

無電柱化の低コスト手法のコスト縮減効果 ～仮想設計による効果の試算～

光谷友樹・大城 温・井上隆司

1. はじめに

平成28年12月に「無電柱化の推進に関する法律」が施行され、道路の防災能力の向上、安全で快適な通行空間の確保、良好な景観の形成や観光振興等を目的として、欧米の主要都市に比べ立ち遅れている日本の無電柱化を一層推進することとされた。そのためには、特に、約5.3億円/km（電線共同溝。電気・通信設備に係る費用を含む）とされるコストの縮減が必要であり、国や事業者等の関係機関において技術開発を進めることとされている。

本稿では、今後普及を促進すべき低コスト手法について、関係機関連携のもと、仮想設計による検討（ケーススタディ）を行った結果を報告する。

2. 無電柱化の低コスト手法の取組み

現在、無電柱化の手法として最も採用されている電線共同溝方式は、歩道幅員が狭い道路や歩道のない道路では埋設が困難である場合が多く、整備費用が高いことと相まって、その適用には限界がある。今後、より簡素な埋設方式等による一層の低コスト化が求められている。

このような背景のもと、平成26年度に国総研に設置された「無電柱化低コスト手法技術検討委員会」において、三省庁（総務省、経済産業省、国土交通省）及び関係機関連携のもと行われた技術的検証により、平成28年には埋設深さの基準の緩和¹⁾や、電力線と通信線の離隔距離に関する基準の緩和^{2),3)}が行われた。その基準緩和によって可能となった新たな低コスト手法である「浅層埋設方式」や「小型ボックス活用埋設方式」が、「道路の無電柱化低コスト手法導入の手引き(案)Ver.1（道路局 環境安全課 平成29年3月）」（以下「手引き」という。）に掲載された。また、電線（電力線又は通信線）を直接地中に埋設する「直接埋設方式」について、関係機関において実

用化に向けた実証実験等が引き続き進められている。

これらの手法の活用に向けて、平成29年度から道路局に設けられた道デザイン研究会無電柱化推進部会（以下「無電柱化推進部会」という。）において、電力事業者、通信事業者、行政（地方整備局、国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）、NPO及びコンサルタントの関係機関連携のもと、低コスト手法の適用条件に関する知見や適用した際のコスト縮減効果を明らかにするため、ケーススタディが行われた。国総研では、低コスト化につながる技術の調査を行うとともに、ケーススタディ結果のとりまとめを行った。ケーススタディにて得られた、各低コスト手法の適用にあたっての留意点や活用可能性のある新技術等の知見を手引きに加筆し、手引きの見直し案として無電柱化推進部会において提案された。

今後、ケーススタディでの仮想設計及び手引き見直し案をもとに、現場において各低コスト手法の適用が見込まれており、そこで得られた各手法の適用条件や詳細な構造等を整理し、平成30年度末を目途として手引きの改定に向けて検討を行う予定である。

3. 無電柱化手法の特徴

電線共同溝による無電柱化は平成7年より行われており、当初は1管1条方式（管路1管に電線1条を挿入）で、多数の管路が埋設されていた（図-1）。その後、管路を集約する等の低コスト化が順次導入されている。

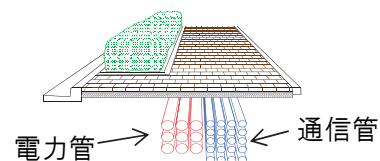


図-1 1管1条方式

3.1 電線共同溝における既存の手法⁴⁾

3.1.1 共用フリーアクセス（FA）方式

通信系管路を集約する方式である。引き込みケーブルを共用FA管（上段）、幹線ケーブルをボ

ディ管のさや管（下段）に入れ集約した2段構造となっている（図-2）。従来の1管に1条を入れる方式と比較して掘削土量の削減が可能である。

3.1.2 1管セパレート方式

1つの管を2段に分け、引込みと幹線を挿入することで通信系管路を集約する方式である（図-3）。収容容量は共用FA方式より小さく、需要が少ない箇所において適用可能な方式である。

3.1.3 既存ストック活用方式

既設の電力・通信管路（既存ストック）を電線共同溝として有効に活用し、増設が必要な管路のみ新設する方式である（図-4）。従来、既存ストックを支障物件として撤去し、新たに電線共同溝を整備していたのに対し、コスト削減や工期短縮が期待できる。

型ボックス内に低圧電力線と通信線を同時収容する方式である（図-5）。構造のコンパクト化により、掘削土量や仮設材の削減や、既存埋設物との干渉回避等による支障移設の減少によるコスト縮減が見込まれる。小型ボックス自体は、これまでに道路の側溝等として活用されているものであり、歩道・車道いずれにも整備することが可能である。実施にあたっては、分岐に係る構造等について電力・通信事業者と調整が必要となる。

3.2.3 直接埋設方式

道路敷地内へ直接、電線を埋設する方式である。管路や小型ボックス等の電線類の収容部材が不要となることによるコスト縮減が見込まれる。ただし、ケーブルの敷設時に開削状態で施工する必要があり、常設作業帯等が確保できる路線において適用可能な方式である（図-6）。なお、現時点では関係機関により、ケーブル保護方法や損傷防止対策の実証実験等が進められている段階である。



図-5 小型ボックス埋設方式
(新潟県見附市)



図-6 直接埋設方式
(東京都板橋区における実証実験)

4. ケーススタディの条件

4.1 対象とする場所

これまで無電柱化事業は主に一定の幅員が確保された幹線道路を中心に進められてきているが、今後、住宅地等の狭幅員の道路等における無電柱化の推進が期待される。そこで、ケーススタディの対象は、「住宅地」「商店街」「郊外景勝地」の3つの地区とした（表-1）。

表-1 3地区の概略

	住宅地	商店街	郊外景勝地
道路条件	歩道:無 交通量:少	歩道:無 交通量:少	歩道:有 大型交通:有
沿道条件	住宅 電力・通信需要:少	商店 電力・通信需要:多	耕作地等 電力・通信需要:少

4.2 検討方法

検討にあたっては、これまでの幹線道路における構造をそのまま適用したケース（ケース1）、現時点で実施可能な手法（既存手法及び浅層埋設

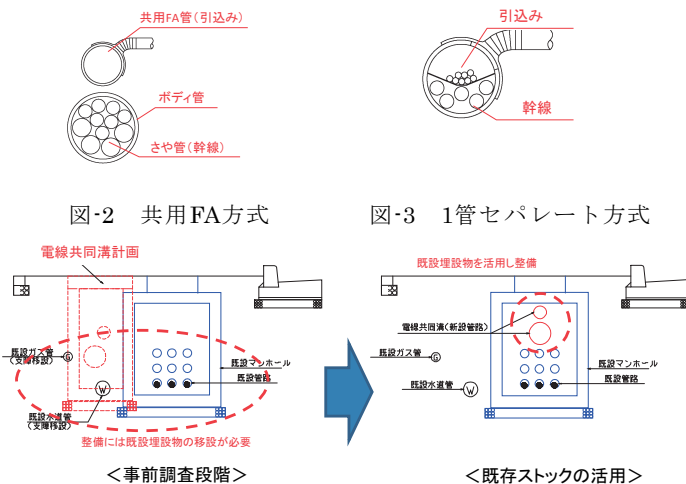


図-4 既設通信管路を用いた既存ストック活用

3.2 今後活用が見込まれる低コスト手法

3.2.1 浅層埋設方式

管路を従来よりも浅い位置に埋設する方式である。埋設位置が浅くなることで、掘削土量の削減や、特殊部のコンパクト化、既存埋設物（上下水道管やガス管等）との干渉回避等による支障移設の減少等によるコスト縮減が見込まれる。埋設深さは、管種や管径により異なる。2.で述べた埋設深さの緩和により実施可能となった手法である。実施にあたっては、埋設後に新たに掘削する際に切断等の損傷事故が起こりやすくなるのを防ぐため、埋設シートや道路面に鋸等を設置する等の損傷防止対策が必要である。

3.2.2 小型ボックス活用埋設方式

2.で述べた電力線と通信線の離隔距離に関する基準が緩和されたことを受け、管路を用いず、小

方式) を沿道状況にあわせ適用したケース (ケース2)、検証中の手法、または市場化されていない製品等 (ケーブルの直接埋設や樹脂製小型ボックス等) を適用したケース (ケース3) の3ケースについて概算工事費を算定し比較をおこなった。概算工事費の算定にあたってはケーブル等の材料費はメーカー等へのヒアリング結果を用い、用地補償費は含んでおらず、支障移設費や建設負担金などは事例を参考に、1kmあたりの一定額を加算した。

なお、本検討では無電柱化後の維持管理等の費用は算定していないが、手法選定や配慮事項の整理において、無電柱化後に生じる電力・通信需要の変化への対応の容易性や、再掘削時の損傷リスクも考慮して、検討を行っている。

4.3 手法選定の考え方

各地区各ケースに適用する手法の選定にあたっては、道路条件、沿道条件、電力需要密度条件及び埋設物の状況を考慮した。また手法は、埋設におけるケーブル收容方式と変圧器等の機器類設置方式とに分けて検討した。

ケーブル收容方式は、1管1条方式、共用FA方式、1管セパレート方式、既存ストック活用方式、浅層埋設方式、小型ボックス活用埋設方式、直接埋設方式の7方式を対象とした。なお、検討にあたっては地域によって異なる設備形態 (ケーブルの分岐方法、管径 (サイズ)、管種等) を考慮しておらず、地域によっては検討結果をそのまま適用できない点に留意する必要がある。

機器類設置方式については、地上機器として設置する方式、柱上に設置する方式の2方式とした。地上機器として設置する場合には、空間の確保や配置に留意する必要がある。また、柱状に設置する場合には電柱のかわりに機器用の柱を新たに設置することに留意する必要がある。

5. ケーススタディの結果

5.1 住宅地における検討結果

住宅地における道路の特徴としては、歩道が無い、地下空間が狭い、沿道の家屋の連たん等があげられる(図-7)。そこで、詳細な道路条件は以下のとおりとした。

(想定条件)検討延長：130m
道路幅員：6.2m

車線幅員：4.0m

歩道：なし (路面標示により分離)

占用物件：排水側溝 (民地側)、上水、
下水、ガス

その他：民地に引き込み柱が存在



図-7 想定される箇所のイメージ (住宅地)

住宅地では、收容方式については電力・通信需要が少ないため、1管セパレート方式や小型ボックス活用埋設方式などケーブルを集約する管種により低コスト化を図ることが可能である。また、地上機器配置における道路条件・沿道条件の制約が大きく、道路内に地上機器を設置することが困難な場合もある。

以上を踏まえ、3ケースのケーブル收容方式、機器設置方式を設定した (図-8, 9, 10)。ケーブル收容方式について、ケース2は、通信線に1管セパレート方式を活用して浅層埋設とする案とし、ケース3は、狭い道路において施工が容易な樹脂製小型ボックスを活用する案とした。機器類設置方式については、地上機器設置方式、柱上機器方式の両方を検討した。ここではケース2では地上機器設置方式、ケース3では既に存在する引き込み柱を活用することを考慮し柱上機器方式とした。検討した施設と試算した概算工事費の詳細については表-2のとおりである。

表-2 住宅地における検討結果の概略

	ケース1	ケース2	ケース3
主な施設	[通信] ・FA管 [電力] ・1管1条 [電力設備] ・地上機(2基)	[通信] ・1管セパレート管 ※浅層埋設方式 [電力] ・1管1条 ※浅層埋設方式 [電力設備] ・地上機(2基)	[通信・電力(低圧)] ・小型ボックス(樹脂製) [電力(高圧)] ・1管1条 ※浅層埋設方式 [電力設備] ・柱上機器(2基) ・トランス共用柱(2本) ※僅かに架空引込線あり
工事概算費	約4.4億円/km (1.0)	約3.3億円/km (0.74)	約2.8億円/km (0.64)

ケース2ではコストがケース1に比べ約3割、ケース3ではケース1に比べ4割削減される結果と

なった。ケース2、3ともに管路部における事業費の削減効果が大きいことが確認された。なお、ケース3の樹脂製小型ボックスの活用にあたっては耐荷重、耐久性、騒音・雨水対策などの検証が必要な技術である。また、柱上機器の採用にあたっては位置や高さを工夫する等の景観への配慮が必要である。

住宅地の無電柱化事業において、下記の手法が低コスト化に有効であることが示唆された。

- ・浅層埋設とし、断面を集約する管材の使用
- ・柱上機器の活用

占用物件：排水側溝（民地側）、上水、水、ガス、既設通信管路



図-11 想定される箇所のイメージ（商店街）

商店街では、電力・通信需要が多く管路本数が多くなることが予想されるため、1管セパレート方式などケーブルを集約する管種の活用は困難である。一方、大型車の交通量が少ないため、車道でも浅層埋設により低コスト化を図ることが可能である。なお、既存の通信管路が埋設されている場合はその活用も可能である。また、機器配置における沿道条件の制約が大きく、道路内に地上機器を設置する際には店舗入口を避ける等で場所に配慮する必要がある。

以上を踏まえ、3ケースのケーブル收容方式、機器設置方式を設定した（図-12, 13, 14）ケーブル收容方式については、ケース2は、電力線は浅層埋設とし通信線は既存ストックを活用する案とし、ケース3は、狭い道路において施工が容易な樹脂製小型ボックスを活用する案とした。機器設置方式については、地上機器設置方式とした。検討した施設と試算した概算工事費については表-3のとおりである。

表-3 商店街における検討結果の概略

	ケース1	ケース2	ケース3
主な施設	[通信] ・FA管<両側> [電力] ・1管1条<両側> [電力設備] ・地上機(8基)	[通信] ・既設通信埋設管活用 [電力] ・1管1条<両側> ※浅層埋設方式 [電力設備] ・地上機(8基)	[通信・電力(低圧)] ・小型ボックス(樹脂製)<両側> [電力(高圧)] ・1管1条<両側> ※浅層埋設方式 [電力設備] ・地上機(8基)
工事費概算	約11.5億円/km (1.0)	約7.8億円/km (0.68)	約6.8億円/km (0.59)

ケース2、3において、コストがケース1に比べ約3~4割削減される結果となった。特に通信管路の既存ストックの活用、小型ボックスの活用による管路部でのコスト削減の効果が大きいことが確認された。なお、ケース3の樹脂製小型ボックスは5.1のとおり検証等が必要な技術である。

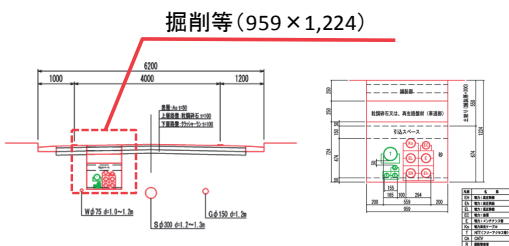


図-8 標準断面図（ケース1）

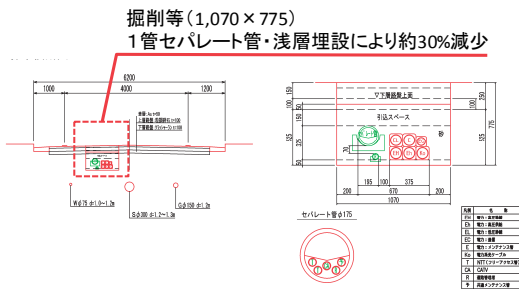


図-9 標準断面図（ケース2）

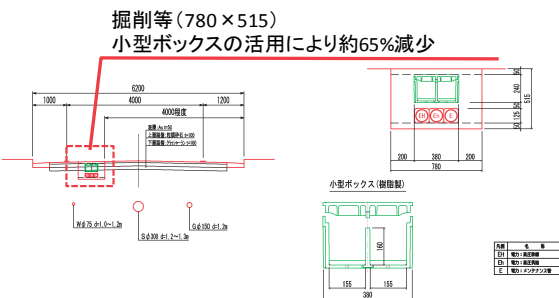


図-10 標準断面（ケース3）

5.2 商店街における検討結果

商店街における道路の特徴としては、既設埋設物が輻輳しており地下空間が狭い、沿道には店舗ビル等が連たんし電力・通信需要が高い、等があげられる（図-11）。そこで、詳細な道路条件は以下のとおりとした。

（想定条件）検討延長：230m

道路幅員：7.0m

車線幅員：4.0m

歩道：なし（路面標示により分離）

商店街の無電柱化事業において、下記の手法が低コスト化に有効であることが示唆された。

- ・浅層埋設
- ・既存ストックの活用（存在する場合）

既存ストックの活用にあたっては、管路の耐久性、ケーブルの入線可否、接続箇所および引込方法等、電線共同溝として活用できるか適切に評価することが課題となる。

歩道幅員：2.50m（片側歩道）

占有物件：上水、農業用水

その他：未舗装の保護路肩が存在



図-15 想定される箇所のイメージ（郊外景勝地）

郊外景勝地では、電力・通信需要が少ないことから、1管セパレート方式などケーブルを集約する管種により低コスト化を図ることが可能である。大きな用水や排水路が埋設されている場合には、大規模な移設等が必要ない構造とするよう留意する必要がある。また、需要変化が少なく埋設後に掘り返し等の可能性が低い場合には、通信・電力（低圧）ケーブルを直接埋設することにより低コスト化を図れる可能性がある。

以上を踏まえ、3ケースのケーブル収容方式、機器設置方式を設定した（図-16, 17, 18）。収容方式については、ケース2は、通信について1管セパレート方式を活用する案とし、ケース3は、ケース2よりさらに掘削土量を削減することを狙い通信・電力（低圧）ケーブルを保護路肩に直接埋設する案とした。機器設置方式については、歩道に設置可能なことから地上機器設置方式とした。検討した施設と試算した概算工事費については表-4のとおりである。

表-4 郊外景勝地における検討の概略

	ケース1	ケース2	ケース3
主な施設	[通信] ・FA管 [電力] ・1管1条 [電力設備] ・地上機(3基)	[通信] ・1管セパレート管 [電力] ・1管1条 [電力設備] ・地上機(3基)	[通信、電力(低圧)] ・直接埋設 [電力(高圧)] ・1管1条 [電力設備] ・地上機(3基)
工事費 概算	約2.0億円/km (1.0)	約1.9億円/km (0.9)	約1.6億円/km (0.8)

ケース2、3において、コストがケース1に比べ約1~2割削減される結果となった。特に、管路部における材料費のコスト削減の効果が大きい。なお、ケース3の直接埋設は、実用化に向けた実証実験等が進められている技術である。また、本検討では、支障移設等の費用を全て一定としているが、条件によってはこれらの費用も大きく下が

掘削等(929×1,056)

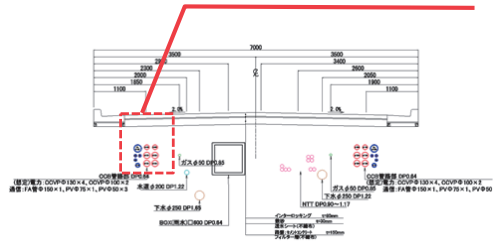


図-12 標準断面図（ケース1）

掘削等(724×557)

既存ストック活用・浅層埋設により約60%減少

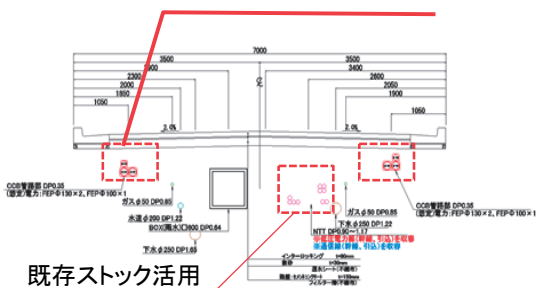


図-13 標準断面図（ケース2）

掘削等(849×482)

小型ボックスの活用により約65%減少

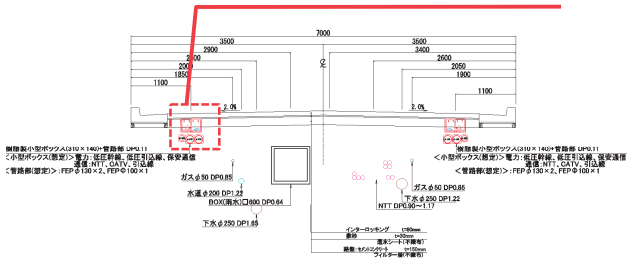


図-14 標準断面図（ケース3）

5.3 郊外景勝地における検討結果

郊外における道路の特徴としては、電力・通信需要が少ないことがあげられる（図-15）。また、大きな用水や排水路が埋設されていることも予想される。そこで、詳細な道路条件を以下のとおりとした。

(想定条件)検討延長：1,029m

道路幅員：9.25m

車線幅員：6.75m

ることが予想される。また、保護路肩における施工においてはトレンチャー（溝掘機）の活用によりさらに低コスト化できる可能性がある。

郊外景勝地の無電柱化事業において、下記の手法が低コスト化に有効であることが示唆された。

- ・断面を集約する管材の使用
- ・直接埋設方式

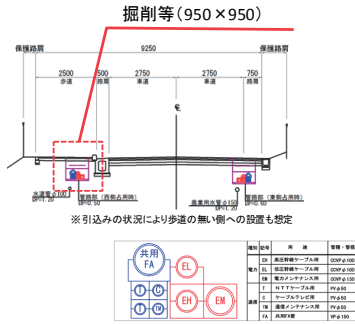


図-16 標準断面図（ケース1）

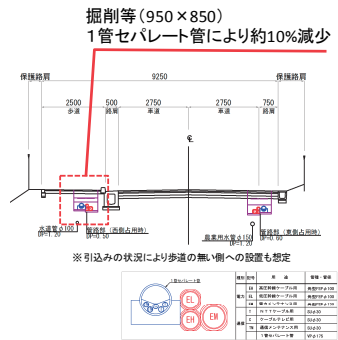


図-17 標準断面図（ケース2）

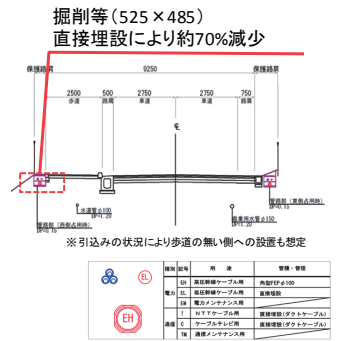


図-18 標準断面図（ケース3）

6. まとめ

無電柱化の推進が期待される住宅地等の狭幅員の道路等において、新たな低コスト手法である浅層埋設方式、小型ボックス活用埋設方式、直接埋設方式の適用性やコスト縮減効果を確認するとともに、適用の際の配慮事項やさらなる低コスト化が期待される新技術等を、ケーススタディを通じて明らかにした。これらを踏まえ、浅層埋設方式及び小型ボックス活用方式の適用にあたっての留意点や活用可能性のある新技術等の知見、直接埋設に関する知見を手引きに加筆し、平成30年3月に無電柱化推進部会より手引きの見直し案として提案された。

今後は、国総研として、現場における各低コスト手法の適用に関する検討を支援する予定であり、現場での各手法の適用の実態を十分に踏まえつつ、手引きの改定の検討を行い、無電柱化の一層の推進に貢献してまいりたい。

謝 辞

無電柱化推進部会の屋井鉄雄座長（東京工業大学副学長）をはじめとする委員の先生方ならびに本検討に携わった関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国土交通省道路局：電線等の埋設物に関する設置基準の緩和について、2016.2
- 2) 総務省総合通信基盤局電気通信事業部電気通信技術システム課：有線電気通信設備令施行規則の一部改正について、2016.6
- 3) 経済産業省商務流通保安グループ電力安全課：電気設備の技術基準の解釈の一部改正について2016.9
- 4) 道路空間高度化研究室：無電柱化に関する事例集、国土技術総合研究所資料、No.789、2014.3

光谷友樹



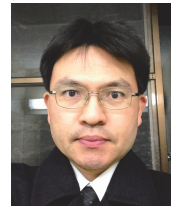
国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路環境研究室 研究官
Yuki MITSUTANI

大城 温



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路環境研究室 主任研究官
Nodoka OSHIRO

井上隆司



国土交通省国土技術政策総合研究所道路交通研究部道路環境研究室長
Ryuji INOUE