平 28.　都土木技術支援・人材育成センター年報　　ISSN 1884-040X
Annual Report
C.E.S.T.C., TMG 2016

# 7. 共用 FA 方式の電線共同溝における特殊部間隔延長に関する検討

Extension of Interval between Telecommunication Connection Boxes in Common Cable Duct.

技術支援課　松村真人　石田教雄　市川吉洋(現　道路管理部)

## 1. はじめに

東京都は、「都市防災機能の強化」「安全で快適な歩行空間の確保」「良好な都市景観の創出」を目的に、国や区市町村、電線管理者等と連携して無電柱化を積極的に推進しており、平成 26 年度には都内全域で無電柱化事業をより一層展開していくための「東京都無電柱化推進計画（第 7 期）」[1)]を策定した。防災上重要な路線の整備を推進していくとともに、2020 年の東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けて、センター・コア・エリア内の無電柱化を引き続き推進する方針である。

面的に広がりをもった無電柱化の実現には、官民の関係機関との連携に加え、制度面、技術面における新たな推進策が必要である。この技術面に関しては、たとえば、歩車道が一体の生活道路などに対しても適用可能な電線共同溝のコンパクト化や、施工コスト縮減の技術・手法が早急に求められている。

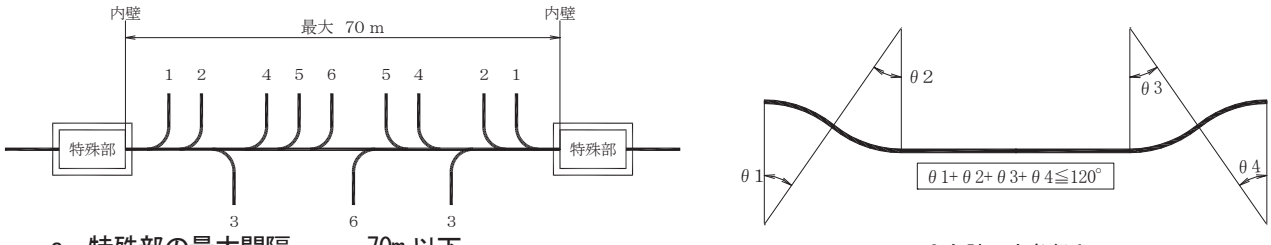
そこで、平成 26 年度から、建設局道路管理部安全施設課と東京都土木技術支援・人材育成センターは、連携して電線共同溝に関する新たな技術の検討を行っている。

この年報では、平成 27 年度に通信事業者である NTT グループの提案に基づき、共用 FA 方式の電線共同溝における特殊部間隔延長及び共用 FA 管のコンパクト化等に関する検討を行った結果を報告する。

## 2. 検討の方針

共用 FA 方式の電線共同溝における特殊部間隔と 1 径間の分岐数、及び平面線形(交角総和)は「東京都電線共同溝整備マニュアル」[2)]に図 - 1 のように規定されている。

今回の技術検討の内容と目標を表-1、分岐部の構成を図 - 2 に示す。都内の歩道には地下埋設物が多く、特殊部の設置数を減らすことで埋設物の支障移転を減らすことが可能である。また、平面交角の総和を大きくすることで、埋設物の回避が容易になり施工性も向上する。これらのメリットと建設コスト縮減を合わせて目指すものとして、共用 FA 方式における特殊部の間隔延長と径間の交角総和拡大、及び共用 FA 管の管径縮小について、適用可能な範囲の検証をおこない、「東京都電線共同溝整備マニュアル」改定の根拠を作成することとした。




a. 特殊部の最大間隔・・・70m 以下
b. 分岐数・・・片側接続部から最大 6 箇所(1 径間最大 12 箇所)
c. 平面線形（交角総和）・・・120° 以下

※：θ 合計＝交角総和

図 - 1 現行の基準（東京都電線共同溝マニュアル）

表 - 1 検討の内容

| | 規定等の項目 | 現行規定 | 検討(目標) |
|---|---|---|---|
| 特殊部間隔延長等に関する規定 | 特殊部の最大間隔 | 70m | 延長(目標150m) |
| | 平面線形(交角総和) | 120° | 拡大(目標180°) |
| | 1径間の最大分岐数 | 片側6両側12 | 増加(目標なし) |
| 共用FA管縮小に関する規定 | 材料 | 現行の仕様・寸法 | 検討する仕様・寸法 |
| | 共用FA管 | φ150 | φ100 |
| | ボディ管 | φ200 or φ250 | 現行通り |
| | 分岐管 | φ150×φ75 | φ100×φ50 |
| | 引込管 | φ75 | φ50 |
| | 引込分散継手 | φ50×2、φ25×2 | 現行通り |

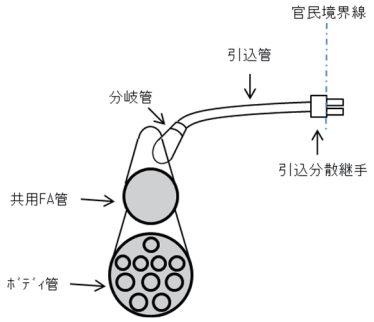



図 - 2 分岐部の構成(共用 FA 方式)

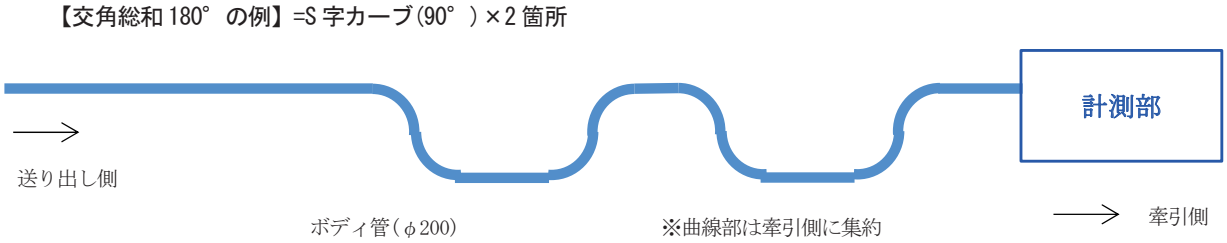



図-3　モデル設置と牽引の概略(ボディ管)

## 3.　検討及び検証の方法

検討する項目は前項に示すとおり①特殊部間隔②交角総和③管径縮小したφ100(㎜)の共用 FA 管と対応する分岐管・引込管、及びこれらに対応する 1 径間の最大分岐数とし、共用 FA 方式で地上モデル設備を構築して、上記の設計諸条件を変更しながら、現在使用されているケーブルが断線や破損を起こすことなく引き込めること、即ち通線可能であることを検証した。

検証の手順は、①ボディ管について通線可能な最大の特殊部間隔と交角総和の組み合わせを確認。②①の結果を踏まえ、現行規定のφ150(㎜)の共用 FA 管で通線可能な組み合わせを確認。③②の結果を踏まえ、φ100(縮径)の共用 FA 管で通線可能な組み合わせを確認。の順とした。

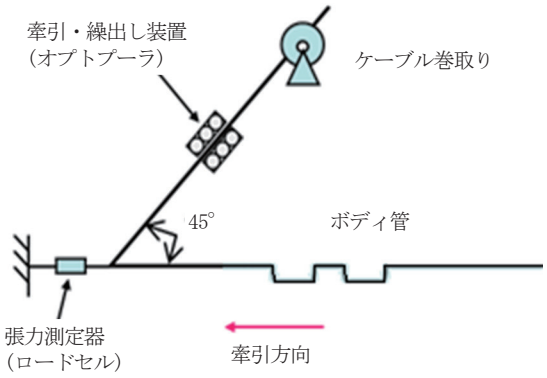


図-4　計測部(模式図及びロードセル写真)

## 4.　ボディ管の通線の検証

### (1)　ボディ管ケーブルの牽引および測定方法

ボディ管のケーブル通線の検証実験は、実際の工事を模して、φ200(㎜)のボディ管で共同溝のモデルを地上に構築し、下記の手順でケーブルを管内に引き込んで牽引する方法で行った。モデルの概略を図-3、図-4 に示す。牽引回数は 3 回とした。

①押込み式グラスファイバ製通線器を管路内に通し通線紐を敷設。

②通線紐先端とケーブルとケーブルグリップを結ぶ。

③オプトプーラ(ケーブル牽引機)を使用してケーブルを牽引。

④牽引の際、敷設張力をロードセルで連続測定。

検証実験時には、下記の項目を確認した。

①ケーブル敷設時の張力(牽引力)を測定し、ケーブル

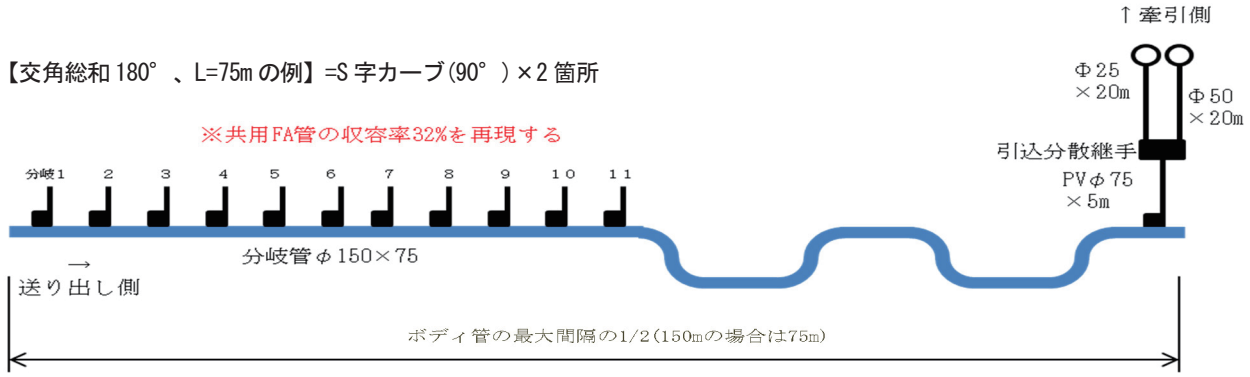



図-5　モデル設置と牽引の概略(共用 FA 管)

ごとに設定されている許容値内であることを確認。

②ケーブルの損傷について、牽引１回目の外被損傷の確認

③ケーブル撤去の可否を確認

### (2)　使用するケーブルの選定(ボディ管通線)

収納されるケーブルの中で最も単位重量が重く、かつ許容張力が小さいケーブルを対象とするため、「東京都電線共同溝マニュアル」に記載されているケーブル種別毎に、下記（式-1）により算出する直線 150m における理論上の牽引張力を許容張力で除した係数が最大のケーブルを選定した[3]。

$F = \mu m g L$　（式-1）

F：張力（N）

$\mu$：摩擦係数

m：単位重量（kg/m）

g：重力加速度（9.8 m /s$^2$）

L：牽引距離（m）

計算の結果を表-2 に示す。ボディ管の検証で使用するケーブルは、幹線メタル(0.65-100 対)とした。なお、確認のため幹線光の(200 心)、及び幹線同軸の(12C)より係数が大きく不利な条件となる、共用 FA 管φ100 用の（5C)も使用した。

表-2 ボディ管ケーブル選定の優先順位計算結果

| ケーブル種別 | ケーブル外径 | 単位重量 (kg/m) | 係数 | 優先順位 |
|---|---|---|---|---|
| 幹線光 | 300心 | 0.33 | 0.0743 | 6 |
| | 200心 | 0.23 | 0.0518 | 7 |
| | 100心 | 0.15 | 0.045 | 8 |
| 幹線メタル | 0.4-100対 | 0.51 | 0.2884 | 4 |
| | 0.4-200対 | 0.9 | 0.3393 | 2 |
| | 0.4-400対 | 1.7 | 0.3191 | 3 |
| | 0.65-100対 | 1.1 | 0.622 | 1 |
| 幹線同軸 | 12C | 0.2 | 0.0858 | 5 |

## 5.　共用 FA 管の通線の検証

### (1)　共用 FA ケーブルの牽引および測定方法

ボディ管の検証実験で通線可能であることが確認できた間隔の 1/2（最も厳しい条件）の位置において、共用 FA 管φ150(現行規定)及びφ100(縮径案)でケーブル引込の可否を検証した。ボディ管と同様に地上にモデルを設置し、ケーブルを引込み牽引力の測定を行った。検証実験のために構築したモデルの概略の例を図-5 に示す。牽引力の測定はボディ管と同様の方法でロードセルにより行った(図 - 4、図-6)。

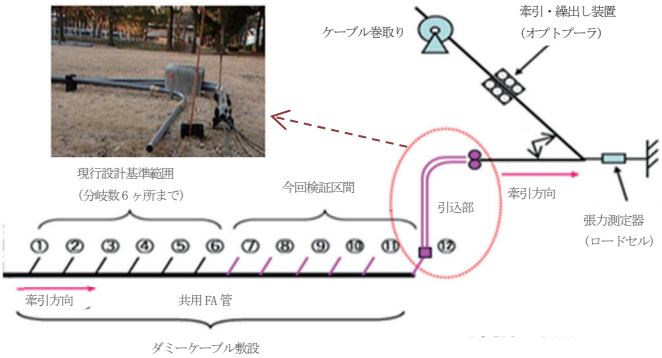



図-6　計測部(模式図及び引込部写真)

なお、現行の共用 FA 管の断面積に対する収容ケーブルの占有断面積比は 32%以下という規定があるため、モデル設備も同様の条件を再現した。また共用 FA 管の通線の検証実験に当たっては実際の施工と同様にケーブルに対して滑材を使用した。

### (2)　使用するケーブルの選定(共用 FA 管通線)

ボディ管と同様の方法で「東京都電線共同溝マニュアル」から検証実験に使用するケーブルを選定した(表-3)[4]。

共用 FA 管に敷設されるケーブルは、ボディ管のさや管内に１管１条で敷設されるものとは異なり、共用

表-3 共用 FA 管ケーブル選定の優先順位計算結果

| ケーブル種別 | ケーブル外径 | 単位重量（kg/m） | 係数 | 優先順位（種別毎） |
|---|---|---|---|---|
| 光 | 200心 | 0.23 | 0.0518 | 3 |
| | 100心 | 0.15 | 0.045 | 4 |
| | 40心 | 0.1 | 0.0391 | 5 |
| | 8心 | 0.06 | 0.054 | 1 |
| | 4心 | 0.06 | 0.054 | 1 |
| | 2心 | 0.02 | 0.0111 | 6 |
| | 1心 | 0.02 | 0.0111 | 6 |
| メタル | 0.4-200対 | 0.9 | 0.3393 | 1 |
| | 0.4-100対 | 0.51 | 0.2884 | 3 |
| | 0.4-50対 | 0.33 | 0.297 | 2 |
| | 0.4-30対 | 0.23 | 0.207 | 4 |
| | 0.4-10対 | 0.11 | 0.1673 | 5 |
| | 0.65-100対 | 1.1 | 0.622 | 2 |
| | 0.65-50対 | 0.63 | 0.567 | 3 |
| | 0.65-30対 | 0.43 | 0.6539 | 1 |
| | 6対 | 0.1 | 0.1697 | 3 |
| | 4対 | 0.075 | 0.2068 | 2 |
| | 2対 | 0.04 | 0.2205 | 1 |
| 同軸 | 7C | 0.07 | 0.1775 | 2 |
| | 5C | 0.07 | 0.3902 | 1 |

FA 管内に多条敷設されるため、理論上の結果とは異なる可能性がある。そこで、ケーブル種別毎（光・メタル・同軸のそれぞれ）に１種類の測定を行った。また、メタルケーブルは、光ケーブル・同軸ケーブルと比べ、比較的係数が大きいこともあり、0.4、0.65、屋外線のそれぞれから１種類選定した。

表-3 より、共用 FA 管の検証実験に使用するケーブルは、以下の５種類とした。

① 光８心
② メタル 0.40-200 対
③ メタル 0.65-30 対
④ オクソト 2 対
⑤ 同軸 5C

なお、共用 FA 管の収容率 32%を再現するため、分岐管に以下に示すケーブルを入線した。これらは収容率 32%以上の再現以外に選定の意図はない。

① メタルケーブル　100 対
② 光ケーブル　100 心
③ 光ケーブル　40 心
④ 同軸ケーブル　5C

## 6. 通線検証実験の結果

### (1) ボディ管の検証結果

ボディ管ケーブルの通線検証結果を表-4 に示す。ボディ管ケーブル敷設時の外被損傷の確認（１回目）ではいずれのケーブルにも損傷がなかった。また全てのケーブルが撤去できた。実証実験における張力測定結果の例を図-7 に示す。ここで、検証された交角総和の条件は、図-1 に示すθ1 とθ2 の和が 45° 以内で構成されるＳ字曲線の場合となる。

表-4　ボディ管の通線検証結果

| 特殊部間隔 交角総和 | ケーブル種別 | 110m | 130m | 150m |
|---|---|---|---|---|
| １２０° | メタル0.65-100P | | | ○ |
| １３５° | メタル0.65-100P | | ○ | × |
| １８０° | 光200心 | | | ○ |
| | メタル0.65-100P | ○ | × | × |
| | 同軸5C | | | ○ |

（○通線可×通線不可　ハッチ部は検証せず）

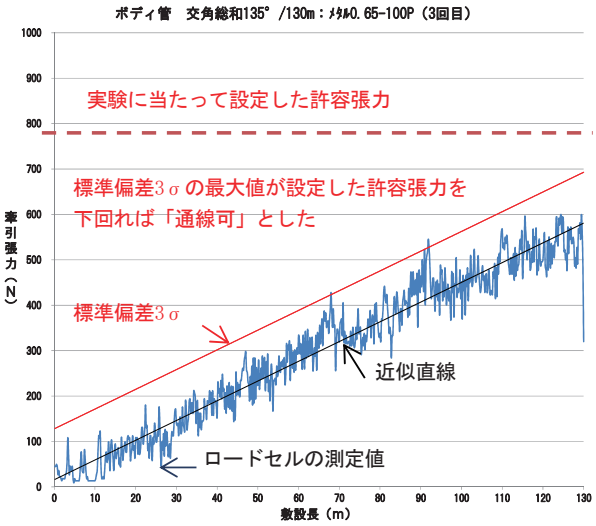



図-7　牽引張力測定結果の例

### (2) 牽引ロープの影響の確認

共用 FA 管のケーブル通線の検証を行ったところ、管径φ150、φ100 ともに、交角総和 135° /130m 及び 180° /110m において、共用 FA 管のオクソト 2P および同軸 5C の計測結果の中で、許容張力を超える結果があった。

この許容張力を超えた結果は、ケーブルの収容率の高い区間を通過する際の値であるが、他のケーブルに比べ許容張力が非常に小さく、牽引ロープ自体の重さや太さ等が影響しているものと想定されたため、牽引ロープ単独の張力測定を実施し、影響度の確認をした(図-8)。図-8 をみると、オクソト 2P では、起点から約 20mの区間で部分的に許容張力を超えているが、20m～終点区間は許容張力を下回り、終点付近では約 10N であり、牽引ロープの結果と相似傾向にある。また同軸 5C でも起点から約 35mの区間で許容張力を超

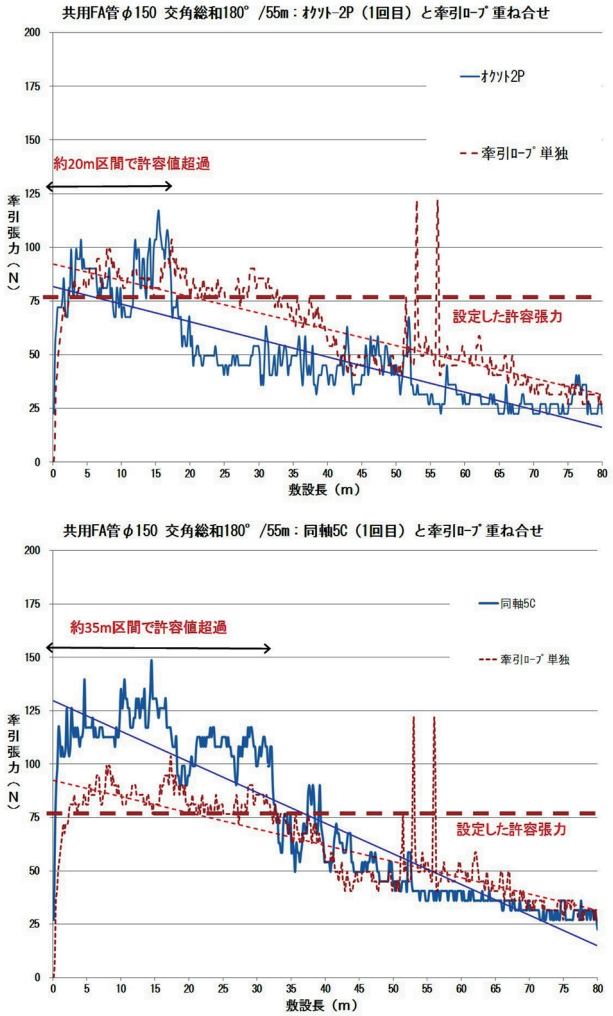



**図-8　牽引ロープの影響確認結果**

えているが、35m～終点区間は許容張力を下回り、終点付近では約 20N であり、牽引ロープの結果と相似傾向にある。ともに許容張力を超えた区間は測定開始から約 20～30m区間であり、牽引ロープ自体の張力が大きいことから、牽引ロープの重量が大きく影響していることを確認できる。ケーブルの各単位重量は同軸 5C が 69g/m、オクソト 2P が 40g/m に対し牽引ロープは 60g/m で、牽引ロープ先端の金具部分を含め、ロープの経年変化等により重くなる等の要因を加味すれば、同軸 5C が牽引ロープと同程度か、より軽いと判断できる。従って、同軸 5C を含む牽引ロープよりも軽いケーブルについては、ロープの影響を受けない敷設長の最も大きい終点付近の牽引張力で通線の可否を判断することとした。

以上により、共用 FA 管φ150 及びφ100 において図-8 に示すような測定結果のパターンを示したオクソト 2P および同軸 5C ケーブルは許容張力の範囲内と判断し「通線可」とした。

### (3)　共用 FA 管φ150(現行規定)の検証結果

ボディ管の検証結果から３パターンに絞って検証した、共用 FA 管φ150(現行規定)の通線検証結果を表-5 に示す。ケーブル敷設時の外被損傷の確認（１回目）ではいずれのケーブルにも損傷がなかった。また全てのケーブルが撤去できた。

**表-5　共用 FA 管φ150(現行規定)の通線検証結果**

| 特殊部間隔 | ケーブル種別 | 110m (片側9分岐)※1 | 130m (片側10分岐)※1 | 150m (片側12分岐)※1 |
|---|---|---|---|---|
| 交角総和 | スパン長1/2+引込部延長 | 55m＋25m | 65m＋25m | 75m＋25m |
| １２０° | 光8心 | | | ○ |
| | メタル0.4-200対 | | | ○ |
| | メタル0.65-30対 | | | × |
| | ｵｸｿﾄ2対 | | | × |
| | 同軸5C | | | × |
| １３５° | メタル0.65-30対 | | ○ | |
| | ｵｸｿﾄ2対 | | ○※2 | |
| | 同軸5C | | ○※2 | |
| １８０° | メタル0.4-200対 | | | |
| | メタル0.65-30対 | ○ | | |
| | ｵｸｿﾄ2対 | ○ ※2 | | |
| | 同軸5C | ○※2 | | |

（○通線可×通線不可　ハッチ部は検証せず）
※1：共用 FA 管φ150、φ100 を組合せた時の分岐数
※2：前項「牽引ロープの影響検証」により「通線可」とする

### (4)　共用 FA 管φ100(縮径)の通線検証結果

共用 FA 管φ150(現行規定)の検証結果から共用 FA 管φ100(縮径)の検証項目を選定のうえ、検証した結果を表-6 に示す。検証実験は共用 FA 管φ150(現行規定)の検証実験で使用したケーブルを流用したため、敷設時の外被損傷の確認は行わなかった。また、共用 FA 管φ100(縮径)の検証実験全てのパターンでケーブルが撤去できた。

**表-6　共用 FA 管φ100(縮径)の通線検証結果**

| 特殊部間隔 | ケーブル種別 | 110m (片側9分岐)※1 | 130m (片側10分岐)※1 |
|---|---|---|---|
| 交角総和 | スパン長1/2+引込部延長 | 55m＋25m | 65m＋25m |
| １３５° | メタル0.65-30対 | | ○ |
| | ｵｸｿﾄ2対 | | ○ |
| | 同軸5C | | ○ |
| １８０° | メタル0.65-30対 | ○ | |
| | ｵｸｿﾄ2対 | ○ | |
| | 同軸5C | ○※2 | |

（○通線可×通線不可　ハッチ部は検証せず）
※1：共用 FA 管φ150、φ100 を組合せた時の分岐数
※2：「牽引ロープの影響検証」により「通線可」とする

なお、共用 FA 管φ100(縮径)について、共用 FA 管φ100 に分岐管(φ100×φ50)を取り付けるための開孔治具を試作して分岐管取付の施工性を検証し、問題なく施工できることを確認した(写真-1)。

### (5)　実験結果の総括

ボディ管と共用 FA 管φ150 及びφ100 の検証結果を

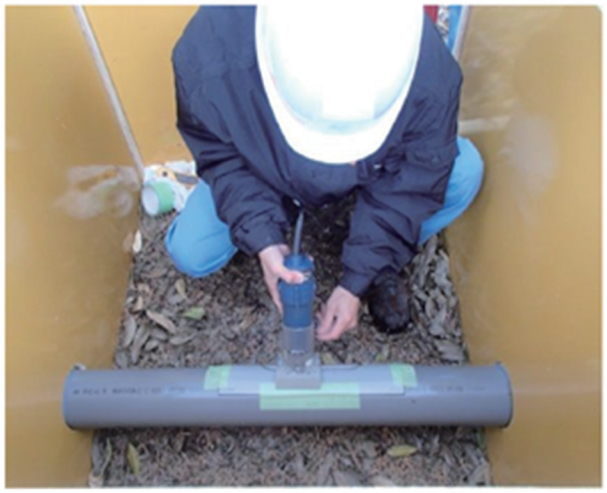


写真-1　共用 FA 管φ100（縮径）の施工性検証状況

全て反映した、特殊部間隔と交角総和の組合せを表-7 及び図-9 に示す。

## 7.　おわりに

今回は大規模な新規開発を伴わない技術検討とし、早期に実施可能な電線共同溝のコンパクト化を目指した。その結果、「東京都電線共同溝整備マニュアル」に規定する共用 FA 方式の特殊部間隔延長と交角総和の拡大、及び共用 FA 管のコンパクト化が可能であることが確認できた。

また、通線可能な特殊部の間隔と交角総和の組み合わせについても確認できた。東京都の歩道では埋設物が輻輳しているため、支障物回避を優先して交角総和が大きい組み合わせを採用すべきと考えられるが、埋設物の少ない歩道では特殊部間隔を優先する組み合わせの採用が可能である。

ただし、錯誤や予期しない条件の変化による設計ミスあるいは事故を防止する観点から、マニュアルに規定する組み合わせは一種類とすべきであると考える。

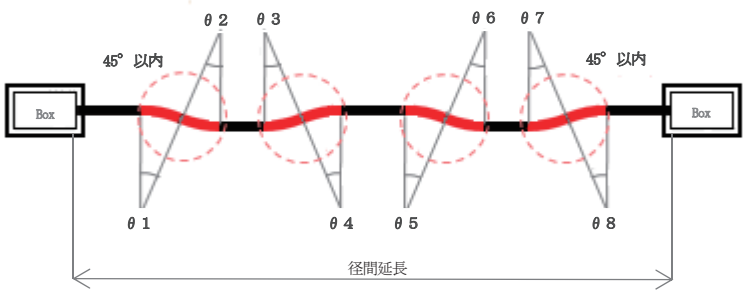
最後に、実験の受託者であるエヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社、実験場所の提供者である NTT アクセスサービスシステム研究所はじめ NTT グループの尽力により成果を得られたことに謝意を表する。

表-7　通線可能な特殊部間隔と交角総和の組合せ

| 特殊部間隔<br>交角総和 | 70m<br>（片側6分岐）※ | 110m<br>（片側9分岐）※ | 130m<br>（片側10分岐）※ | 150m<br>（片側12分岐）※ |
|---|---|---|---|---|
| １２０° | 現行 | ○ | ○ | × |
| １３５° | ○ | ○ | ○ | × |
| １８０° | ○ | ○ | × | × |

（○通線可×通線不可）

※：共用 FA 管φ150、φ100 を組合せた時の分岐数




（条件）
θ1＋θ2＝４５° 以内
で構成されるＳ字曲線

図-9　交角総和の条件

## 参　考　文　献

1）東京都建設局（2015）：東京都無電柱化推進計画（第７期）
2）東京都建設局（2014）：東京都電線共同溝整備マニュアル
4）同上，pp3-25，表　ボディ管内さや管に収容されるケーブル種別例（幹線系）
5）同上，pp3-22，表　共用ＦＡ管収容ケーブル一覧（参考）