工作物については，一般用電気工作物の設置場所が主として一般家庭であり，一般的に電気保安に対する専門的知識が浅い者が所有又は占有しているため，事業用電気工作物とは異なる保安体制がとられている。すなわち，一般用電気工作物の保安責任はその所有者又は占有者にある一方で，電気を供給する者に調査義務等を課すことにより，一般家庭等における電気の保安を図ろうとするものである。このような実態を踏まえ，一般用電気工作物の電気保安の確保上，一般用電気工作物が設置された需要場所等（以下「需要場所等」という。）（図 3）は，本規格の施工による浅層化に伴う感電リスク等を鑑み，適用範囲から除外することとした。




本規格の施工による浅層化適用範囲外とする「一般用電気工作物が設置された需要場所等」とは，一般用電気工作物が設置された電気使用場所（住宅，商店，小工場，小規模太陽光発電等）を含む構内又はこれに準ずる区域（私道を含む）をいう。

出典）経済産業省ホームページ

一部修正

図３　一般用電気工作物が設置された需要場所等

平成 28 年度調査の主な検証条件及び試験結果は次のとおり。

a．試験条件

(a) 輪荷重疲労試験機での荷重は衝撃荷重を考慮し，30t とした。

(b) ケーブル保護のための砂巻きについて，ケーブル上下面ともに 10cm の砂を被せ，砂巻きを形成（最大粒径 5mm）することとした。

(c) 試験体として，CVQ（架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル），CEQ（架橋ポリエチレン絶縁ポリエチレンシースケーブル）を選定し試験を実施した。

(d) ケーブルの外傷に対する長期性能評価は 10 年相当までとした。

(e) 接続材料（直線接続）の保護層は，粘着性ポリエチレンテープを現行設計どおりの巻回数で形成し試験を実施した。

(f) 国交省の“「電線等の埋設物に関する設置基準」の緩和について”（舗装設計交通量が 250 台／日・方向未満の場合において，下層路盤の上面から 10cm 下）に基づき，ケーブルの埋設深さは 35cm とした。

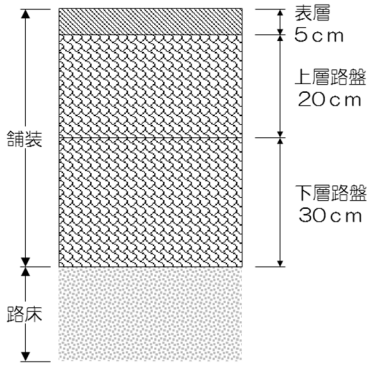
(g) 長期性能評価（走行試験）及び他企業掘削影響評価（他企業掘削）実施時には，土中部の導体温度が試験ケーブルの常時許容温度である 90℃を維持するよう通電した状態とした。

※JIS 規格のふるい目の大きさ（JIS Z 8801-1 (2006)「試験用ふるい」）で規定されている粒度の砂

図 4　粒径 5mm の砂※

b．道路の舗装構成

本試験で施工する模擬道路は，無電柱化低コスト手法の技術検討に関する中間とりまとめ（以下「無電柱化中間とりまとめ」という。）に基づき，表層（アスファルト）5cm，上層路盤（粒調砕石）20cm，下層路盤（クラッシャラン）30cm の合計舗装厚 55cm の舗装構成を構築した。




| 構成名 | 使用材料 | 用途 |
|---|---|---|
| 表層 | 改質Ⅱ型<br>アスファルト混合物 | 平成２６年度調査で使用した舗装構成を採用。 |
| 上層路盤 | 粒度調整砕石<br>（M-30） | |
| 下層路盤 | クラッシャラン<br>（C-40） | |
| 路床 | 再生クラッシャラン<br>（RC-40） | 路床支持力を安定させるために路盤材料にて実施。 |

図 5　道路構成

c．ケーブル設置方法

(a) 埋設深さ

「電線等の埋設物に関する設置基準の緩和（平成 28 年 2 月 22 日）」より，下層路盤の上面から 10cm 下の埋設深さ 35cm に設置した。

(b) 砂巻き厚さ（砂かぶり）

「舗装の構造に関する技術基準について（平成 13 年 6 月 29 日）」より，路盤材の最小厚さは 10cm となっている。

ケーブル上面の下層路盤厚さが 10cm より小さくならないようにするため，下層路盤上面からケーブル上面までの 10cm をケーブル上面の砂かぶりとする。また，ケーブル下面の砂かぶりについては，ケーブル上面の砂かぶりと同様に 10cm とし，ケーブルより合わせ外径である 3cm を加えた計 23cm を砂巻き厚さとした。

図 6 に検証したモデルケースを示す。なお，図 6 は最小埋設深さ 0.35m を検証するためのモデルケースであり，「3．技術規定 第二号」のとおり実際の施工においては路盤構造に関係なく，路面から 0.35m以上の埋設深さとすればよい。

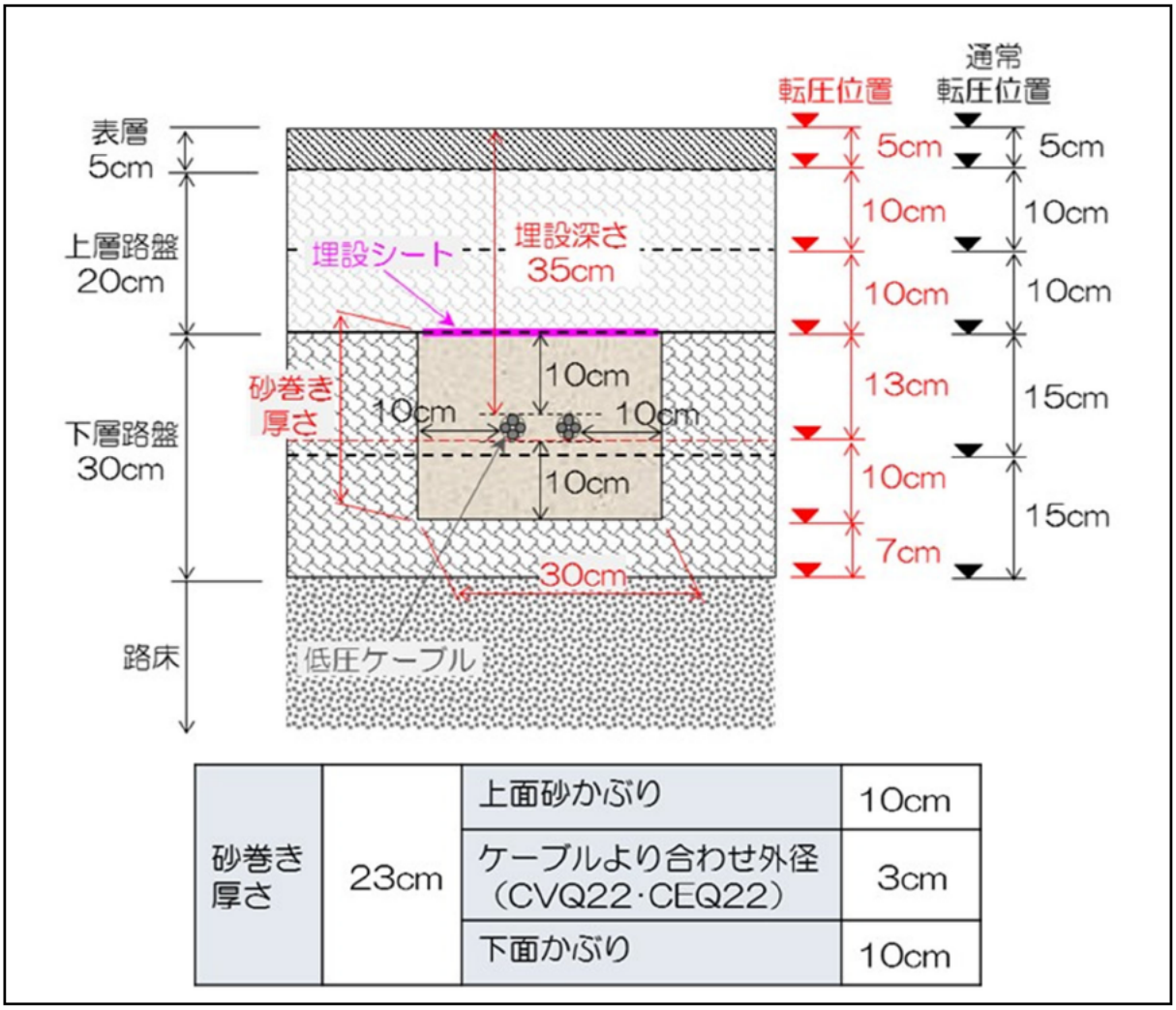



図 6　ケーブル設置方法

d. 試験結果

(a) 電気試験及び引張試験

表 1 のとおり全ての試験において結果「良」を確認した。

表 1　電気試験及び機械強度試験（引張試験）

| 試験項目 | 試験準拠規格 | 試験条件 | 判定値 | 結果 |
|---|---|---|---|---|
| 耐電圧試験 | JISC3005 の 4.6 項 | 試験電圧：2,000V<br>試験時間：1 分間 | 試験電圧に耐えること | ・埋設前<br>・取出後<br>すべて良 |
| 絶縁抵抗試験 | JISC3005 の 4.7 項 | 試験電圧：直流 1,000V<br>試験時間：1 分間 | 1,500MΩ･km 以上 | ・埋設前<br>・取出後<br>すべて判定値以上 |
| 導体抵抗試験 | JISC3005 の 4.4 項 | ホイートストンブリッジ法その他の適当な方法によって測定する | 導体抵抗値の著しい上昇がないこと | ・埋設前<br>・取出後<br>すべて良 |
| 引張試験 | JISC3005 の 4.16 項 | 絶縁体<br>引張速度 50～200mm/分<br>シース<br>引張速度 200～500mm/分 | 絶縁体:引張強さ 10MPa 以上,<br>伸び 200%以上<br>シース::引張強さ 10MPa 以上,<br>伸び 120%以上 | ・埋設前<br>・取出後<br>すべて判定値以上 |

(b) 耐外傷試験

ビニルとポリエチレンともに，最大粒径 5mm の砂巻き（砂かぶり 10cm）状態での耐外傷性試験の結果，外装を貫通する傷は確認されなかった。また傷の進展性についても，ビニル，ポリエチレンともに 10 万輪走行以降傷の進展性は確認されなかった。なお，外装の外傷の最大深さは 0.41mm であった。

＜直接埋設する道路構造に関する補足＞

平成 28 年度調査で検証した道路構造は，無電柱化中間とりまとめに基づき同じ構造で検証を実施したものであるが，実際の施工において，道路構造が今回のモデルケースと違った場合において問題がないか，配電規程（JEAC7001-2017）の付録 Ⅶ.管路式の管の重量物に対する適合性の判定（新しい例）を参照し，道路構造の違いが荷重に与える影響等について以下のとおり確認する。

配電規程 付録Ⅶによれば，埋設される管に加わる上載荷重（W）は，次式により，活荷重と死荷重の合計である。

$W = Wl + Wd$ （kN/m²）

$Wl$ ：活荷重（kN/m²）

$Wd$ ：死荷重（kN/m²）

活荷重とは，自動車の輪荷重を指し

$$WLs = \frac{P}{(2H+a)\cdot(2H+b)} \quad \text{(kN/m}^2\text{)}$$ （例として　シングル軸の活荷重）

$H$ ：土冠（m）　$a$ ：後輪接地長（m）

$b$ ：後輪接地幅（m）　$p$ ：後輪一輪荷重（kN）

で求められ，深くなればなるほど，活荷重は低減されていく傾向を示すものであり，土冠の土質等に影響されないものである。なお，活荷重には荷重のかかり方により算出方法の違いがあるが，いずれの方法も同じ考え方に基づくものである。

一方，死荷重とは，土冠による重量を指し，

$Wd = gH$ （kN/m²）

$g$ ：土（舗装等）の単位重量（kN/m³）

$H$ ：土冠，又は管までのそれぞれの層厚にて算出する深さ（m）

で求められ，材料の単位重量は以下のとおりである。

付表70　材料の単位重量

| 材　料　名 | 単位重量 (kN/m³) |
|---|---|
| 鉄，鉄鋼 | 77.0 |
| 鉄筋コンクリート | 24.5 |
| 鋳鉄 | 71.1 |
| コンクリート | 23.1 |
| セメントモルタル | 21.1 |
| アスファルトコンクリート舗装 | 22.6 |
| 砕石 | 20.6 |
| 埋め戻し砂（地下水位以上） | 18.6 |
| 埋め戻し砂（地下水位以下） | 9.8 |

道路等に使用される材料は各種あるものの，アスファルト 22.6（kN/m³），砕石 20.6（kN/m³），埋め戻し砂 18.6（kN/m³）となっており，大きな差異がないため，たとえ道路構造に違いがあったとしても深さによる死荷重の変化量と比較し，道路構造の違いによる死荷重の変化量は非常に小さい。

また，浅層埋設において，死荷重よりも活荷重が支配的であることから影響が少なく，問題ないと想定される。

検証では 0.35m の埋設深さで活荷重が一番過酷な条件にて試験を実施しケーブルの健全性を確認できた。また，無電柱化中間とりまとめでは，埋設深さ 0.25m，0.49m，0.55m の埋設深さにて検証し，電気的試験は結果「良」であることが報告されている。以上のことから，道路構造の違いを含め，荷重に対しては問題がないと言える。

最も留意すべき点は，活荷重により引き起こされる砕石等によるケーブルへの外傷である。このため，砂巻き構造を確実に施工することが肝要である。

なお，使用電圧 7,000 V 以下の電力用ケーブルを需要場所の地中に施設する施工方法について規定する，電力用ケーブルの地中埋設の施工方法（JIS C3653）の「附属書 3（規定）管路式電線路に使用する管」にも上載荷重（W）が規定されており，活荷重（$W_2$）は

$$W_2 = \frac{2P(1+i)}{2.75(2h+a)}$$

ここに，　$W_2$：　車両荷重による土圧（kN/m²）

$P$：　後輪1 軸質量（=78.45 kN）

$i$：　衝撃係数（=0.5）

$h$：　埋設深さ（m）

$a$：　タイヤ接地長（=0.2 m）

2.75：　車両占有幅（=2.75m）

で求められ，深くなればなるほど，活荷重は低減されていく傾向を示し，死荷重（$W_1$）は

$$W_1 = \gamma h$$

ここに，　$W_1$：　埋戻し土による土圧（kN/m$^2$）

$\gamma$：　埋戻し土の単位体積重量（kN/m$^3$）

$h$：　埋設深さ（m）

で求められ，配電規程と同じ式である。

以上のことから，荷重に対する基本的考え方は配電規程も JISC3653 も同様である。

（３）外装の厚さ

最適な外装（シース）厚さについては，貫通した傷がなければ感電災害や漏電による火災が発生することはないと判断できるものの，経年劣化等の不確定要素も考慮し，管路式における設備信頼度と同等レベルを確保することが望ましい。よって，平成 28 年度調査の検証の結果，外装の外傷の最大深さが 0.41mm であるため，外装厚さは，JIS で規定された外装厚さに 0.5mm 加えた外装厚さ（(D(※)／25+0.8）+0.5（mm）　ただし，計算値が 2.0 未満の場合は，2.0mm とする。）が最適としている。

※D：シースの内径

（4）防護について

ケーブルの周囲を砂巻きにて施工することから，堅ろうなトラフその他の防護物に収めることは困難であるため，車道及び歩道のどちらの場合においても，地中電線の上部を堅ろうな板又はといで覆うこととした。堅ろうな板又はといの幅は砂巻き構造の最小幅の 20cm 以上を目安とするが，実際の施工においては通信線の埋設が想定されるなど，施工実態に合わせ幅を決定する必要があるため，本規格では数値規定しないこととした。なお，表示については，埋設深さが最小 0.35m であることを考慮し，他企業掘削等による誤掘削のリスクが高まることから，埋設の表示を施すこととした。

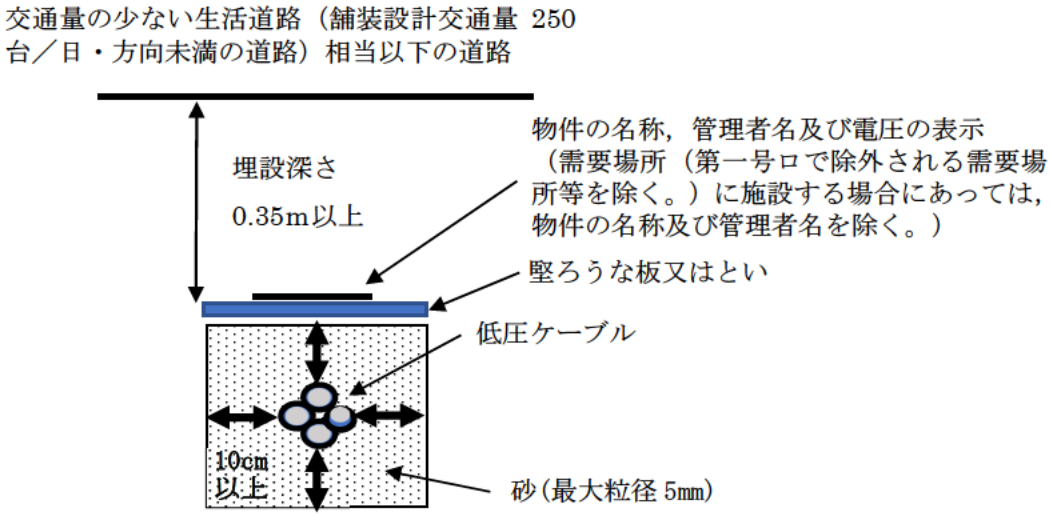



図 7　防護と表示

（5）埋設深さについて

平成 28 年度調査の検証結果より，交通量の少ない生活道路（舗装設計交通量 250 台／日・方向未満の道路）及び砂巻き構造等，「3. 技術規定 第一号」の規定により施設する場合は，地中電線の埋設深さを 0.35m以上とすることができるとした。

ただし，（2）埋設場所で示したとおり，平成 28 年国交省通知に埋設深さ基準が定められているため，車道及び歩道に埋設する場合は，埋設深さ及び路盤内への砂巻き構造の施工等に関して，道路管理者と十分協議の上，施工する必要がある。

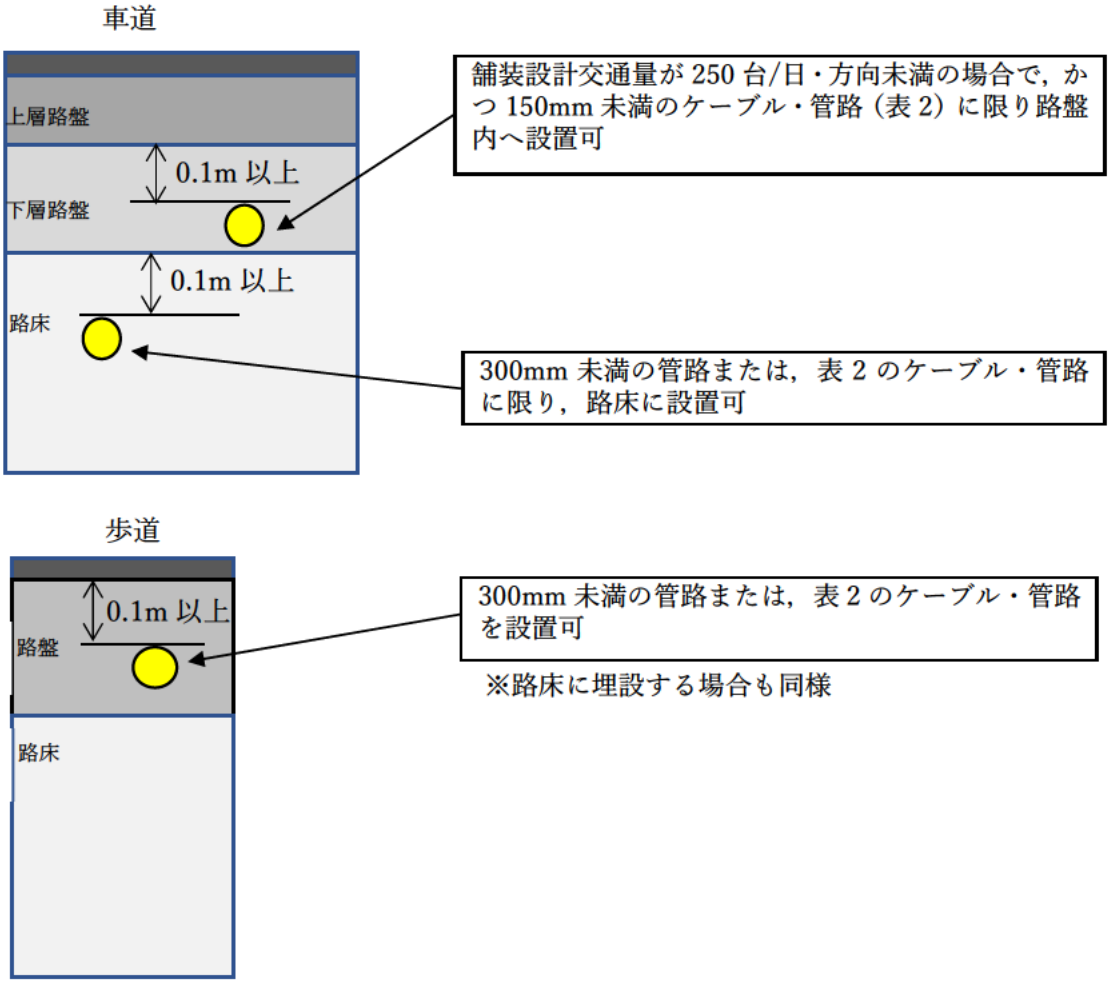



表-2　路盤又は路床に埋設する場合の適用

| 項目 | 径・仕様他 |
|---|---|
| 耐衝撃性硬質塩化ビニル管（JIS K 6741） | 130mm 以下のもの |
| 硬質塩化ビニル管(JIS K 6741) | 175mm 以下のもの |
| 合成樹脂製可とう電線管(JIS C 8411) | 28mm 以下のもの |
| 波付硬質ポリエチレン管（JIS C 3653 附属書 1） | 30mm 以下のもの |
| 電力ケーブル(600V CVQ ケーブル) | より合わせ外径 64mm（250sq） |
| | より合わせ外径 27mm（22sq） |
| 通信ケーブル（詳細は本通知を参照のこと） | 16 ㎜以下，光・メタル・同軸　各種 |

※「表-2 に掲げる電線の種類以外のものであっても，表-2 に掲げるものと同等以上の強度を有するものについては，当該表-2 に掲げるものの径を超えない範囲内において，今後の措置の対象とすることができる」としている。

図 8　平成 28 年国交省通知の規定概要

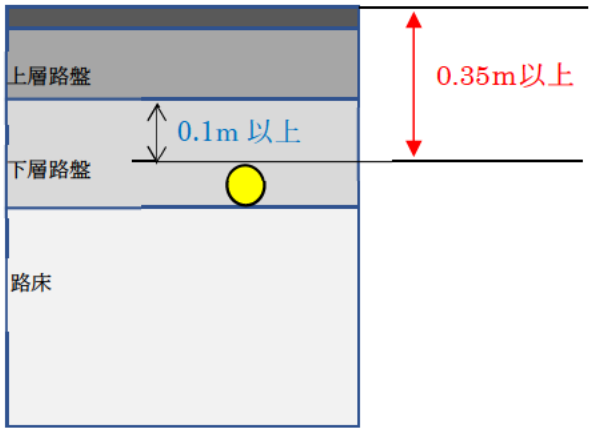
平成 28 年国交省通知の規定概要及び本文「3. 技術規定 第一号」の規定により施工した場合の各条件における埋設深さは以下のとおりとなるため参考とされたい。

ただし，実際の施工においては，道路管理者との協議が前提であるため，十分協議の上，施工すること。

a. 車道の下層路盤内に埋設する場合

・上層路盤から 0.1m 以上（平成 28 年国交省通知）かつ路面から 0.35m 以上

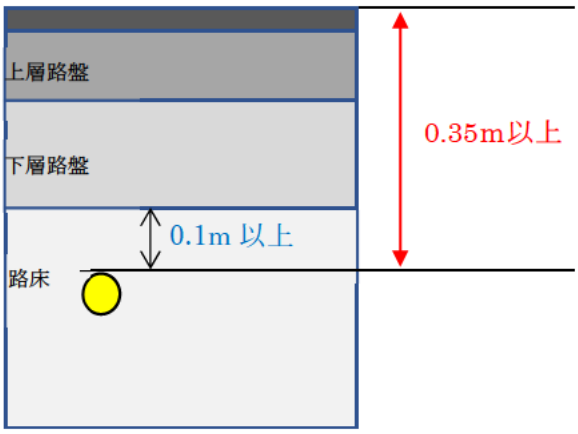
交通量の少ない生活道路（舗装設計交通量 250 台／日・方向未満の道路）でかつ 150mm 未満のケーブル・管路を埋設する場合




b. 車道の路床に埋設する場合

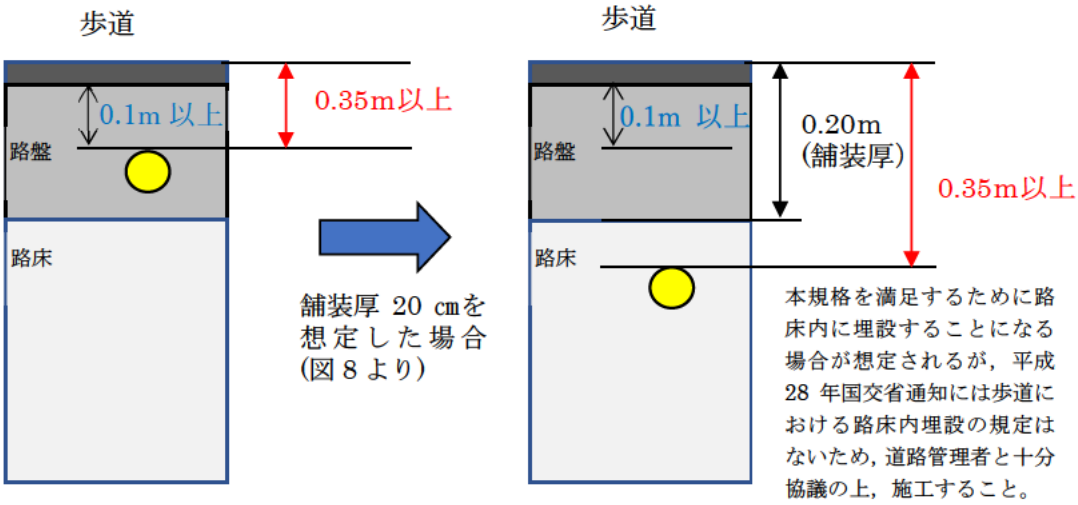
・下層路盤から 0.1m 以上（平成 28 年国交省通知）かつ路面から 0.35m 以上

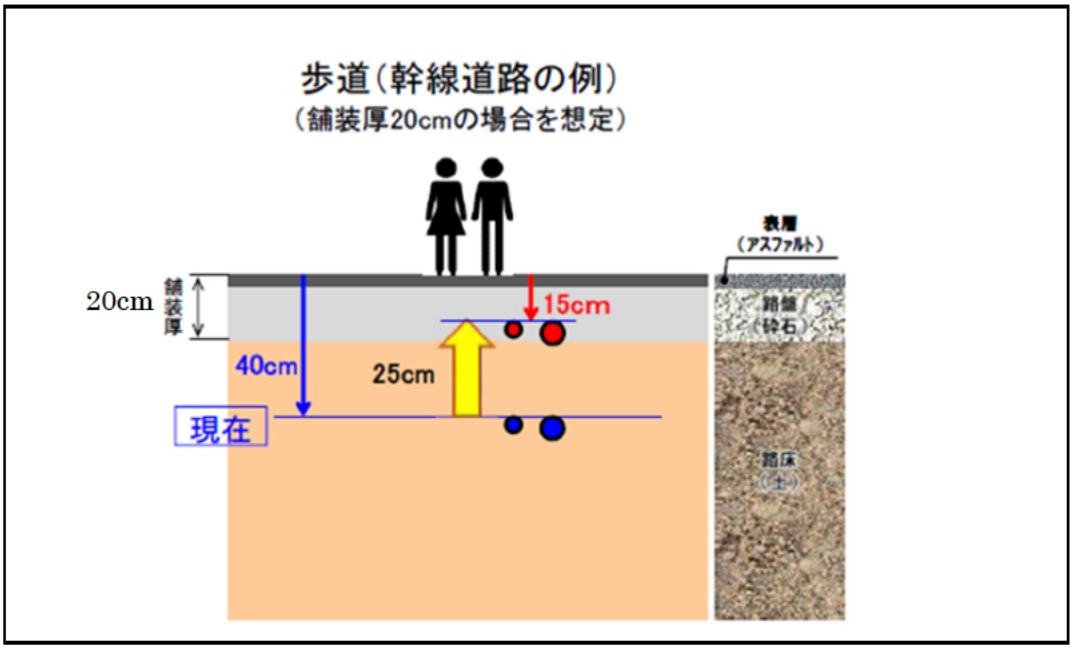
交通量の少ない生活道路（舗装設計交通量 250 台／日・方向未満の道路）でかつ 300 ㎜未満のケーブル・管路を埋設する場合



c. 歩道に埋設する場合

・路盤上面から 0.1m 以上（平成 28 年国交省通知）かつ路面から 0.35m 以上



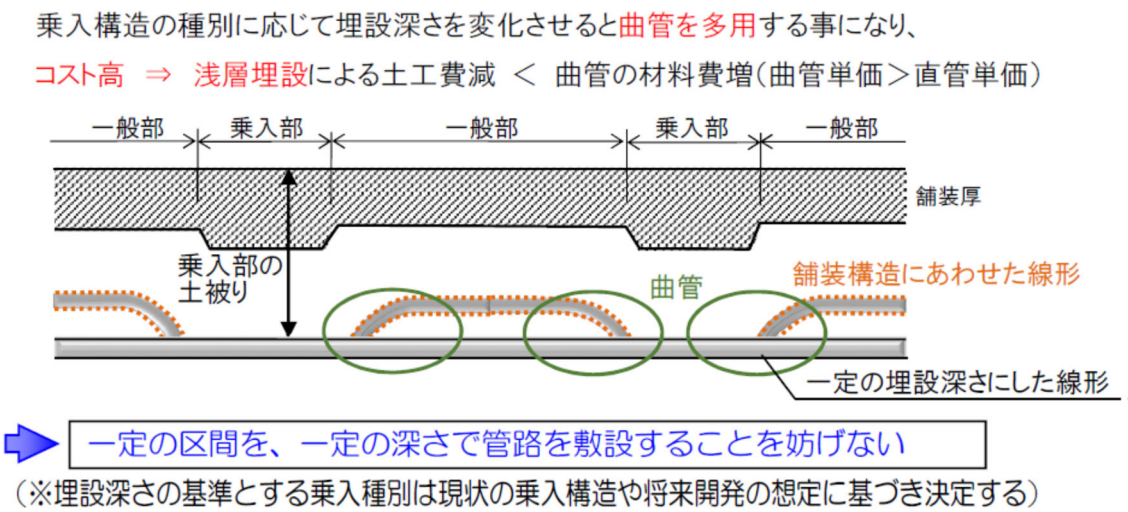




出典）国土交通省道路局　平成 28 年 2 月 22 日 プレスリリース

図 9　「電線等の埋設物に関する設置基準」の緩和について

歩道に埋設する場合の埋設深さは，以上に示す埋設深さを基本とするが，乗入部が連続する等の沿道状況においては，経済性，電気保安等を総合的に勘案の上，埋設深さを決定することが重要である。よって，図 10 等を参照の上，道路管理者と十分協議の上，施工する必要がある。

国土交通省道路局「道路の無電柱化低コスト手法導入の手引き（案）Ver.2」（平成 31 年 3 月）の浅層埋設方式の適用（管路方式の埋設深さ）（5 ページ）では，「埋設深さは別に定める埋設深さを基本とする。しかしながら，乗入部が連続する等の沿道状況に応じて，経済性等を総合的に勘案の上，一定の区間を一定の深さで管路埋設することを妨げるものではない。」とし，以下のとおり【解説】に示している。




出典）国土交通省道路局「道路の無電柱化低コスト手法導入の手引き（案）Ver.2」（平成 31 年 3 月）

図 10　浅層埋設方式の適用（管路方式の埋設深さ）における乗入部の施工方針

（６）その他

a．需要場所における適切な埋設方法及び施工方法

一般用電気工作物が設置された需要場所等（需要場所等）への埋設にあたっては住民掘削時の感電リスク等を考慮し管路式が適切である。

道路部（官地）は直接埋設式，需要場所等は管路式となる場合，現場状況に応じて引込線の道路と需要場所等の境界（民地管路の端部）における防水・防砂処理が必要である。

需要場所等に直接埋設式によるケーブル敷設を行った際は，ガス等の他事業と同様に誤掘削などによるケーブルへの接触が考えられる。直接埋設したケーブルは，スコップを用いた手作業の掘削であっても充電された導体まで損傷が発生するリスクが管路式と比較して非常に高くなる。架空線の事例で

はあるが，低圧線での感電死亡事故も報告されており，充電部が露出することは非常に危険である。

公道の掘削工事であれば，工事申請などを経て埋設ケーブルの位置情報の提供や注意喚起を行うことが可能であるが，需要場所等は所有者の判断のみで掘削が可能である。住民の安全を第一に考えると，万一の誤掘削時においても管路による防護が期待できる管路式が適切であると考えられる。

このため，需要場所等への引込線において，道路部が直接埋設式，需要場所等が管路式となる場合，道路と需要場所等の境界（民地管路の端部）から需要場所等の管路内へ水や砂を浸入させないために，現場状況に応じて必要な防水または防砂処理が必要である。

また，実際の適用においては現場状況に応じて防水・防砂材料を選択することが必要であり，さらに高い防水性能を必要とする場合は，管路口以外の分野を含めて防水・止水材料の選択や管路の適用など方法を検討する必要がある。

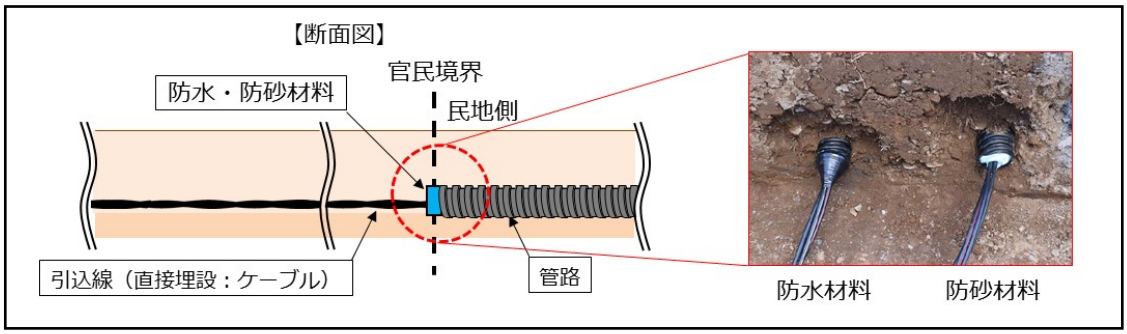



図 11　管路口の防水・防砂材料施設例

b. 直接埋設式（砂巻き）における施工等について

直接埋設式（砂巻き）の施工方法等における各検証結果については，経済産業省資源エネルギー庁「令和元年度直接埋設による電線地中化工法の実用性等調査」を参照されたい。

また，道路側の様々な制約等により，防護及び埋設深さ等について検討が必要な場合は，「無電柱化に関する事例集」（国総研資料第 789 号　平成 26 年 3 月）等を参照し，道路管理者側と十分な協議の上，対応されたい。

（参考文献）

1．経済産業省資源エネルギー庁「平成 26 年度直接埋設等におけるケーブル性能試験に係る調査」
2．経済産業省資源エネルギー庁「平成 27 年度直接埋設におけるケーブル外傷等に係る調査」

３．経済産業省資源エネルギー庁「平成 28 年度直接埋設による電線地中化工法の実用性調査」
４．経済産業省資源エネルギー庁「令和元年度直接埋設による電線地中化工法の実用性調査」
５．経済産業省資源エネルギー庁「平成 26 年度海外における無電柱化に関する調査」
６．無電柱化低コスト手法技術検討委員会「無電柱化低コスト手法の技術検討に関する中間とりまとめ」（2015 年 12 月 25 日）
７．国土交通省道路局「道路の無電柱化低コスト手法導入の手引き（案）Ver.2」（平成 31 年 3 月）
８．国土技術政策総合研究所「無電柱化に関する事例集」（第 789 号　平成 26 年 3 月）

## ３．規格の説明

本規格は，「直接埋設式（砂巻き）による低圧地中電線の施設」の施設要件等を規定し，施設要件を満たす場合は，埋設深さ 0.35m まで浅層化が可能であることを規定している。

地中電線路に関する規定は，明治 29 年の電気事業取締規則において規定されたものであるが，当時は土冠の数値は規定されていなかった。土冠は，昭和７年の電気工作物規程で数値化され，現在までその数値は変わっていない。電気工作物規程，電気設備の技術基準の変遷及び解説資料を調査したが，明確な数値根拠は確認できなかった。

道路面下等の地下埋設物については，明治初期の下水道の整備からガス，上水道の整備がなされていたが，この時期に土冠の規定はなく，それぞれの事業において個々の設計により規定され，下水道においては，勾配，衛生面及び凍結の恐れ，水道では一定の温度性を考慮し地表面下３尺～４尺（0.9m～1.2m）に施設された設計資料が存在する。

一方，埋設物を施設する道路に係わる規制は，道路工事費用負担，並木の整備，清掃等その都度規制をしてきたが，大正８年の旧道路法公布により，道路面下の土冠の数値が規定された。

この法令の数値根拠を示す根拠は見当たらないが，同法公布以前より各埋設物設備は進展しており，上下水道，ガス等の一般的な土冠から数値化されたものと推定される。

一般的に地中埋設物に加わる圧力は，埋設物上面の土の重量の他車両等の荷重によるものであり，車両等の載荷荷重は地表において集中荷重として大きいが，埋設物に加わる圧力としては土冠が深くなるにつれ分散されることから，圧

力が加わる場所を 1.2m 以上と深くし，それ以外の場所は 0.6m 以上としたものと考えられ，数値規程は，ガス，上下水道の標準的な土冠から定められた道路法の値を取り入れたものと推定される。

これまで，昭和 7 年以降，地中電線路を直接埋設式により施設する場合は，原則的に道路下は 1.2m，歩道下は 0.6m 以上の深さとしていたが，近年の直接埋設による電線地中化工法に関わる委託事業報告の検証結果から，埋設深さを 0.35m 以上とすることができる施設条件等について規定したものである。

# 日本電気技術規格委員会（JESC）について

１．日本電気技術規格委員会の活動

日本電気技術規格委員会は，学識経験者，消費者団体，関連団体等で構成され，公正性，客観性，透明性及び技術的能力・管理能力を有する民間規格評価機関です。

日本電気技術規格委員会は，電気事業法の技術基準等に民間の技術的知識や経験等を迅速に反映すること，自主的な保安確保に資する民間規格の活用を推進することなどの活動により，電気工作物の保安及び公衆の安全並びに電気関連事業の一層の効率化に資することを目的とし，平成９年６月に設立されました。

主な活動として，

・民間規格等（JESC 規格）の制定，改定に関する審議，承認
・国の基準に関連付ける民間規格等の技術評価及び民間規格等の制改定プロセスに係る適合性評価
・国の基準の改正要請を実施しています。

２．本規格の使用について

日本電気技術規格委員会が承認した民間規格等は，公正性，客観性，透明性及び技術的能力・管理能力を有する民間規格評価機関として，委員会規約に基づき学識経験者，消費者団体，関連団体等で幅広く選出された委員で構成し，外部の意見を聞く手続きを経た上で，審議・承認されています。

日本電気技術規格委員会は，この規格内容について説明する責任を有しますが，この規格に従い作られた個々の機器，設備に起因した損害，施工などの活動に起因する損害に対してまで責任を負うものではありません。また，本規格に関連して主張される特許権，著作権等の知的財産権（以下,「知的財産権」という。）の有効性を判断する責任，それらの利用によって生じた知的財産権の有効性を判断する責任，それらの利用によって生じた知的財産権の侵害に係る損害賠償請求に応ずる責任もありません。これらの責任は，この規格の利用者にあるということにご留意下さい。

本規格は，関連する技術基準の解釈に引用され同解釈の規定における選択肢を増やす目的で制定されたもので，同解釈と一体となって必要な技術的要件を明示した規格となっております。

本規格を使用される方は，この規格の趣旨を十分にご理解いただき，電気工作物の保安確保等に活用されることを希望いたします。

## 規格制定に参加した委員の氏名

### 日本電気技術規格委員会（令和3年×月×日現在）

審議時に別途追加する。

地中電線路に係る直接埋設式の埋設深さ及び施設等の妥当性調査委員会

| 委員区分 | 氏名 | 勤務先 | 所属 |
|---|---|---|---|
| 委員長 | 大木　義路 | 早稲田大学 | 教授 |
| 委員 | 横山　繁嘉寿 | 一般社団法人 日本電線工業会 | 技術部長 |
| 委員 | 松村　　徹 | 一般社団法人 日本電力ケーブル接続技術協会 | 専務理事 |
| 委員 | 東條　秀彦 | 株式会社 フジクラコンポーネンツ | 部長 |
| 委員 | 川口　龍一 | 電気事業連合会 | 副部長 |
| 委員 | 川島　慎也 | 東京電力パワーグリッド株式会社 | チームリーダー |
| 委員 | 西村　寛之 | 中部電力パワーグリッド株式会社 | 副長 |
| 委員 | 湧谷　栄之 | 関西電力送配電株式会社 | マネージャー |
| 委員 | 宮下　康近 | 株式会社 関電工 | 部長 |
| 委員 | 都筑　秀明 | 一般社団法人 日本電気協会 | 部長 |