

土木研究所資料

道路交通や周辺環境への影響を低減する
路上工事工法の評価・開発に関する調査

平成16年7月

独立行政法人土木研究所
技術推進本部 施工技術チーム

Copyright © (2004) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Chief Executive of P. W. R. I.

この報告書は、独立行政法人土木研究所理事長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、独立行政法人土木研究所理事長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。

道路交通や周辺環境への影響を低減する 路上工事工法の評価・開発に関する調査

技術推進本部 施工技術チーム 主席研究員 大下 武志
主任研究員 小野寺誠一

要 旨

舗装修繕や管路敷設等の路上工事は、国民生活を支えるライフラインの構築や安全かつ円滑な道路交通を確保するために必要不可欠である。しかしながら、現道上での工事となることから、工事による交通渋滞や騒音・振動などの周辺環境への影響が大きく、これらの影響低減への社会的要請が非常に強い。これに対して、これまでも工事調整・共同施工等による工事件数の縮減や工事終了後の掘削規制、埋設管の浅層化、共同溝の整備等の施策の実施により影響低減を行ってきたが、依然として社会的要請が強く、更なる施策の実施とともに、影響低減に資する新技術・新工法の開発・普及の促進及び普及促進のための評価方法の確立が必要とされている。

本調査では、路上工事の現状調査や新技術・新工法の実態調査により路上工事の技術的な課題を抽出し、新技術・新工法の開発の方向性を提案するとともに、新技術・新工法の普及を促進するための工法評価手法を提案し、導入効果に関する試算を実施した。更に、別冊として「道路交通や周辺環境への影響を低減する路上工事工法の評価・開発ガイドブック」を取りまとめた。

キーワード：路上工事、道路交通、工法評価、外部コスト

目 次



1. 調査概要	1
1. 1 調査目的と概要	1
1. 2 調査フロー	2
2. 路上工事の現状調査	3
2. 1 路上工事の標準工法の調査	3
2.1.1 各施設の設備概況	3
2.1.2 各占用企業者の標準仕様工法	10
2. 2 路上工事の工事工程の調査	18
2.2.1 占用工事の工事工程	18
2.2.2 道路工事の工事工程	27
2. 3 路上工事の周辺環境への影響に関する現地調査	31
2.3.1 調査概要	31
2.3.2 調査結果	34
2. 4 大型路上工事の現状調査	41
2.4.1 調査概要	41
2.4.2 調査結果	42
3. 路上工事における改善技術	53
3. 1 路上工事における改善技術とその特徴	53
3.1.1 占用企業者における取組み	53
3.1.2 大型路上工事における取組み	57
3. 2 路上工事における技術の課題と開発方向性	60
3.2.1 路上工事における技術の課題の抽出・整理	60
3.2.2 新技術・新工法の開発方向性	62
4. 路上工事工法の評価方法	63
4. 1 評価方法と評価項目	63
4.1.1 評価項目の選定	63
4.1.2 外部コスト評価方法の検討	66
4. 2 新技術・新工法による効果・影響の試算	76
4.2.1 掘削幅縮小による効果・影響の試算	76

4.2.2	大型路上工事における効果・影響の試算	79
4.2.3	非開削工法による効果・影響の試算	85
4.2.4	交差点部における工事の外部コストの試算例	90
5.	おわりに	96

別冊 「道路交通や周辺環境への影響を提言する路上工事工法の評価・開発ガイドブック」

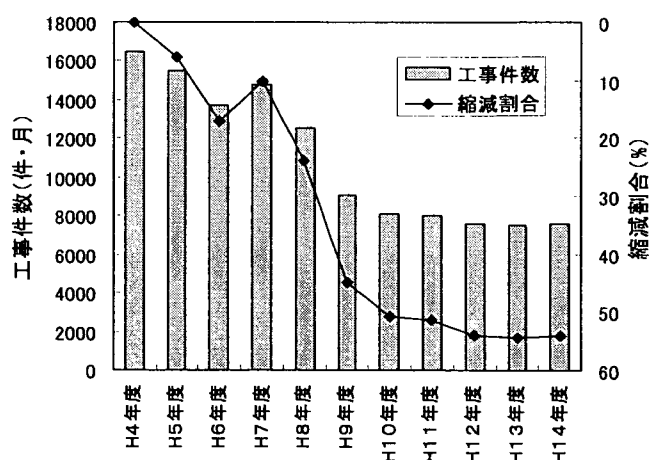
1. 調査概要

1. 1 調査目的と概要

舗装修繕や管路敷設等の路上工事は、国民生活を支えるライフラインの構築や安全かつ円滑な道路交通を確保するために必要不可欠である。しかしながら、現道上での工事となることから、工事による交通渋滞や騒音・振動などの周辺環境への影響が大きく、これらの影響低減への社会的要請が非常に強い。これに対して、これまでも埋設管の浅層化、非開削工法の採用、共同溝化、工事調整・共同施工等による工事件数の縮減や工事終了後の掘削規制等の施策により影響低減に努められてきている（図-1.1.1 参照）。しかし、依然路上工事縮減への社会的要請が大きく、更に今後は既設施設の更新・取替等の維持管理に対する工事も増加傾向にある。このため、工事縮減のための更なる施策の実施とともに、工事による影響低減のための以下の様な取り組みが必要である。

- ・ 効果的な新技術・新工法の開発・普及
- ・ 新技術・新工法普及のための評価手法の確立

本調査では、路上工事による道路交通や周辺環境への影響を低減するために、路上工事の現状調査や工程分析等による課題抽出や、新技術・新工法の開発動向の調査を行い、今後の開発の方向性を提案した。また、新技術・新工法の評価手法として外部コストを含めた総コストで評価する手法を提案し、新工法の導入効果に関して実際の現場条件等に基づいた試算を行った。これらの結果を踏まえ、占用企業者・道路管理者が路上工事を実施する際の新工法・新技術の採用や評価を行うための指針となる「路上工事工法の評価・開発ガイドブック」を別冊として作成した。



出典:「ユーザーの視点に立った道路工事マネジメントの改善について
～外部評価に基づく工事とその影響の縮減～提言」
(平成15年 ユーザーの視点に立った道路工事マネジメントの改善委員会 編)
(<http://www.dorokoji.net/proposal/index.html>)

図-1.1.1 路上工事件数の推移（東京 23 区における国道・都道）

1. 2 調査フロー

調査のフローを図-1.2.1 に示す。調査は、路上工事の現状調査に基づき、路上工事における課題を抽出するとともに、路上工事に関わる改善工法の状況を調査し、路上工事における技術的な課題を抽出し、路上工事の新技术・新工法の開発における方向性を提示した。また、新技术・新工法の普及・開発を促進させるための評価方法について、路上工事の現状調査結果等をもとに検討を行い、また実現場等のデータを用いて新技术・新工法の導入効果の試算を行い、評価方法の提案を行った。

これらの結果を踏まえて、路上工事の担当者が路上工事工法の開発、採用を行う際の目安となるべく、「路上工事工法の評価・開発ガイドブック」を作成した。

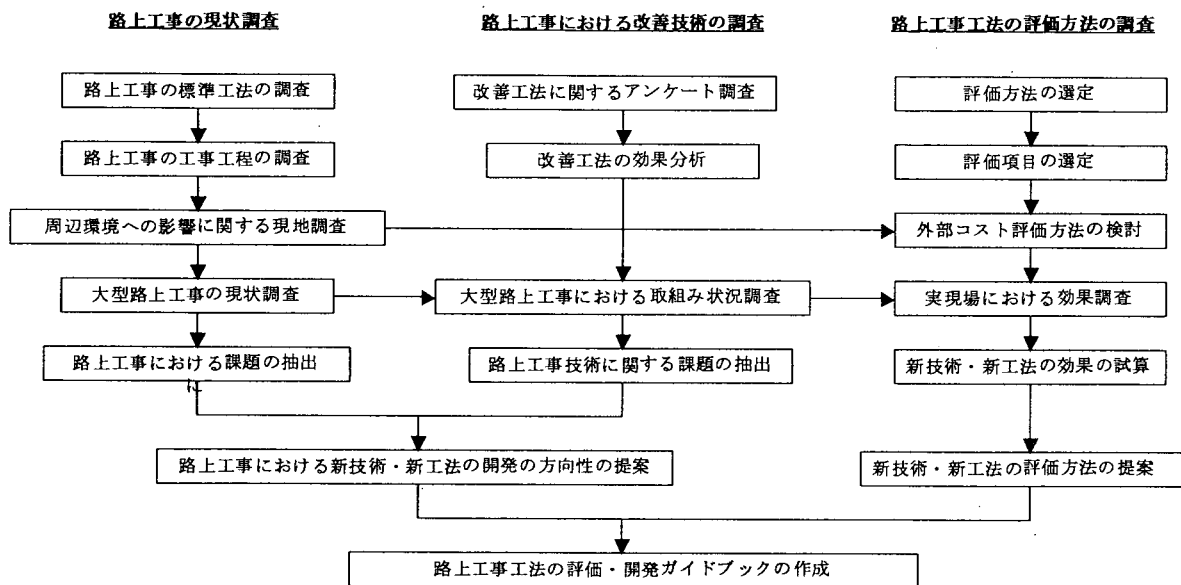


図-1.2.1 調査フロー

2. 路上工事の現状調査

2. 1 路上工事の標準工法の調査

上水道、下水道、電気、通信、ガスの5つの占用工事を対象に、各占用工事の標準的な仕様に基づく標準工法の調査を行った。調査方法は、占用企業者に対するアンケート調査、ヒアリング調査及び文献による調査である。

2.1.1 各施設の設備概況

(1) 下水道設備

1) 設備の概要

水道水の供給は、水源から水を取り入れ、飲料水として各家庭に届けるまでには図-2.1.1に示すとおり、取水、浄水、配水、給水の各工程を経なければならない。

配水本管：浄水場から給水区域まで上水を安全確実に送水するとともに、特別区域内に管路網を形成し、浄水を公平に分配する役割を持っている。

配水小管：配水本管から浄水を引き継ぎ、本管管路網内をさらに小さな管路網で結び、各家庭への給水が均等に出来るようにする役割がある。

給水管：配水小管から浄水を引き継ぎ、各家庭に安全確実に届ける役割を持っている。

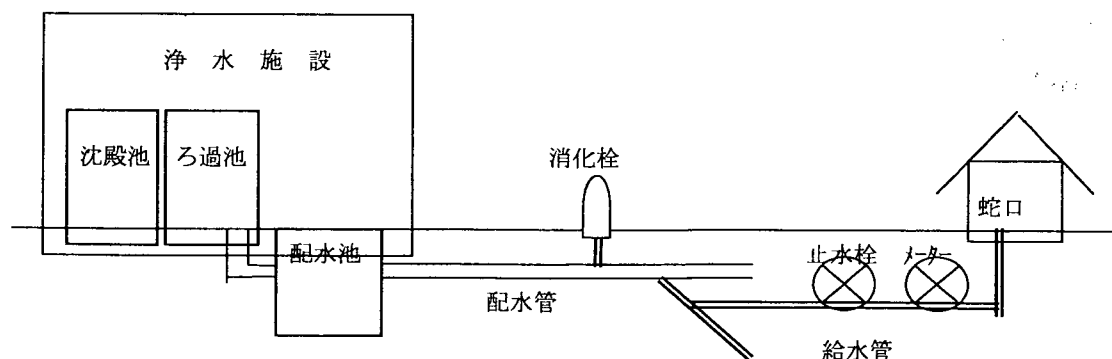


図-2.1.1 上水道設備図

2) 設備の状況

東京都23区内の平成11年度末現在における上水道管の設備数量を表-2.1.1に示す。

表-2.1.1 上水道管設備数量

配水管管理延長	配 水 本 管	配 水 小 管
15,241,968 m	1,626,539.2 m	13,615,428.8 m

3) 管 種

配水・給水管の種類と仕様は表-2.1.2 のとおりである。

表-2.1.1 管種別仕様

名 称	口 径	材 質	継ぎ手構造	用 途 区 分
本 管	400mm	ダクタイル鋳鉄管	メカニカル継手	一般的な管路に使用
	2600mm	鋼 管	溶 接	一体性を持たせる場合
小 管	75mm	ダクタイル鋳鉄管	メカニカル継手	一般的な管路に使用
	350mm	鋼 管	溶 接	一体性を持たせる場合
給水管	50mm 以下	鉛 管	鉛継ぎ手	今後ステンレス管へ更改
		ステンレス鋼管	ギヤ継ぎ手	漏水・耐震性向上を図る

(2) 下水道設備

1) 設備の概要

下水道の主な役割には、①雨水の排除、②トイレの水洗化、③地域の環境改善、④公共用水域の水質保全等がある。

下水道設備には、①家庭や工場から流される雑排水、②水洗トイレの使用水を受け入れる汚水、③道路上等の雨水を収容する雨水枡、④これらを本管へ取り入れるための取付接管、⑤下水をポンプ所や処理場まで導くための本管、⑥維持管理の必要から本管と本管の中間に設ける人孔、によって構成される。

下水道管渠の本管は処理場に近くなると内径 8000mm の大口径のものがあるが、ここでは小口径管開削工法を対象にする。

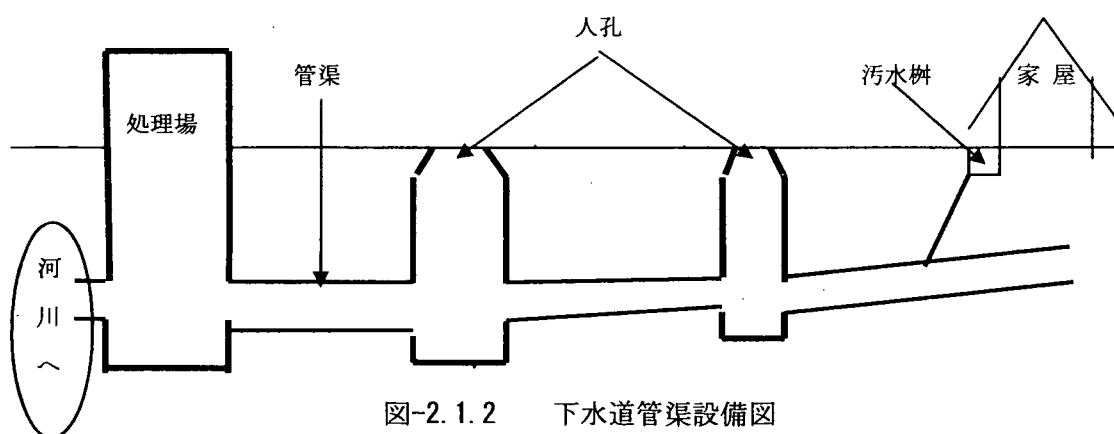


図-2.1.2 下水道管渠設備図

2) 設備の状況

東京都 23 区内の平成 11 年度末現在における下水道管の設備数量を表-2.1.3 に示す。

表-2.1.3 下水道管渠設備数量

管 渠	15,190,646 m	幹 線	998,925 m
		枝 線	14,191,721 m
人 孔	468,788 個		
汚水枡	1,799,744 個		

3) 管 種

現在、下水道本管としては、陶管、鉄筋コンクリート管、硬質塩化ビニール管（VU）、強化プラスチック複合管、ダクトイル鋳鉄管、鋼管等がある。表-2.1.4 に種類と仕様を示す。

表-2.1.4 下水道管路種別

名 称	材 質	継ぎ手構造	口 径	特 徴
陶 管	焼 製 品	モルタル継ぎ手圧縮ジョイント	径 250mm から 径 300mm	耐酸・耐アルカリ性に優れ、磨耗に強い。異形管を製造し易いが、衝撃に弱い。
鉄 筋 コ ン ク リ ー ト 管	コンクリートを遠心力によって締め固めて形成する。一般にヒューム管と略称される。	A型：カー継手 B型：ワット継手 C型：インロ継手	径 250mm から 径 3000mm	A型：継ぎ手部の施工に技能を要する。 B型：ゴム輪を用いることで接合施工性、水密性に優れる。 C型：施工が簡単で掘削幅も小さくてすむ。
硬 化 塩 化 ビ ニ ー ル 管	塩化ビニール重合体を主原料に押出等の方法で形成。	ソケット継ぎ手ゴム輪および接着剤	径 250mm から 径 800mm	軽量で施工性に優れている。
強 化 プ ラ ス チ ック 複 合 管	ガラス繊維に樹脂を巻付け形成し繊維の間にプラスチックモルタル層を挿入し複合管にした物。	ソケット継ぎ手ゴム輪	径 100mm 以上	軽量で施工性に優れ外圧強さは鉄筋コンクリート管の第一種より強い。
ダ ク タ イ ル 鋳 鉄 管	ダクトイル鋳鉄	差込継ぎ手	径 100mm 以上	耐圧性・耐食性に優れ、圧力管として使用。衝撃に強い可とう性管。
鋼 管	鋼材	溶接またはメカニカル	径 100mm 以上	水密製が高い。優れた特性を持つ可とう性管。

(3) ガス設備

1) 設備の概要

工場で製造したガスを遠くの消費点まで送るため、工場送出時のガスは圧力を高くしてあり、途中に設けたガバナーステーション・地区ガバナー等の設備により圧力を段階的に下げてゆき、消費に適したガス圧力にしていく。

所定の圧力区分毎にラインを構築しているが、その概念を図-2.1.3 に示す。また、管の口径による区分として口径 100mm 以上を本管、口径 100mm 未満を支管および道路から需要家庭へ引き込む管を供内管と呼ぶ。

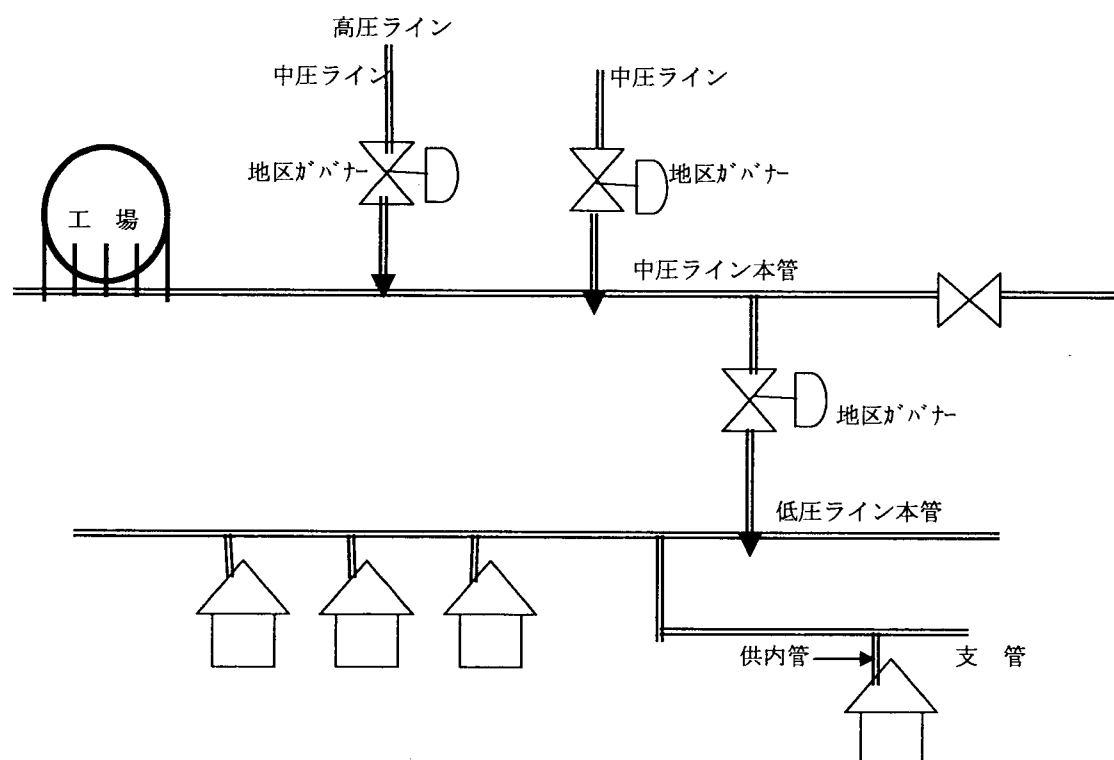


図-2.1.3 ガス設備図

2) 設備状況

東京都 23 区内の平成 11 年度末現在におけるガス管の設備数量を表-2.1.5 に示す。

表-2.1.5 ガス設備数量

低 圧 管	全 延 長	バ ル ブ
41, 117km	47, 268km	11, 031 基

3) 管 種

新設するガス配管の材料や接合方法については、ガス事業法により圧力に応じて使用可

能なものが定められている。一般的な管種の例について表-2.1.6 に示す。

表-2.1.6 管種の例

区 分	管の材料	口径 cm	管長m	接合	圧 力
高圧本管	鋼管	10～75	9～12	溶接	1MPa 以上
中圧A本管	鋼管	10～75	9	溶接	0.3MPa 以上
中圧B本管	鋼管	10～75	9	溶接	0.1MPa 以上
	ダクタイル鋳鉄管	10～75	4～6	メカニカル	同上
低圧本管		10～40	4～6	メカニカル	0.1MPa 未満
低圧支管	鋼管	5～8	5.5	メカニカル	同上
	ポリエチレン管	5～7.5	5	熱融着	同上

(4) 電力設備

1) 設備の概要

水力・火力・原子力等の発電所で発電した電気は、発電所→送電線→変電所→配電線→引込み線等の電力設備を経てそれぞれの需要家庭に供給されている。このうち、地中送電線設備は都市化した市街地など架空線による送電が不可能な地域において採用されている。地中送電管路設備は電力ケーブルを収容して外部からの損傷を防ぐものあり、一般道路下に埋設させるため、土圧および通行車両などの上載荷重に対して十分に耐える強度が必要となるとともに、ケーブル引き込み・引き抜きが可能な構造である必要がある。

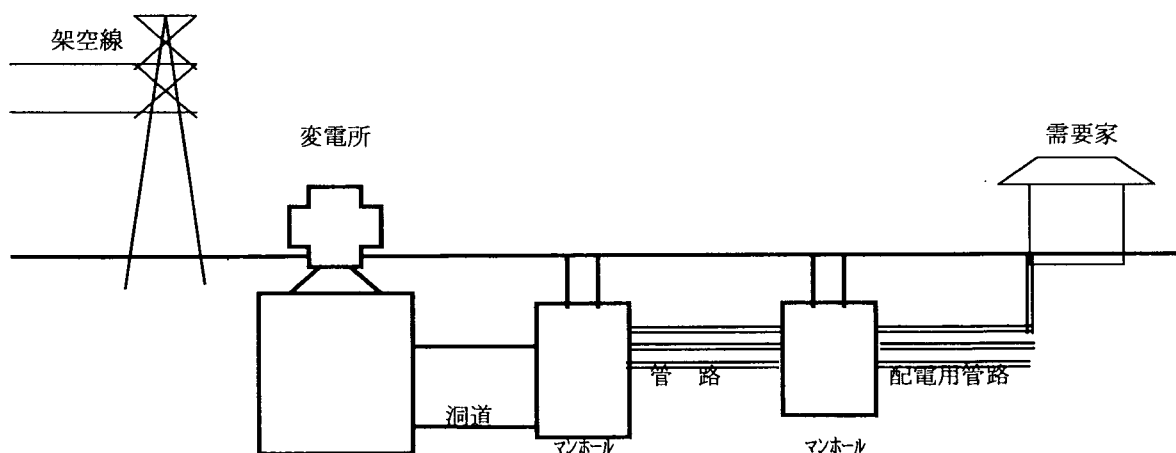


図-2.1.4 地中送電土木設備図

2) 設備の状況

東京都 23 区内の平成 11 年度末現在における電力設備の設備数量を表-2.1.7 に示す。

表-2.1.7 電力設備数量

管路亘長	一般管路		マンホール	ハットホール
	スパン数	亘長	個数	個数
1,382,989m	14,553	1,085,370m	6,255 個	185 個

3) 管 種

現在、地中送電管路に使用されている管種は、強化プラスチック複合管、亜鉛メッキ鋼管およびヒューム管等である。この他、配電用には耐衝撃性塩化ビニール管が多く使用されている。その主な仕様は表-2.1.8に示すとおりである。

表-2.1.8 電力管種仕様

管 種	材 質	継ぎ手構造	呼び径(mm)
強化プラスチック複合管 (PFP)	ガラス繊維樹脂	差込継ぎ手	130、150、200
	ポリエステル樹脂コンクリート		250、300、350
亜鉛メッキ鋼管 (GP)	配管用炭素鋼	衽込み形	125、150、200 250、300
ヒューム管 (HP)	鉄筋コンクリート	差込継ぎ手	130、150、200 250、300
耐衝撃性塩化ビニール管 (SVP)	塩化ビニール	差込継ぎ手	130

(5) 通信設備 (NTT)

1) 設備の概要

電気通信設備用地下設備は通信用ケーブルを保護するものであり、道路下に埋設されるため、車両の通行に対する機械的強度を必要とするとともに、ケーブルの引き通しや引き抜きが可能な構造であることが必要である。管路設備は新サービスを含む長期的な通信需要や道路環境に対処するための計画倍率を考慮した必要管路条数を算出する方式を採用している。通信用地下管路設備の構成概要を図-2.1.5に示す。

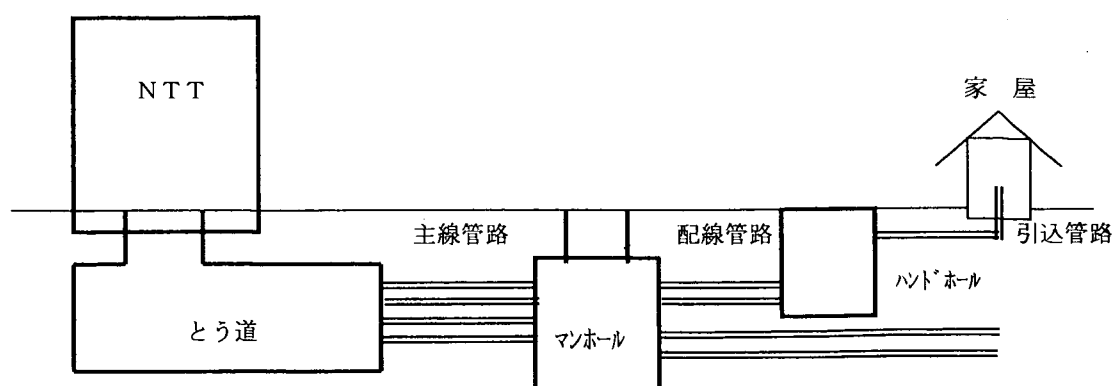


図-2.1.5 電気通信地下管路設備図

2) 設備の状況

東京都23区内の平成11年度末現在における電気通信設備の設備数量を表-2.1.9に示す。

表-2.1.9 通信設備数量

管路延長	マンホール	ハンドホール
41, 353.8km	30, 847 個	57, 354 個

3) 管 種

現在の通信用地下管路には、硬質ビニール管、塗覆装鋼管、鋳鉄管および防食鋼管がある。その主な仕様を表-2.1.10に示す。

表-2.1.10 通信設備管路種別

名 称	材 質	継ぎ手構造	口径	特徴
硬質ビニール管 (V管)	塩化ビニール樹脂管	差込継ぎ手	75、50 25mm	軽量
塗覆装鋼管 (PS管)	配管用炭素鋼鋼管	差込継ぎ手	100、75 50、25mm	大きな強度を必要とする区間に使用
防食鋼管 (S管)	配管用炭素鋼鋼管	差込継ぎ手	100、75 50mm	地下引上げ部や橋梁添架部分に使用
鋳鉄管 (I管)	ダクタイル鋳鉄管	差込継ぎ手	75mm	主として誘導対策区間に使用

2.1.2 各占用企業者の標準仕様工法

(1) 管敷設工事の現状

各占用企業者が行っている管敷設工事の標準的な作業フローは概ね共通しており、道路面を掘削し、そこに単数または複数の管路を敷設した後、掘削溝内に砂を投入して転圧しつつ埋め戻し、最後に舗装を施して工事前の状況に復旧する、いわゆる、「開削工法」を標準として多く採用している。

この開削工法は工事区間が15～20m程度と短区間で、掘削から管路敷設、埋め戻し・復旧までの一連の作業工程を一日で終了し、工事作業帯を毎日移動させて行く「即日復旧工事」と工事区間が長く、道路面の掘削後は路面覆工を設置して、交通開放を実施しつつ覆工下で掘削・管路敷設・埋め戻し等の一連の作業工程を施工する「覆工工事」とに区分できる。前者は比較的小口径、小条数の管路工事に、また、後者は比較的中～大口径多条数の管路工事に適用する工事形態である。

現在、一般的に最も多く採用されている開削工法による即日復旧工事の、工事の準備段階における作業帯の設置から、工事が終了し、作業帯を除去・清掃するまでの作業工程のフローを表-2.1.11に示す。

表-2.1.11 管路敷設工事の標準的な流れ

① 試験掘り工程	② 舗装切断工程	③ 管路敷設工程	④ 舗装復旧工程
・工事作業帯の設置(保安設置) ↓ ・舗装切断用カッタ入れ ↓ ・舗装破碎(はぎとり) ↓ ・掘削・土留設置・残土処理 ・既設埋設物確認 記録 ↓ ・埋戻し・土留め撤去 ↓ ・路盤復旧 ↓ ・舗装復旧(仮復旧) ↓ ・作業帯撤去(保安設備等) ↓ ・清 掃	・工事作業帯の設置(保安設置) ↓ ・舗装切断用カッタ入れ ↓ ・作業帯撤去(保安設備等) ↓ ・清 掃	・工事作業帯の設置(保安設置) ↓ ・舗装破碎(はぎとり) ↓ ・掘削・土留設置・残土処理 ・既設埋設物確認 回避 ↓ ・管路敷設(搬入 設置 接続) ↓ ・埋戻し・土留め撤去 ↓ ・路盤復旧 ↓ ・舗装復旧(仮復旧) ↓ ・作業帯撤去(保安設備等) ↓ ・清 掃	・工事作業帯の設置(保安設置) ↓ ・舗装切断用カッタ入れ ↓ ・舗装破碎(はぎとり) ↓ ・路盤復旧 ↓ ・舗装復旧(表示ペイント等含) ↓ ・作業帯撤去(保安設備等) ↓ ・清 掃

(2) 各占用企業者の標準的な管敷設方法

1) 標準断面

① 上水道設備

管の敷設は原則として図-2.1.6等の標準図により設計・施工する。

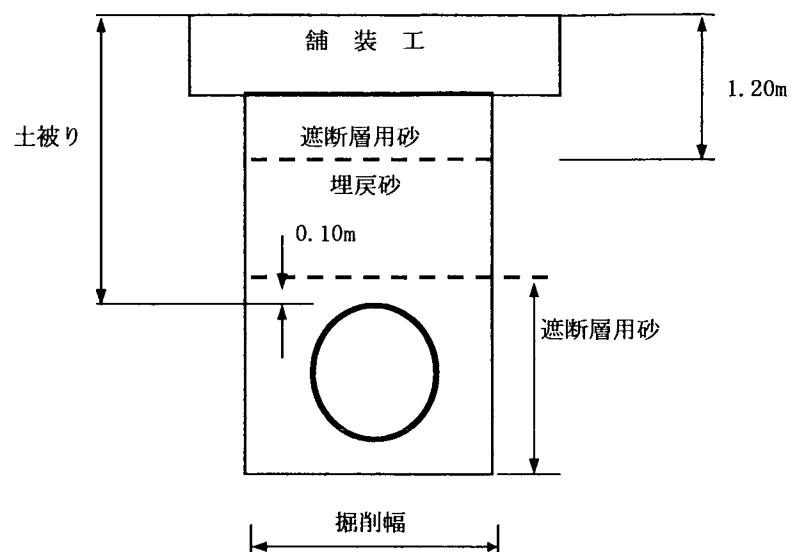


図-2.1.6 上水道標準断面図

② 下水道設備

管の敷設は原則として図-2.1.7等の標準図により設計・施工する。

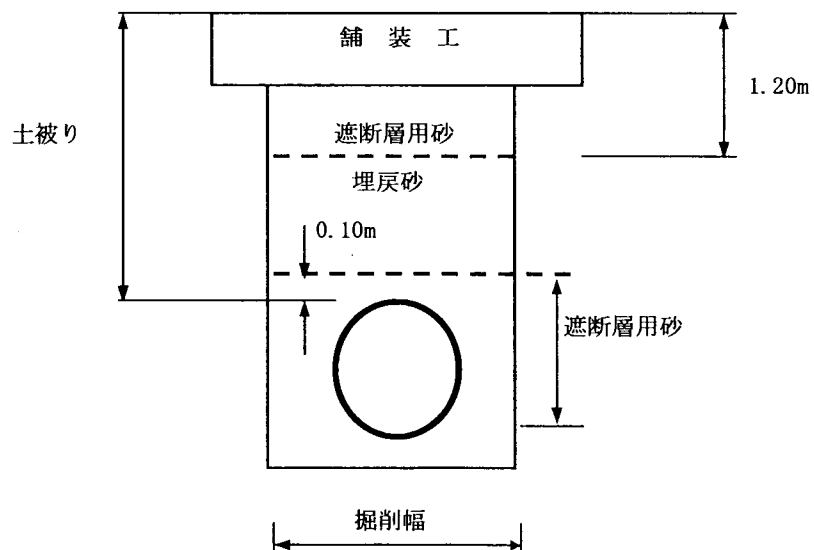


図-2.1.7 下水道標準断面図

③ ガス設備

通常、敷設する管の本数は1本であり、規定の埋設深さに他の埋設物から管理上支障をきたさない間隔だけ離して敷設する。図-2.1.8に管敷設の標準図を示す。

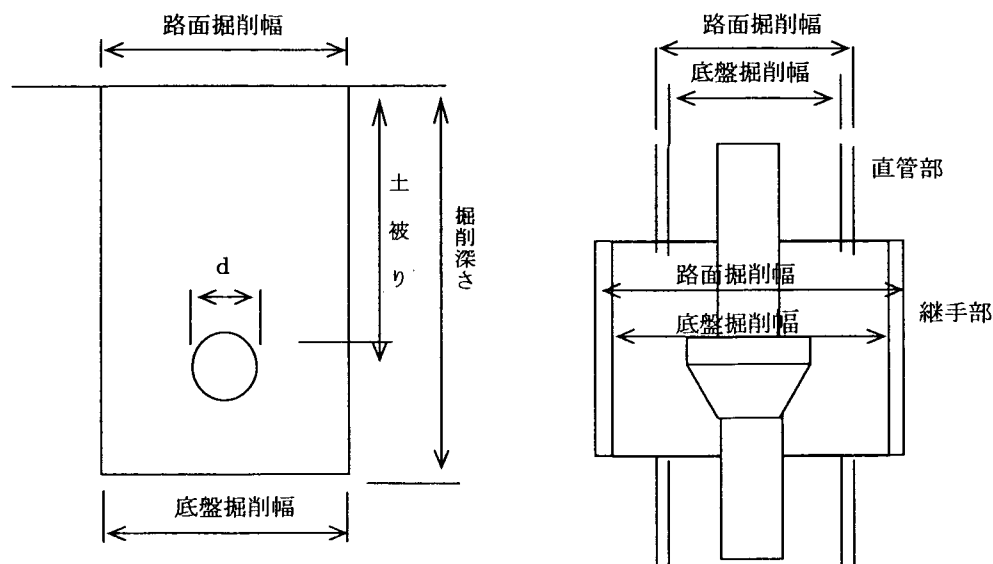


図-2.1.8 ガス設備標準断面図

④ 電力設備

地中送電管は一般に多条数を正方形にちかい形状とすることが標準で、管路配列の横方向を「列」、縦方向を「段」という。管路相互間は配列状態を確保するための管枕やスペーサを使用している。管路敷設の標準掘削断面を図-2.1.9に示す。

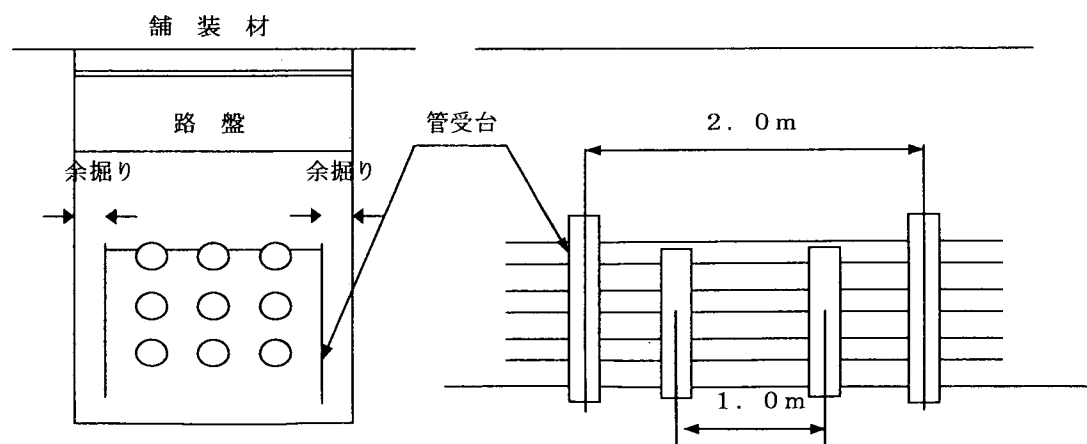


図-2.1.9 電力設備標準断面図

⑤ 通信設備

多条敷設する管路配列の横方向を「並び条数」、縦方向を「重ね条数」という。標準配列

の管路は枕木やプラスチック製のスペーサを用いて管相互の間隔を確保する。管の敷設状況は図-2.1.10 に示すとおりである。

管は差込継ぎ手としており、敷設に当たっては作業員が溝内に入ることなく地上から作業できるようにしている。

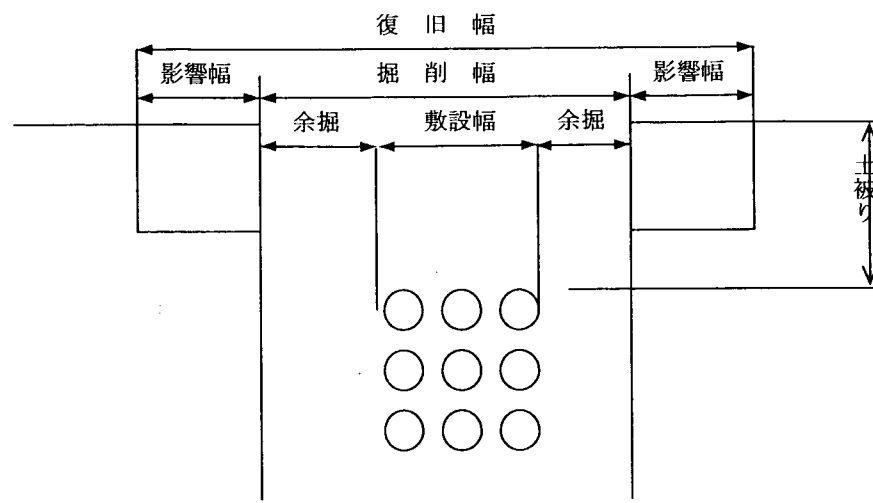


図-2.1.10 電話設備標準断面図

2) 土被り

各占用企業者の土被りは管路が路面の荷重（車荷重等）の負荷に影響を受けない被りを設計するとともに、道路法施行令に従い管の深さを決定している。

① 上水道設備

管の標準土被りを表-2.1.12 に示す。

表-2.1.12 上水道管の土被り

管 種		土被り
本 管	大口径管	2.1m
	中口径管	1.8m
小 管		1.2～1.3m

② 下水道設備

管渠の土被りは、取付け管、路面荷重及びその他の埋設物の関係を考慮して最小1mとする。しかし、最近は路盤の厚さが増大している傾向から、道路によっては最小土被りを1.2mとする必要も生じてきている。普通は取付け管や活荷重の関係で1.5～2.0m程度がよい。特に必要のある場合は、荷重関係を検討し、適当な防護工を施さなければ

ばならない。

③ ガス設備

管の土被りについては道路法施工令「本線に埋設する場合には、1.2m（工事実施上やむをえない場合にあっては0.6m）以下にしない事」と規定されており、この規定に基づき埋設深さの標準を定めている。

④ 電気設備

管の標準土被りを表-2.1.13 に示す。

表-2.1.13 電気管路の土被り

敷 設 場 所	土 被 り (m)		
	国道	都道・県道・区道	私道
車 道	1.5	1.2 (1.5)	—
歩 道	1.2	0.9 (1.2)	—
私道等重量物の圧力を受けない場所	—	—	0.6

※（ ）は一部道路管理者指導による

⑤ 通信設備

管の土被りは道路管理者との協定や既設埋設物との離隔により決定する。標準的な土被りは表-2.1.14 のとおりである。

表-2.1.14 通信設備管路の土被り

	主要道路	その他道路	歩 道
主要管路	1.2m	1.0m	0.6m
地下配線管路	0.8m	0.6m	0.6m

3) 掘削幅

各占用企業者の掘削幅の基準は、敷設管路幅と管を吊りおろし接続する作業ができる幅を考慮した幅としている。

接続作業幅は各企業の管の接続方法や管の継ぎ手構造によって異なってくるが、50～60cm程度である。

① 上水道設備

標準的な管径別の掘削幅を表-2.1.15 に示す。

表-2.1.15 上水道管敷設時の掘削幅

管 径		口 径	掘 削 幅
本管	大口径管	1000mm～2600mm	1.6m～4.2m
	中口径管	400mm～900mm	1.1m～2.0m
小 管		75mm～350mm	0.6m～0.8m

② 下水道設備

標準的な掘削幅は次式により求める。

$$\text{掘削幅} = \text{管外径} + (\text{余裕幅} + \text{腹起し材の幅} + \text{矢板の厚さ}) \times 2$$

※余裕幅とは管吊おろしに必要な幅で、管外面と腹起し材との間隔をいう。

表-2.1.16 下水道管敷設時の余裕幅

内 径	余裕幅 (両側分)
1, 350mm 以上	15cm
1, 500mm 以上	20cm

③ ガス設備

管敷設のための最低掘削幅については道路管理者が規定しているところが多い。この規定を考慮して標準掘削幅を表-2.1.17のように定めているが、この標準掘削幅は作業員が溝内に入って施工することが前提となっている。

表-2.1.17 ガス管敷設時の掘削幅 (単位：m)

管 口 径		直管部	継手部	継手長
50mm・80mm	歩道	0.5	0.7	0.6
	車道	0.6	0.8	0.6
100mm		0.6	1.5	1.2
200mm		0.7	1.6	1.2
300mm		0.9	1.7	1.2

④ 電気設備

標準的な掘削幅と配列を表-2.1.18と表-2.1.19に示す。

表-2.1.18 電力設備管敷設時の掘削幅

防護別種別	掘 削 幅 (単位: mm)			
	1 列	2 列	3 列	4 列
亜鉛メッキ鋼管 ヒューム管 可とう鋼管	600	800	1000	1200
耐衝撃性 塩化ビニル管	600	600	800	1000

表-2.1.19 電力設備管路の標準配列

管路条数	4	6	9	12	15	20
列	2	2	3	3	3	4
段	2	3	3	4	5	5

⑤ 通信設備

標準的な掘削幅と配列を表-2.1.20 と表-2.1.21 に示す。

表-2.1.20 通信設備管敷設時の掘削幅

(単位: cm)

管径	土留めの種類	管路並び条数						
		1	2	3	4	5	6	7 以上
25	簡易土留め(土留無し含む)	50	55					
	標準土留め	70	70					
75	簡易土留め(土留無し含む)	50	55	70	85	100	115	1 条増える毎に 15 加算する
	標準土留め	70	70	75	90	105	120	
100	簡易土留め(土留無し含む)	50	60	75	95	110	130	
	標準土留め	70	70	85	100	120	135	

表-2.1.21 通信設備管路の標準配列

管路配列 (条)	2~4	5~6	7~15	16~28	29~40	41~60
並び条数	2	2~3	3	4	5	6
段 数	1~2	2~3	3~5	4~7	6~8	7~10

4) 施工能率

占用企業者の標準的な日当たり施工量を表-2.1.22 に示す。

表-2.1.22 各占用企業者の管敷設施工能率

占用企業者名	日当たり施工量	管 長
上 水 道	2 0 m	4 . 0 m (硬質塩化ビニール管)
下 水 道	2 0 m	2 . 4 3 m (ヒューム管)
東 京 ガ ス	2 2 m	5 . 5 m (鋼管・低圧管)
東 京 電 力	1 6 . 5 m	5 . 5 m (亜鉛メッキ鋼管)
N T T	1 6 . 5 m	5 . 5 m (硬質塩化ビニール管)

2. 2 路上工事の工事工程の調査

路上工事の問題点、改善すべき点等を把握するため、路上工事の標準的な工事規模における工事工程を調査した。調査対象は、占用工事として上水道、下水道、電気、通信、ガスの5種類の工事とし、開削工事による管路敷設工事を対象とした。また、道路工事として舗装の切削オーバーレイ工と舗装打換工の2種類の工事を対象とした。

調査方法は、占用工事については東京都内の占用企業者に各1者に対して、道路工事については東京都内で舗装工事を実施している舗装会社に対して実施中の舗装工事について、それぞれアンケート調査およびヒアリング調査を実施した。

2.2.1 占用工事の工事工程

(1) 工事規模

今回調査対象とした各占用工事の工事規模は、表-2.2.1、図-2.2.1 に示すように各占用工事により、管外径、配管位置によって異なっている。

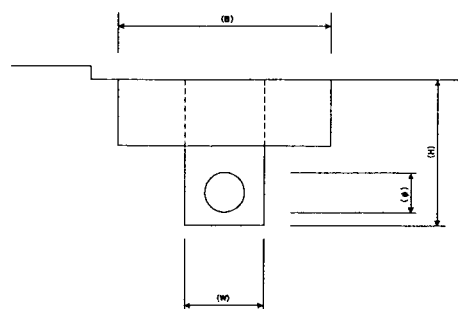
- ・掘削深さは下水道・電力で約2m、水道・ガス・電話で約1.5mの2種類に大別される。
- ・掘削幅は下水道で1.25mであり、他の企業と比較し広い。
- ・仮復旧幅＝掘削幅となっている。
- ・電力・電話の本復旧の幅員は3m以上であり、1車線分を復旧している。

表-2.2.1 標準的な工事規模（車道部）

単位：m

	管外径 (φ)	掘削深さ (H)	掘削幅 (W)	掘削断面 (W×H)	復旧幅		工事延長
					仮復旧	本復旧	
					(B)		
水道	0.22	1.42	0.85	1.21	0.85	1.55	160
下水道	0.47	2.37	1.25	2.96	1.25	1.95	130
電力	※1 0.70	2.00	0.85	1.70	0.85	3.50	200
ガス	0.22	1.47	0.70	1.03	0.70	2.20	70
電話	0.10	1.55	0.70	1.09	0.70	3.00	80

※1 φ150mmの6条管で2列×3段



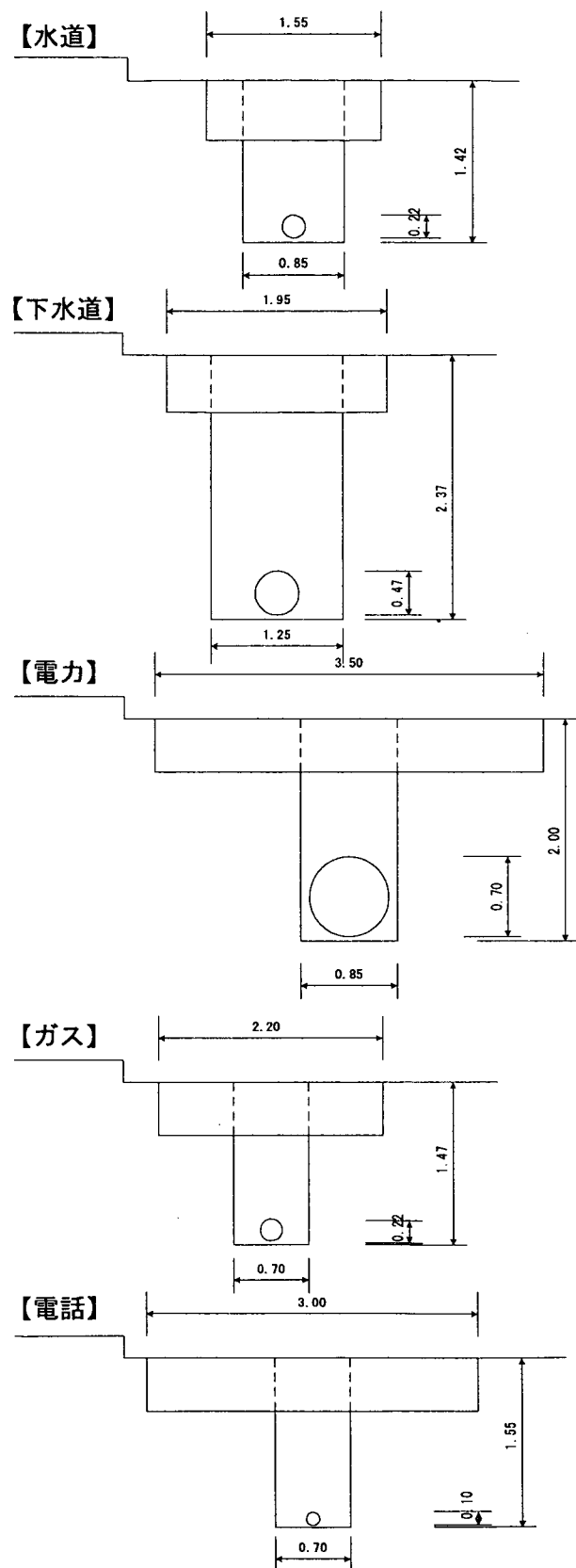


図-2-2-1 工事規模の比較断面図

(2) 工事日数

標準的な発注工事延長が 70m～200m に対して、工事日数は水道、電話、ガス工事で 8～20 日であるが、電気、下水道では工事日数が約 30 日とやや長期間に亘っている。

また、各企業の工程別工事日数をみると、表-2.2.2 に示すようになっている。(詳細な工程は後述する。)

各工事の全体工事日数に占める管路敷設日数の割合は、下水道が約 80%、その他工事は 50～60%に留まる。(図-2.2.2 参照)

なお、管路敷設時の 1 日当たりの施工延長をみると、下水道が約 5m と他工事に比べて短い、マンホール部を含めた工事日数となっている。

表-2.2.2 開削工事の工事日数と工程別工事日数

	埋設管外径(mm)	工事延長(m)	工事日数(日)					管路敷設割合(%)	日当たり施工延長(m)
			試験堀	舗装切断	管路敷設	舗装復旧	合計		
上水道	220	160	2	2	12	4	20	60	13.3
下水道	470	130	2	1	25	2	30	83	5.2
電力	※ 700	200	4	6	15	3	28	54	13.3
ガス	216	70	1	1	4	2	8	50	17.5
電話	100	80	1	1.5	7.5	2	12	63	10.7

※ φ150mmの6条管で2列×3段

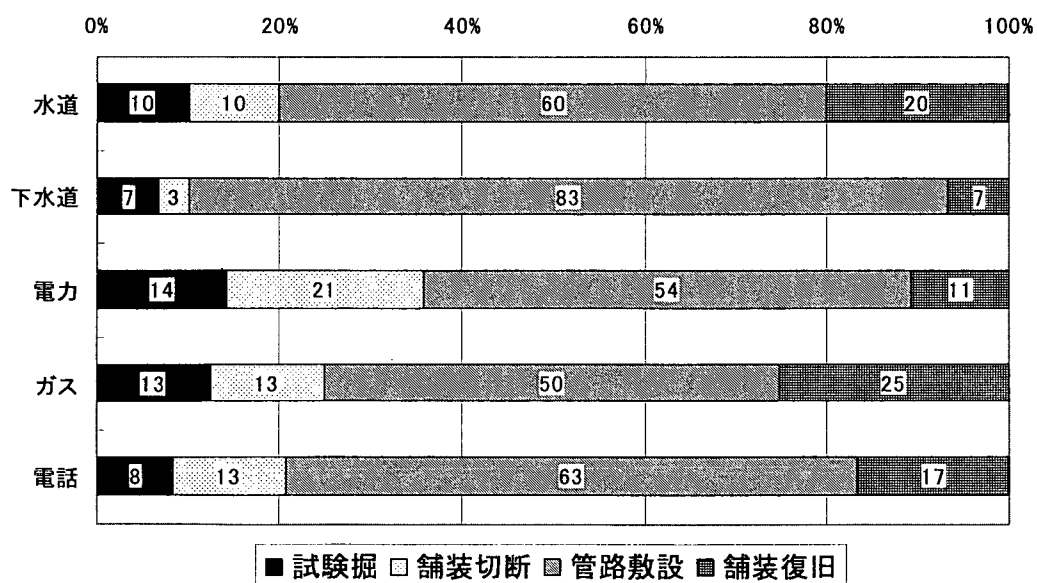


図-2.2.2 工程別工事日数割合

(3) 各工程のタイムスケジュール

工程毎のタイムスケジュールを図-2.2.3～図-2.2.6 に示す。また、管路敷設工におけるタイムスケジュールと作業内容別時間割合を表-2.2.3、図-2.2.7 に示す。

管路敷設工におけるタイムスケジュールにおいても、管路敷設に要する時間は1～2時間程度であり、特に掘削断面の大きい下水道、電力の管路敷設に要する時間は、1時間と非常に短時間である。

多くの時間を要している作業内容は、管路敷設前後の掘削／土留工、及び埋戻し工であり、電話においては、管路敷設前に重複作業も実施されている。

表-2.2.3 管路敷設のタイムスケジュール

単位：h

工事作業内容	水道	下水道	電力	ガス	電話
作業帯の設置	1.0	1.0	0.5	0.5	0.5
舗装破碎	1.0	1.0	0.5	1.0	1.0
掘削/土留設置	1.0	2.0	2.5	3.0	2.5
管路敷設	2.0	1.0	1.0	2.0	2.0
埋戻し	1.0	1.0	1.5	1.5	2.0
舗装復旧	1.0	1.0	0.5	1.5	1.0
作業帯撤去	0.5	1.0	0.3	0.5	0.5
清掃	0.5	1.0	0.2	0.5	0.5
合計	8.0	9.0	7.0	8.5	7.5
掘削/土留・埋戻し工割合(%)	25	33	57	53	60
管路敷設割合(%)	25	11	14	24	27
備考			休憩除く	休憩除く 重複時間あり	休憩除く 重複時間あり

* 合計の時間は実働時間であり、重複した作業時間は除く。

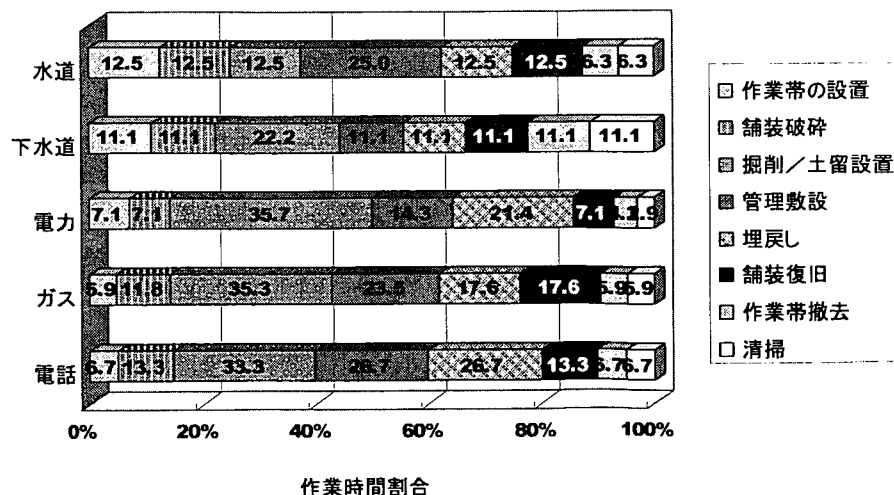


図-2.2.7 作業内容別時間割合（管路敷設工）

○工程別タイムスケジュール

タイムスケジュール工程表（上水道）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1式		●	●								
舗装切断用 カッタ入れ		m ³		●	●							
舗装破碎		m ³			●	●						
掘削/土留設置					●	●						
埋戻し		m				●	●					
舗装復旧		m ³					●	●				
作業帯撤去		m ²						●	●			
清掃									●	●		

タイムスケジュール工程表（下水道）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1式		●	●								
舗装切断用 カッタ入れ		m ³		●	●							
舗装破碎		m ³			●	●						
掘削/土留設置					●	●						
埋戻し		m					●	●				
舗装復旧		m ³						●	●			
作業帯撤去		m ²							●	●		
清掃										●	●	

タイムスケジュール工程表（電力）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1式		●	●								
舗装切断用 カッタ入れ		m ³		●	●							
舗装破碎		m ³		●	●							
掘削/土留設置				●	●							
埋戻し		m					●	●				
舗装復旧		m ³						●	●			
作業帯撤去		m ²							●	●		
清掃										●	●	

タイムスケジュール工程表（ガス）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1式		■			■			■			
舗装切断用 カッタ入れ	23.4	m ³		■	■							
舗装破碎	9.3	m ³		■			■		■			
掘削/土留設置	11.8			■	■		■		■			
埋戻し	10.4	m			■	■		■	■			
舗装復旧	1.4	m ³				■		■		■		
作業帯撤去	1式	m ²				■			■		■	
清掃						■			■		■	

タイムスケジュール工程表（電話）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1式		→									
舗装切断用 カッタ入れ	4.6	m ²		→								
舗装破碎	1.02	m ³			→							
掘削/土留設置					→	→						
埋戻し	1.5	m					→	→				
舗装復旧	0.36	m ³						→	→			
作業帯撤去		m ²							→	→		
清掃									→	→		

L : 1.5m、B : 0.8m、H : 1.5mを1箇所
歩道内

図-2.2.3 工程別タイムスケジュール（試験堀）

タイムスケジュール工程表（上水道）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		●	●								
舗装切断用 カッタ入れ		m ³		●	●							
作業帯撤去		m ³			●	●						
清掃					●	●						

タイムスケジュール工程表（下水道）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		●	●								
舗装切断用 カッタ入れ		m ³		●	●	●	●	●	●	●		
作業帯撤去		m ³								●	●	
清掃											●	●

タイムスケジュール工程表（電力）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		●	●								
舗装切断用 カッタ入れ		m ³		●	●	●	●	●	●	●		
作業帯撤去		m ³								●	●	
清掃											●	●

タイムスケジュール工程表（ガス）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		■									
舗装切断用 カッタ入れ	141	m		■	■	■						
作業帯撤去	1 式					■						
清掃				■	■	■						

タイムスケジュール工程表（電話）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		↔									
舗装切断用 カッタ入れ	161.4	m ²		↔	↔	↔	↔	↔	↔			
作業帯撤去		m ³								↔	↔	
清掃										↔	↔	

L : 80m、B : 0.7m
歩道内

図-2.2.4 工程別タイムスケジュール（舗装切断）

タイムスケジュール工程表（上水道）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		●	●								
舗装破碎		m ³		●	●							
掘削/土留設置		m ³			●	●						
管路敷設						●	●	●				
埋戻し		m					●	●	●			
舗装復旧		m ³						●	●	●		
作業帯撤去		m ²								●	●	
清掃											●	●

タイムスケジュール工程表（下水道）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		●	●								
舗装破碎		m ³		●	●							
掘削/土留設置		m ³			●	●	●					
管路敷設						●	●	●				
埋戻し		m					●	●	●			
舗装復旧		m ³						●	●	●		
作業帯撤去		m ²								●	●	●
清掃											●	●

タイムスケジュール工程表（電力）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		●	●								
舗装破碎		m ³		●	●							
掘削/土留設置		m ³		●	●							
管路敷設							●	●	●			
埋戻し		m					●	●	●			
舗装復旧		m ³						●	●	●		
作業帯撤去		m ²								●	●	●
清掃											●	●

タイムスケジュール工程表（ガス）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		■									
舗装破碎	3.0	m ³		■	■							
掘削/土留設置	99.0	m ³		■	■	■						
管路敷設	70	m					■	■	■			
埋戻し	91.0	m ³						■	■	■		
舗装復旧	10.5	m ³								■	■	
作業帯撤去	1 式										■	■
清掃											■	■

タイムスケジュール工程表（電話）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		↔									
舗装破碎		m ³		↔								
掘削/土留設置		m ³			↔		↔					
管路敷設							↔	↔				
埋戻し		m						↔	↔			
舗装復旧		m ³							↔	↔		
作業帯撤去		m ²									↔	↔
清掃											↔	↔

L : 16.5m、B : 0.7m
歩道内

図-2.2.5 工程別タイムスケジュール（管路敷設）

タイムスケジュール工程表（上水道）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		●	●								
舗装切断用 カッタ入れ		m ³		●	●							
舗装破碎		m ³			●	●						
舗装復旧					●	●	●					
作業帯撤去		m					●	●				
清掃		m ³						●	●			

タイムスケジュール工程表（下水道）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		●	●								
舗装切断用 カッタ入れ		m ³		●	●							
舗装破碎		m ³			●	●						
舗装復旧						●	●	●	●			
作業帯撤去		m							●	●	●	
清掃		m ³									●	●

タイムスケジュール工程表（電力）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		●	●				●	●			
舗装切断用 カッタ入れ		m ³		●	●			●	●			
舗装破碎		m ³		●	●			●	●			
舗装復旧					●	●	●	●	●	●		
作業帯撤去		m					●	●		●	●	
清掃		m ³									●	●

タイムスケジュール工程表（ガス）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		■									
舗装切断用 カッタ入れ		m ³		別 日 施 工								
舗装破碎	9.2	m ³		■	■	■						
舗装復旧 路盤	229	m ²		■	■	■	■					
舗装復旧 表層	229	m ²					■	■	■	■	■	
作業帯撤去	1 式	m									■	■
清掃		m ³									■	■

タイムスケジュール工程表（電話）

工事内容	数量	単位	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6
作業帯の設置	1 式		←→									
舗装切断用 カッタ入れ		m ³		←→								
舗装破碎及び 掘削		m ³			←→							
舗装復旧							←→	←→	←→			
作業帯撤去		m								←→	←→	
清掃		m ³								←→	←→	

図-2.2.6 工程別タイムスケジュール（舗装復旧）

(4) 工事規制形態（車道部）

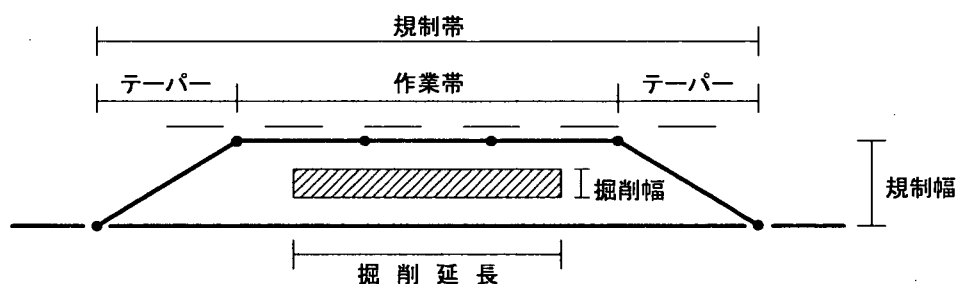
今回調査対象とした各占用工事における工事規制形態を表-2.2.4 に示す。

作業帯延長は、各企業で若干異なるものの、掘削延長との関係より概ね30～60mである。これに対して規制幅は下水道で4.5mであり2車線に跨ると考えられるが、他企業では2.0～3.5mであり、1車線規制となる。

表-2.2.4 各占用工事の規制形態（車道部）

単位：m

	掘削延長	作業帯延長	掘削幅	規制幅
水道	12	50	0.85	3.0
下水道	30	60	1.25	4.5
電力	13	30	0.85	3.5
ガス	20	50	0.70	3.5
電話	16.5	30	0.70	3.5



(5) 開削工事の適用状況

各占用企業者による新設や更新時における開削工事の割合は、表-2.2.5 に示すように、水道、電話、ガスで90%以上と多くを占めている。これに対して下水道、電力では、60%台と低くなっている。ガスにおいては、点検・補修時に非開削工事が多く行われているものの工事割合が少ないため、工事全体では依然として開削工事が大半を占めている。

表-2.2.5 各占用工事での開削工事の適用状況

単位：%

工事種別	水道	下水道	電力	ガス	電話
新設	90	55	65	96.5	99.8
更新	90	53	0	89.5	—
点検・補修	90	98	0	2.3	不明
平均	90	68	65	85.8	—

* 平均の開削工事の割合は、工事種別工事割合で加重平均したもの。

* 電力の開削工事には非開削工事の発進・到達立坑工事の30%も含む

2.2.2 道路工事の工事工程

(1) 舗装の切削オーバーレイ工

1) 工事規模と工事日数

都道における切削オーバーレイ工で発注頻度の高い標準的な工事規模は、工事延長 400m、工事幅員 15m、施工厚 10cm である。一方、今回調査を行った現場においては、表-2.2.6 の様に 1 日当たりの施工量は 210~750 m²/日と工事によって違いがあり、現場条件（交差点との距離、交通量、交通規制、沿道住民等）で大きく左右されている。

表-2.2.6 舗装の切削オーバーレイ工の工事規模

	工事延長 m	工事幅員 m	施工厚 cm	工事日数 日	1 日当たり	
					工事延長 m/日	施工面積 m ² /日
標準*	400	15.0	10	—	—	—
A 社	140	3.0	4	2	70	210
B 社	500	4.85+4.85	10	12	41.7	400
C 社	650	9.25	10	8	80	750

*標準は、都道において発注頻度の高い工事規模

2) 切削オーバーレイ工のタイムスケジュール

毎日の作業の工事内容のタイムスケジュールを図-2.2.8 に、時間割合を表-2.2.7、図-2.2.9 に示す。

各工程において最も時間を要しているのは、舗装切削オーバーレイ工の主要な作業である舗装破碎（切削）と As 舗設（養生時間も含む）であり、両工程で約 80%の時間を要している。また、A 社、C 社の現場では作業帯設置が複数回行われており、交差点等の現場状況により切り廻しも行われている。

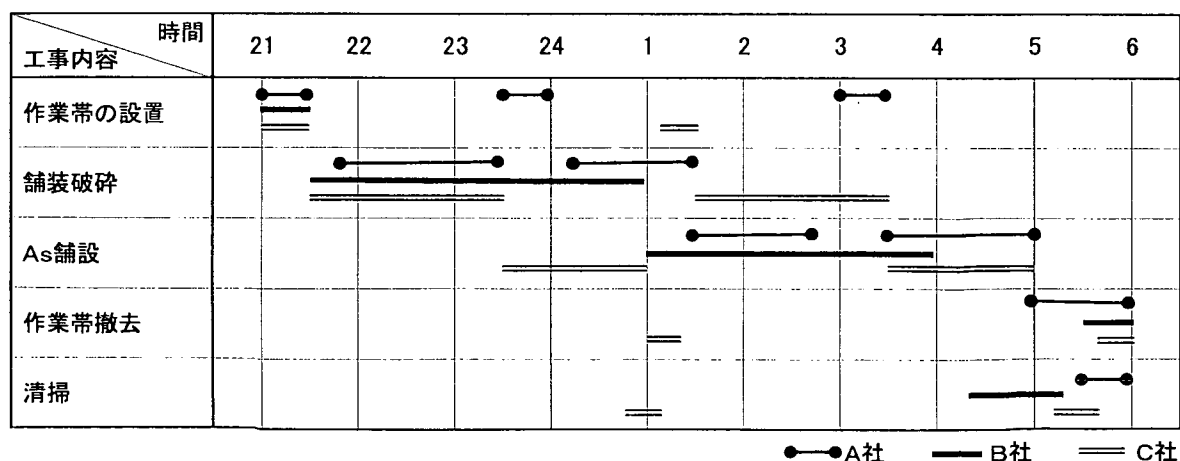


図-2.2.8 工程別タイムスケジュール（切削オーバーレイ工）

表-2.2.7 切削オーバーレイ工のタイムスケジュール

単位:h

工事内容	A社	B社	C社
作業帯の設置	1.5	0.5	1.0
舗装破碎	3.5	3.5	4.0
As舗設	3.0	3.0	3.0
作業帯の撤去	1.0	1.0	1.0
清掃	0.5	0.5	1.0
合計	9.0	8.5	9.0
舗装破碎割合(%)	39	41	44
As舗設割合(%)	33	35	33

* 合計は実働時間であり、重複した作業時間は除く

* As舗設は養生時間も含む

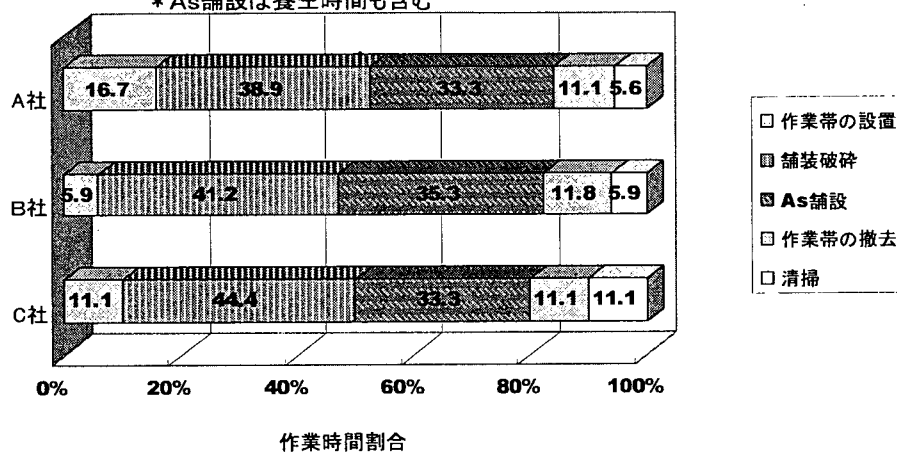


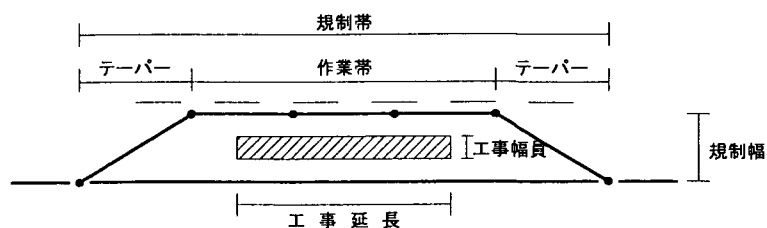
図-2.2.9 作業内容別時間割合 (切削オーバーレイ工)

3) 工事規制形態

舗装の切削オーバーレイ工における工事規制形態を表-2.2.8 に示す。作業帯延長は、工事延長+70~80m 程度と占用工事に比べて長く、規制幅員は、工事幅員+1.0m 程度とおおよそ2車線を必要としている。

表-2.2.8 切削オーバーレイ工の工事規制形態

	工事延長 m	作業帯延長 m	工事幅員 m	規制幅 m
A社	30	70	3.0	4.0
B社	180	250	4.8	6.0
C社	80	160	4.65	5.3



(2) 舗装打換え工

1) 工事規模と工事日数

都道において発注頻度の高い工事として、As 層のみ（施工厚 25cm）の部分打換工と路盤まで（施工厚 25+35cm）の全層打換が標準的に行われている。

今回調査を行った現場における 1 日当たりの施工量は、表-2.2.9 に示すように延長で約 120～170m、施工面積で 32～48 m²/日となっている。

表-2.2.9 舗装打換工の工事規模

	延長 m	幅員 m	施工厚 cm	工事日数 日	1 日当たり	
					工事延長 m/日	施工面積 m ² /日
標準 部分打換	350	15	As 層：25 路盤：—	—	—	—
標準 全層打換	200	15	As 層：25 路盤：35	—	—	—
A 社 (部分打換)	1730	3.3	As 層：45 路盤：—	36	120	48
B 社 (全層打換)	230	12+12	As 層：40 路盤：45	7.2	172.8	32
C 社 (全層打換)	740	8	As 層：25 路盤：35	40	160	38

* 標準は、都道において発注頻度の高い工事規模

2) 舗装打換工のタイムスケジュール

毎日の作業の工事内容のタイムスケジュールを図-2.2.10 に、時間割合を表-2.2.10、図-2.2.11 に示す。

舗装破碎～掘削に要する時間は約 3 時間、路盤の敷きならしに約 2 時間、As の舗設に焼く 2.5 時間を要しており、主要な作業にはほぼ均等に時間を要している。なお、舗装切断は、先行工事としている場合が多く、表層の施工は後日行われている。

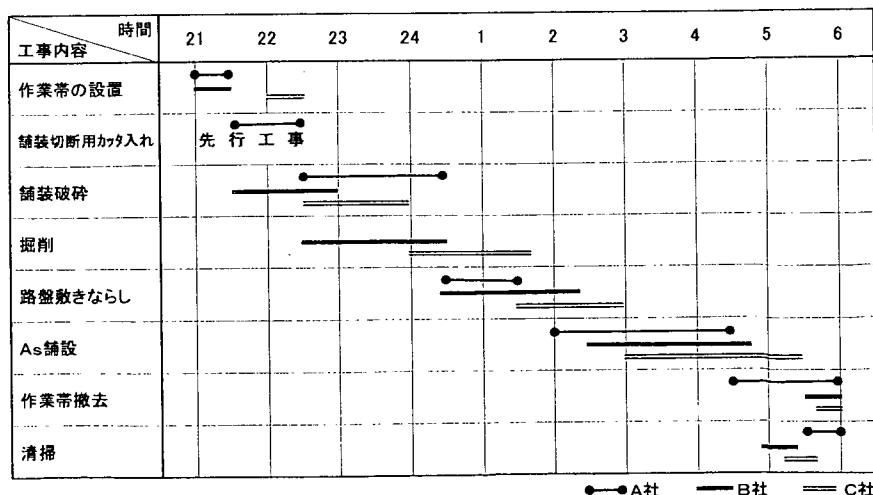


図-2.2.10 工程別タイムスケジュール（舗装打換工）

表-2.2.10 舗装打換工のタイムスケジュール

単位:h

工事内容	A社	B社	C社
作業帯の設置	0.5	0.5	0.5
舗装破碎	2.0	1.5	1.5
掘削		2.0	1.5
路盤敷きならし	1.0	2.0	1.5
As舗設	2.5	2.0	2.5
作業帯の撤去	1.5	0.5	0.5
清掃	0.5	0.5	0.5
合計	7.5	8.5	8.0
舗装破碎・掘削割合(%)	27	41	38
路盤敷きならし割合(%)	13	24	19
As舗設割合(%)	33	24	31

* 先行工事の多い舗装切断を除く

* 合計は実働時間であり、重複した作業時間は除く

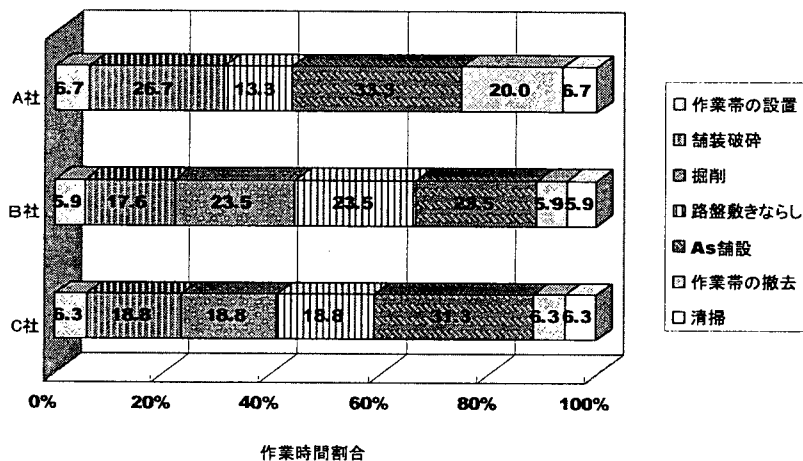


図-2.2.11 作業内容別時間割合 (舗装打換工)

3) 工事規制形態

舗装打換工における工事規制形態を表-2.2.11に示す。作業帯延長は、工事延長+70m程度であり、切削オーバーレイ工に比べて工事延長分短くなる程度である。

規制幅員は、4.5~6.35mと2車線を必要としている。

表-2.2.11 舗装打換工の工事規制形態

	工事延長 m	作業帯延長 m	規制幅 m
A社	40	100	4.5
B社	40	110	6.35
C社	43	118	5.3

2.3 路上工事の周辺環境への影響に関する現地調査

路上工事において道路交通や周辺環境へ影響を与える要因を把握するために、実際の開削工事による占用工事を対象に実現場にて騒音・振動の周辺環境への影響と交通量・走行速度の道路交通への影響を計測した。

2.3.1 調査概要

(1) 調査地点概要

調査地点は、東京都内において開削工事により「即日復旧工事」が実施されている地点のうち、以下の2車線道路及び4車線道路において各1地点ずつを選定した。現場・施工条件は以下のとおりである。

1) 2車線道路

- ・工事箇所： 都道 2車線道路（上り車線）
- ・工事内容： 電力管路敷設（新設） $\phi 150\text{mm}$ の9条管
ただし、工事前の舗装は仮舗装の状態
- ・工事規模： 掘削長 $L=6.0\text{m}$ 、掘削幅 $W=1.0\text{m}$ 、掘削深 $H=2.2\text{m}$
- ・規制形態： 1車線規制（片側交互通行規制）（図-2.3.1 参照）
- ・作業時間： 22:00～翌 3:45

管路敷設の工程タイムスケジュール、使用機械及び各工種作業時の測定時間を表-2.3.1 に示す

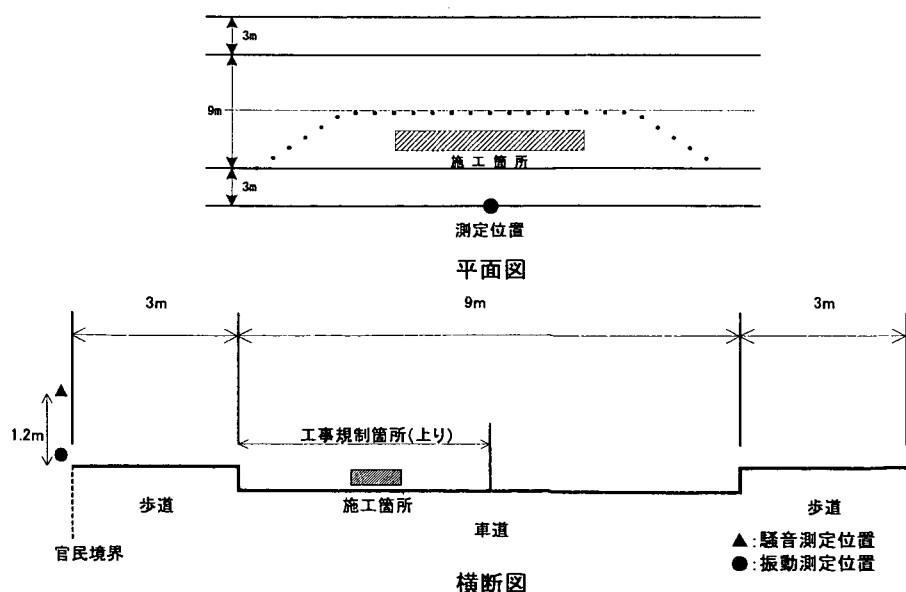


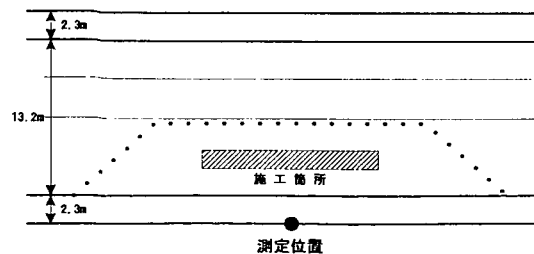
図-2.3.1 調査地点の規制形態（2車線道路）

表-2.3.1 作業時間及び測定時間一覧（2車線道路）

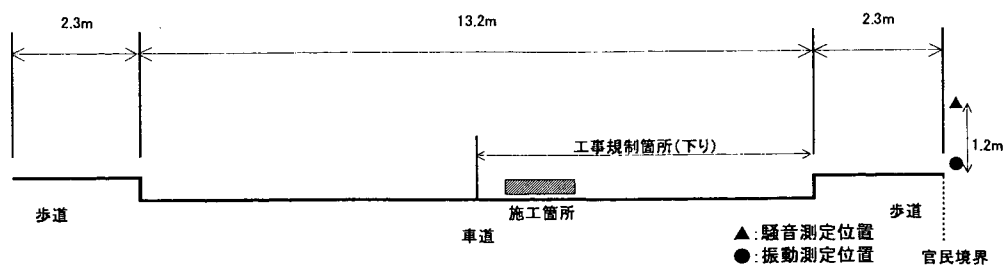
工 種	作業開始	作業終了	測定開始	測定終了	使用機械
作業開始前			21:00	21:10	
作業帯の設置	22:00	22:30	22:00	22:10	特になし
舗装破碎 (仮舗設)	22:30	22:35	22:30	22:40	バックホウ(0.25m ³) ダンプトラック(4 t)
掘削	22:35	23:40	23:00	23:10	バックホウ(0.25m ³) ダンプトラック(10 t)
土留設置	23:40	0:00	23:41	23:51	バックホウ(0.25m ³)
配管工	0:00	0:50	0:00	0:10	特になし
埋戻し工	0:50	3:00	1:00	1:10	バックホウ(0.25m ³) ダンプトラック(10 t)
			2:00	2:10	ランマ、コンパクター ハンドローラー
舗装復旧	3:00	3:20	3:00	3:10	バックホウ(0.25m ³) ダンプトラック(4 t) コンパクター、ハンドローラー
作業帯撤去、 清掃	3:20	3:45	3:22	3:32	特になし
作業終了後			4:00	4:10	
			5:00	5:10	

2) 4車線道路

- ・工事箇所： 都道 4車線道路（下り車線）
- ・工事内容： 耐震化水道工事（新設） $\phi 500\text{mm}$ の配水本管
ただし、工事前の舗装は仮舗装の状態
また、後日の「覆工工事」のための事前工事のため配管工は無し
- ・工事規模： 掘削長 $L=12.0\text{m}$ 、掘削幅 $W=1.25\text{m}$ 、掘削深 $H=3.5\text{m}$
- ・規制形態： 下り車線2車線規制（上り車線を使った対面通行）（図-2.3.2 参照）
- ・作業時間： 21:00～翌 4:37
管路敷設の工程タイムスケジュール、使用機械及び各工種作業時の測定時間を表-2.3.2 に示す



平面図



横断面図

図-2.3.2 調査地点の規制形態（４車線道路）

表-2.3.2 作業時間及び測定時間一覧（４車線道路）

工 種	作業開始	作業終了	測定開始	測定終了	使用機械
作業帯の設置	21:00	21:34	21:00	21:10	特になし
舗装切断	21:34	22:52	21:44	21:54	舗装カッター
舗装破碎			22:00	22:10	ミニバックホウ
			22:13	22:23	
掘削	22:52	23:50	23:00	23:10	ミニバックホウ、オーガ
			23:30	23:40	
土留設置	23:50	0:50	0:00	0:10	油圧バイプロハンマ
埋戻し工	0:50	2:40	1:00	1:10	ミニバックホウ ランマ ローラー
			1:14	1:24	
			2:00	2:10	
			2:16	2:26	
舗装復旧	2:40	4:00	2:46	2:56	ローラー コンパクター
			3:00	3:10	
			3:41	3:51	
作業帯撤去、 清掃	4:00	4:37	4:00	4:10	現場前のみ
			4:10	4:20	ミニバックホウ
			4:22	4:32	手作業
作業終了後			5:00	5:10	特になし

（２）調査方法

調査は、工事箇所直近の騒音・振動の測定、対象道路の交通量・走行速度の測定を行った。これらの測定は、工事中及び工事後に測定を行い、工事による影響を把握した。

１）騒音・振動調査

①測定位置

測定位置は、工事の影響が最も大きい箇所・機械の直近の官民境界上とし、規制帯内での工事位置が変わった場合は、時間帯ごとに調査位置を工事箇所の直近に変更し調査を実施した。

②測定時間

通常、道路交通騒音・振動を測定する場合の測定時間は、交通量の相違による影響を見るため、原則として毎正時より 10 分間としている。路上工事に関する測定時間の規定が無い場合、本調査では道路交通騒音・振動の調査方法に拠ることとした。ただし、上記時間帯では測定できない工種（今回の調査では舗装破砕、土留設置、作業帯撤去等）については、その工程時を測定できるように追加して調査を行った。

③騒音調査方法

騒音の調査方法は、JIS Z 8731-1999 に定める環境騒音の表示・測定方法によるものとし、測定機器については、JIS C 1502 に定める普通騒音計またはこれと同等以上の測定機器を用いた。

測定は、官民境界上 1.2m の高さで行った。

④振動調査方法

振動の測定方法は、JIS Z 8735-1981 に定める振動レベル測定方法によるものとし、測定機器については、JIS C 1510 に定める振動レベル計またはこれと同等以上の測定機器を用いた。

測定は、官民境界上 0.0m の高さで行った。

2) 交通量調査

交通量調査は上下方向別、車種別に毎正時より 10 分間及び 60 分間交通量を記録した。なお、車種区分は、大型車Ⅰ、大型車Ⅱ、小型貨物車、小型乗用車、二輪車の 5 車種区分とした。

3) 車速調査

車速調査は、交通量調査地点において道路を走行する車両の速度を測定した。

車速速度は、毎正時の騒音・振動レベル測定と同時にその測定時間内の走行状態を代表する車両を上下方向別に各 10 台程度選び、その走行速度を 50m 区間内の通過秒数（ストップウォッチで計測）から求め、上下方向別それぞれの平均値を算出し記録した。

2.3.2 調査結果

(1) 調査結果概要

各調査地点の調査結果の総括を表-2.3.3、2.3.4 に示す。

騒音規制法第一四条第一項及び第一五条第一項の規定に基づく、特定建設作業に伴って発生する騒音の大きさの決定は、特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準の備考によると、「騒音計の指示値が不規則かつ大幅に変動する場合は、測定値の九十パーセントレンジの上端値（L5）の数値とする」と規定されている。今回の工事は特定建設作業ではないものの、ここでは騒音の評価値を九十パーセントレンジの上端値（L5）とした。

特定建設作業に伴って発生する振動の大きさの決定は、振動規制法施行規則によると、「振動計の指示値が不規則かつ大幅に変動する場合は、測定値の八十パーセントレンジの上端値（L10）の数値とする」と規定されている。今回の工事は特定建設作業ではないものの、ここでは振動の評価値を八十パーセントレンジの上端値（L10）とした。

騒音、振動の基準値としては、特定建設作業に伴って発生する騒音の規制に関する基準によると、「特定建設作業の騒音が、特定建設作業の場所の敷地の境界線において、八十五デシベルを超える大きさのものでないこと」と規定されている。また、振動については、振動規制法施行規則によると、「特定建設作業の振動が、特定建設作業の場所の敷地の境界線において、七十五デシベルを超える大きさのものでないこと」と規定されている。

今回の工事は特定建設作業ではないものの、上記の基準値を参考にして、ここでは騒音の基準値として 85dB(A)、振動の基準値として 75dB を用いた。

表-2.3.3 調査結果総括（2車線道路）

測定 開始	測定 終了	工事中			工事外	
		工種	騒音レベル L 5 (dB (A))	振動レベル L10 (dB)	騒音レベル L 5 (dB (A))	振動レベル L10 (dB)
21:00	21:10	作業開始前	76	52	75	51
22:00	22:10	作業帯の設置	75	47	74	51
22:30	22:40	舗装破砕	83	63	-	-
23:00	23:10	掘削	86	65	72	50
23:41	23:51	土留設置	79	52	-	-
0:00	0:10	配管工	78	48	73	49
1:00	1:10	埋戻し工	78	63	74	50
2:00	2:10	埋戻し工	83	74	74	49
3:00	3:10	舗装復旧	86	56	72	50
3:22	3:32	作業帯撤去、清掃	72	44	-	-
4:00	4:10	作業終了後	76	49	72	51
5:00	5:10	作業終了後	74	49	72	49
騒音・振動の規制基準値			85	75	-	-

※表中の は、基準値を上回った測定値を示す。

表-2.3.4 調査結果総括（4車線道路）

測定 開始	測定 終了	工事中			工事外	
		工種	騒音レベル L5 (dB(A))	振動レベル L10 (dB)	騒音レベル L5 (dB(A))	振動レベル L10 (dB)
21:00	21:10	作業帯設置	75	59	80	53
21:44	21:54	舗装切断	86	53	-	-
22:00	22:10	舗装破砕	81	51	80	53
22:13	22:23	舗装破砕	79	50	-	-
23:00	23:10	掘削	77	50	78	49
23:30	23:40	掘削	80	48	-	-
0:00	0:10	土留設置	77	71	76	49
1:00	1:10	埋戻し工	79	67	77	51
1:14	1:24	埋戻し工	84	63	-	-
2:00	2:10	埋戻し工	84	62	78	53
2:16	2:26	埋戻し工	86	62	-	-
2:46	2:56	舗装復旧	81	60	-	-
3:00	3:10	舗装復旧	88	56	77	55
3:41	3:51	舗装復旧	81	52	-	-
4:00	4:10	作業帯撤去、清掃	82	49	79	58
4:10	4:20	作業帯撤去、清掃	79	57	-	-
4:22	4:32	作業帯撤去、清掃	78	52	-	-
5:00	5:10	作業終了後	82	64	80	59
騒音・振動の規制基準値			85	75	-	-

※表中の XXXXXXXXXX は、基準値を上回った測定値を示す。

（２）騒音測定結果

１）２車線道路の測定結果

騒音測定結果を、図-2.3.3 に示す。

工事中の測定で L5 が基準値を超えたのは、掘削及び舗装復旧の工程における 86dB(A) であった。これは、バックホウとハンドローラーによる影響と想定される。

一方、通常時の騒音測定では、L5 は 72～75dB(A) の間で推移しており、工事の時間全体を通じて、騒音値が通常より高くなっている。

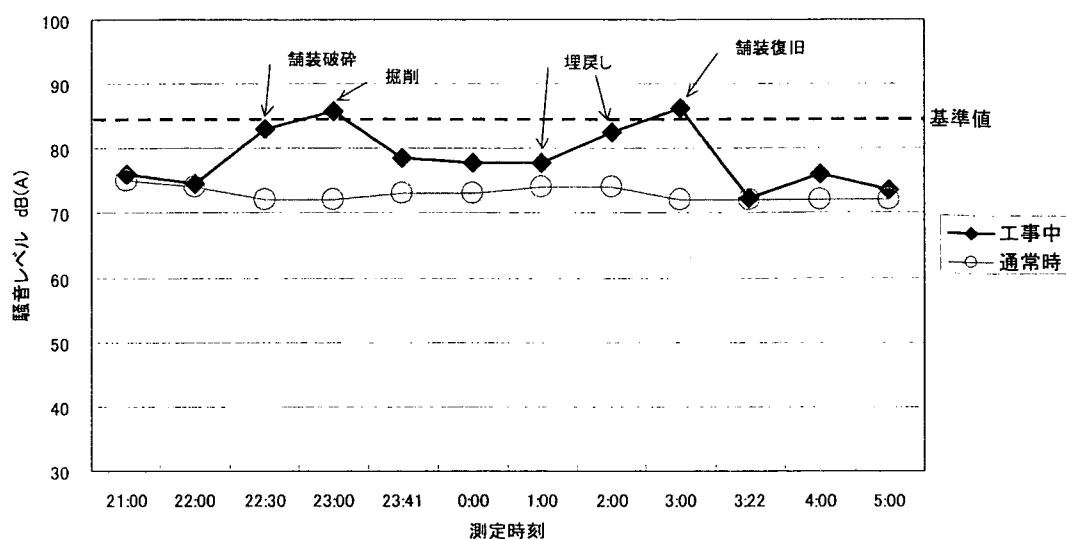


図-2.3.3 騒音測定結果比較（2車線道路）

2) 4車線道路の測定結果

騒音測定結果を、図-2.3.4 に示す。

工事中の測定でL5が基準値を超えたのは、舗装切断及び埋戻し、舗装復旧の工程における86～91dB(A)であった。これはバックホウとハンドローラー、コンパクタによる影響と想定される。

通常時の測定では、L5は76～80dB(A)の間で推移しており、工事中では上記の基準値を超えた3工程以外では通常時とあまり変わらない騒音値となっている。

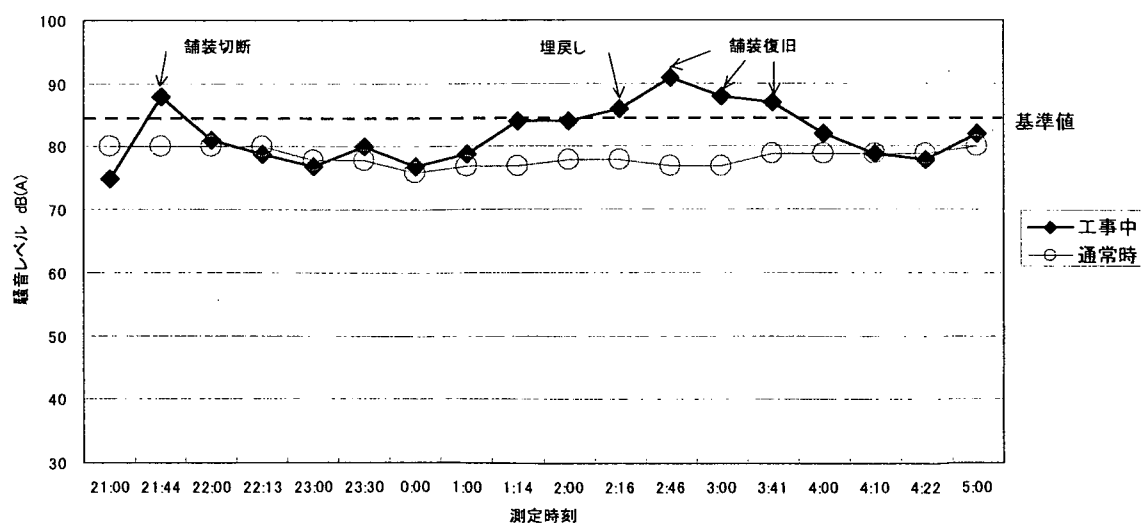


図-2.3.4 騒音測定結果比較（4車線道路）

(3) 振動測定結果

1) 2車線道路の測定結果

振動測定結果を、図-2.3.5 に示す。

工事中の測定で L10 が最大値を示したのは、埋戻し工の工程における 74dB であった。これはコンパクターによる影響と想定される。

通常時の測定では、L10 は 49～51dB の間で推移しており、工事の中では土留設置や配管工以外の作業で通常時より振動値が大きくなっている。

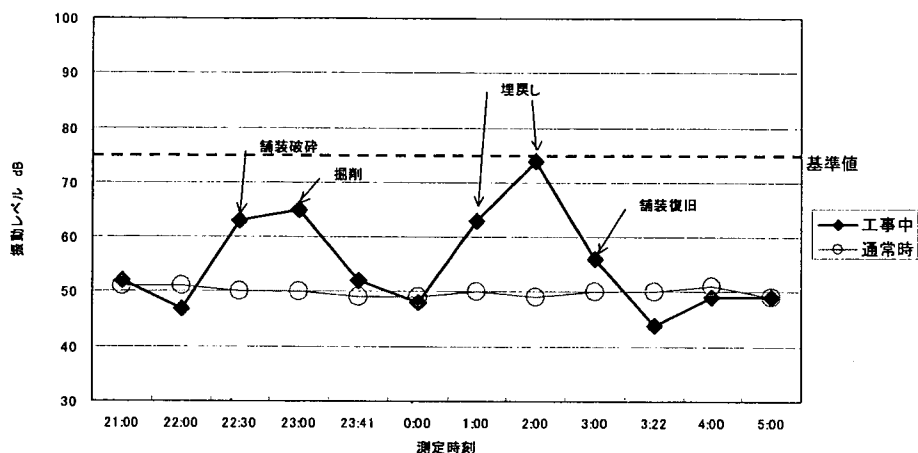


図-2.3.5 振動測定結果比較（2車線道路）

2) 4車線道路の測定結果

振動測定結果を、図-2.3.6 に示す。

工事中の測定で L10 が最大値を示したのは、土留工の工程における 71dB であった。これはバイブロハンマによる影響と想定される。

通常時の測定では、L10 は 49～59dB の間で推移しており、土留工、埋戻し工以外は、通常時とあまり変わらない振動値となっている。

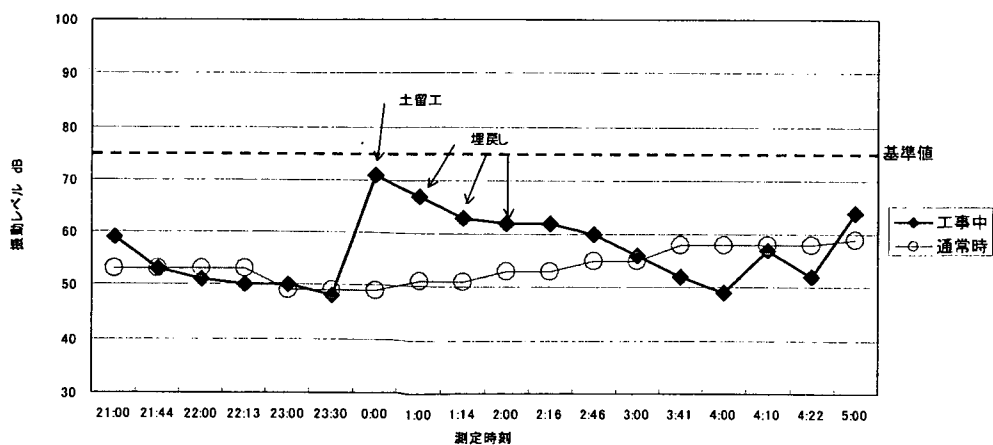


図-2.3.6 振動測定結果比較（4車線道路）

(4) 交通量及び車速測定結果

1) 2車線道路の測定結果

工事中及び通常時の交通量、車速の測定結果を図-2.3.7、2.3.8に示す。

片側交互通行規制が実施されたことから、22時から1時頃までの交通容量の制約を受け、通常よりもやや少ない交通量であった。

車速は工事中には35～44km/hの間で推移し、交通量の減少に伴って上昇する傾向が見られた。

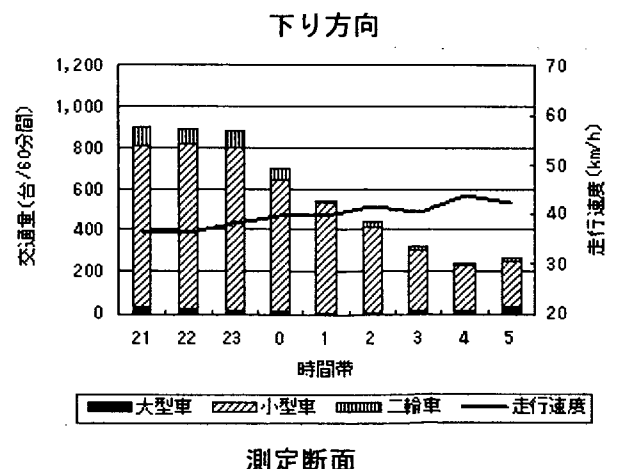
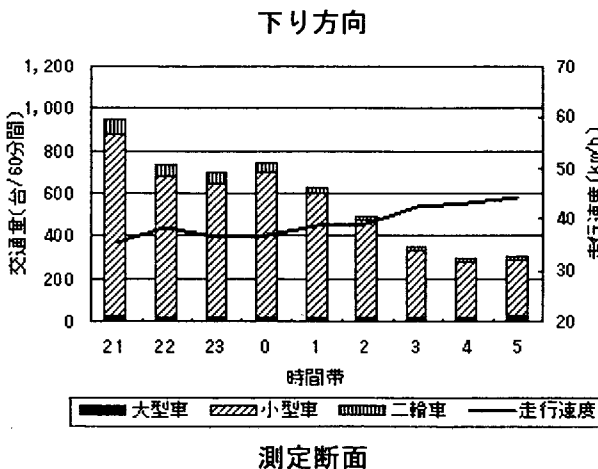
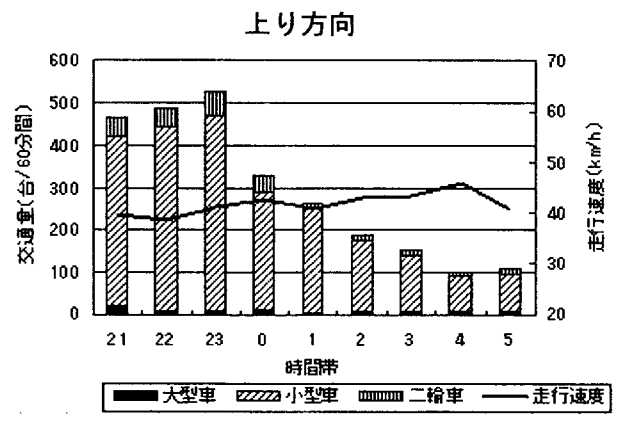
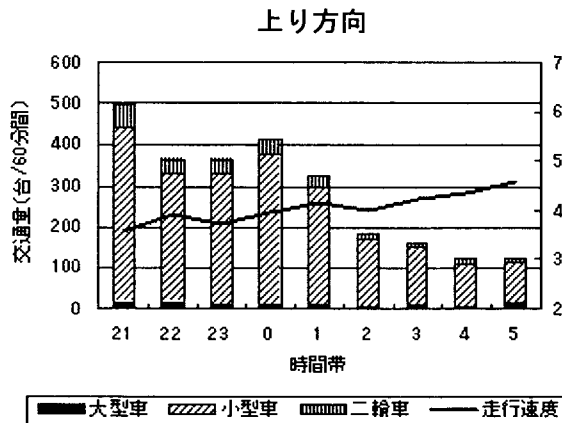
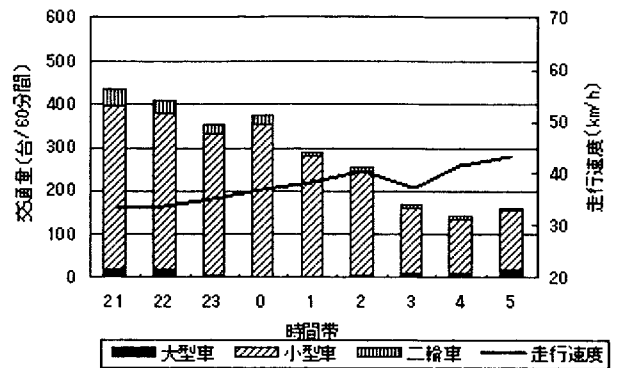
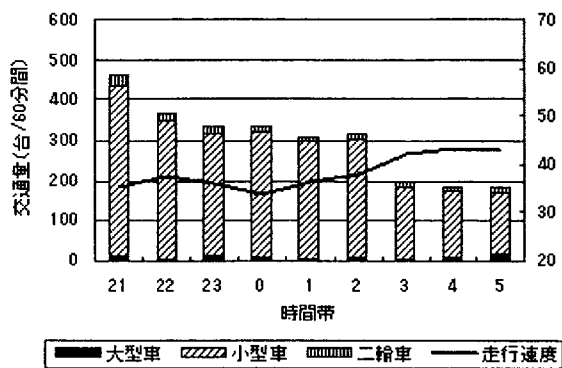


図-2.3.7 交通量・車速測定結果（工事中）

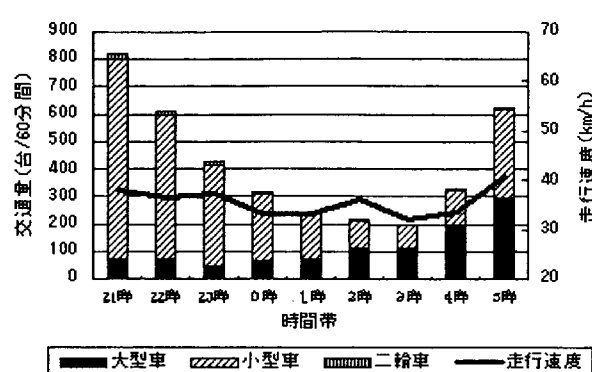
図-2.3.8 交通量・車速測定結果（通常時）

2) 4車線の測定結果

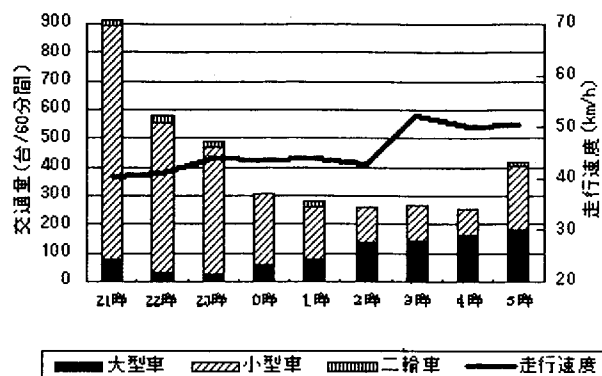
工事中及び通常時の交通量、車速の測定結果を図-2.3.9、2.3.10に示す。

4車線道路での2車線規制であったものの、渋滞の発生は見られず交通量に大きな変化はなかった。

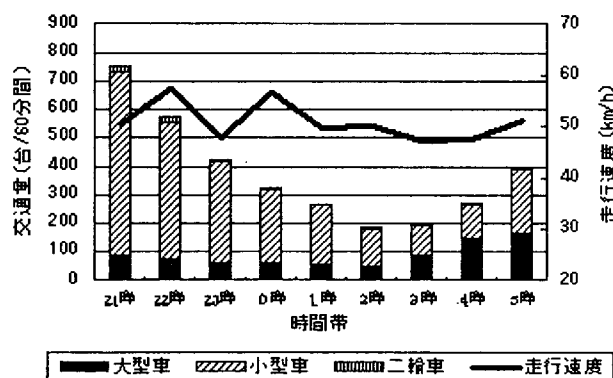
車速は、工事時に下流側に近接する信号の影響で上り方向での車速低下が見られたものの、33~41km/hの速度であった。その他は40~50km/h程度の速度であった。



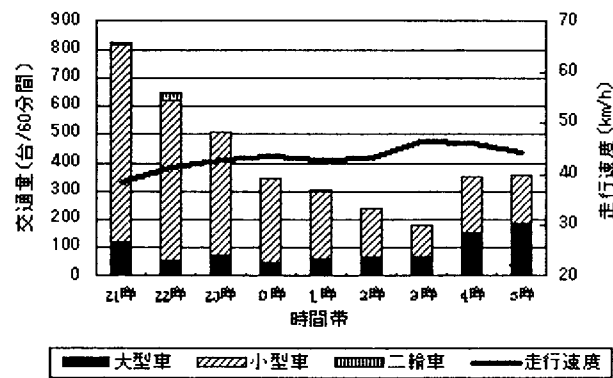
上り方向



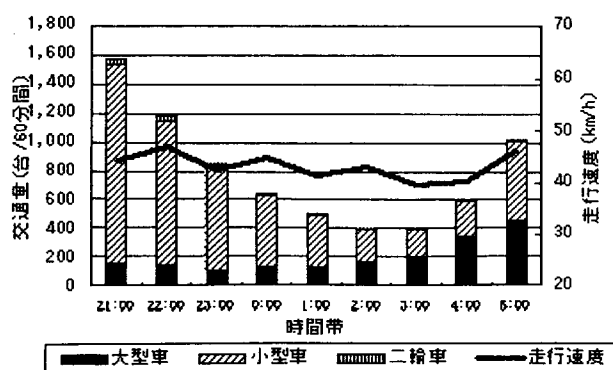
上り方向



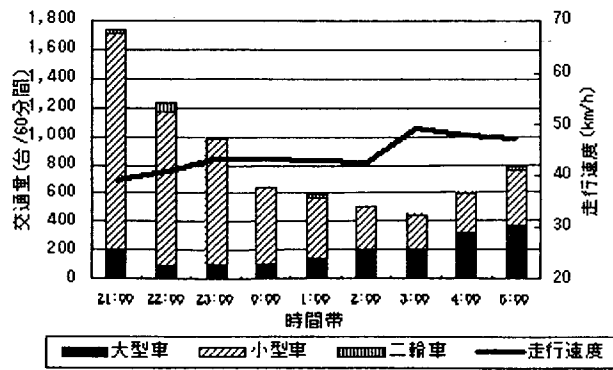
下り方向



下り方向



測定断面



測定断面

図-2.3.9 交通量・車速測定結果(工事中)

図-2.3.10 交通量・車速測定結果(通常時)

2. 4 大型路上工事の現状調査

2.4.1 調査概要

(1) 調査目的

道路交通や周辺環境に対して大きな影響を与える大型路上工事を対象に、大型路上工事の実態を把握するため、設計・施工事例資料を収集するとともに、発注者や施工業者等に対してアンケート調査、ヒアリング調査等を実施し、これらの結果から大型路上工事における問題点・改善すべき課題の抽出を行う。また、新技術・新工法の導入に関する調査を行い、現場における交通渋滞、騒音、振動等への影響の把握を行う。

(2) 調査内容

1) 調査対象工種

以下の2工種を調査対象とした。

- ・道路管理者の実施する共同溝工事（開削・非開削）
- ・占用企業者の実施する大型函渠、管渠工事（開削・非開削）

2) 調査件数

東京及び周辺3県（千葉・埼玉・神奈川）を調査対象地域とし、表・2.4.1の様に、開削工事10件、非開削工事10件の計20件の現場を対象に調査を行った。

3) 調査項目

以下の項目について調査を行った。

①想定される大型路上工事の種類

- ・共同溝工事
- ・大型管渠敷設工事など

②大型路上工事实態調査

- ・施工方法（開削・非開削（シールド・立坑）など）
- ・仮設山留め工法
- ・仮設備ヤード
- ・施工工程
- ・作業時間帯
- ・交通規制方法（警察協議・要望）
- ・苦情など

③大型路上工事に関する新技術工法の調査

- ・現在適用している新技術・工法の調査

（開発コンセプト、空間・作業スペース、作業時間、周辺への影響、効果とコストなど）

・今後必要とされる技術・工法など

表-2.4.1 調査現場一覧

工事名称		対象となる道路	発注者	整理番号
開 削 工 事	A 共同溝工事	国 道	国土交通省	1-①
	B 共同溝工事	国 道	国土交通省	1-②
	C 共同溝工事	国 道	国土交通省	1-③
	D 共同溝工事	国 道	国土交通省	1-④
	E 共同溝工事	国 道	国土交通省	1-⑤
	F 配水本管新設工事	都 道	上水道	1-⑥
	G 雨水幹線工事	主要地方道	下水道	1-⑦
	H 管路新設工事	区 道	電 気	1-⑧
	I 通信設備総合工事	市 道	電 話	1-⑨
	J ビル支障移設工事	市 道	電 話	1-⑩
非 開 削 工 事	K 共同溝工事	国 道	国土交通省	2-①
	L 共同溝工事	国 道	国土交通省	2-②
	M 共同溝工事	国 道	国土交通省	2-③
	N 配水本管推進工事	都 道	上水道	2-④
	O 幹線工事	区 道	下水道	2-⑤
	P 再構築工事	国 道	下水道	2-⑥
	Q 管路新設工事	市 道	電 気	2-⑦
	R 設備整備工事	市 道	電 話	2-⑧
	S 幹線シールド工事		ガ ス	2-⑨
	T 幹線シールド工事	県 道	ガ ス	2-⑩

2.4.2 調査結果

各現場の調査結果の概要を表-2.4.2に示す。

これらの結果をもとに、大型路上工事の現状、新技術・新工法の導入状況等に関して以下の項目で整理・分析を行った。なお、新技術・新工法の導入状況については、3.1.2で述べる。

- ①大型路上工事の全体的な傾向の把握を目的とした項目
(工事規模、工事期間)
- ②大型路上工事における諸条件の把握を目的とした項目
(交通条件、規制条件、苦情とその対応)
- ③現場における新技術・新工法の取組状況把握を目的とした項目

表-2.4.2 (1) 大型路上工事の調査結果概要(開削工事1)

整理番号			1-①	1-②	1-③	1-④	1-⑤	
用途			共同溝	共同溝	共同溝	共同溝	共同溝	
対象道路			国道	国道	国道	国道	国道	
交通量	日交通量(台/日)		56,900	56,900	38,900	49,000	20,410	
	夜間平均(台/時)		1,510	1,510	750	1,300	540	
	規制時夜間ピーク(台/時/車線)		290	860	620	900	660	
車線数			4車線 (上下各2車線) ※将来6車線拡幅計画あり	6車線 (上下各3車線)	4車線 (上下各2車線)	4車線 (上下各2車線)	3車線 (上り2車線, 下り1車線)	
工事概要	工事延長		561m	200m	305m	294m	386m	
	工期	(当初)	25ヶ月	24ヶ月	25ヶ月	25ヶ月	13ヶ月	
		(変更)	なし	なし	31ヶ月	34ヶ月	33ヶ月	変更予定あり
工事周辺の用途地域			商業地域, 準工業地域	商業地域, 準工業地域, 第二種特別工業地域	近隣商業地域	商業地域	住居地域	
収容物件			道路管理者, NTT, 東電, 東京通信ネットワーク, 東京ガス, 上水, 下水	道路管理者, NTT, 東電, 東京ガス, 上水, 下水	道路管理者, NTT, 東電, 通信ネットワーク, 上水道	道路管理者, NTT, 東電, 通信ネットワーク, 上水道	道路管理者, NTT, 東電, 上水道	
特定工事	工事形態		昼夜連続	昼夜連続	昼夜連続	昼夜連続	昼夜連続	
	工事時間		24時間	24時間	24時間	25時間	24時間	
	車線規制時間帯		将来拡幅予定地内のため, 車線規制なし	21:00(当初は20:00)~6:00	21:00~6:00	21:00~6:00	24時間	
	車線規制時確保車線数	土留め施工時	-	上下各1車線確保	上下各1車線確保 (中央帯側規制)	上下各1車線確保 (中央帯側規制)	上下各1車線確保	
		本体施工時	-	上下各1車線確保	車線切り回しのみ (常設帯あり)	車線切り回しのみ	上下各1車線確保	
	工事概要	本体工	外径(外寸法)	W=5.55m, H=6.56m	W=5.55m, H=6.56m	W=3.9m, H=5.95m	W=5.95m, H=3.6m	W=5.2m, H=2.75m
			施工法	現場打ち	現場打ち	現場打ち	現場打ち	現場打ち
			採用理由	幹線共同溝と供給管共同溝がラップしており, 特殊断面が多いため	特殊断面が多いため	プレキャストはコストが高く, 分割サイズの制約があるため	プレキャストはコストが高く, 分割サイズの制約があるため	設計段階における工事費比較の結果, プレキャストでは3%割高となるため
			種別	広幅鋼矢板(W=600mm)	広幅鋼矢板(W=600mm)	鋼矢板	鋼矢板	広幅鋼矢板(W=600mm)
		土留め工	掘削規模(平均)	W=6.46m, H=8.3m	W=7.06m, H=8.49m	W=4.75m, H=9.0m	W=3.8m, H=6.45m	W=5.8m, H=5.7m
主な土質			細砂, シルト	シルト, 細砂	シルト, 細砂, 砂礫, 泥岩	細砂, 砂礫, 泥岩	粘性土, 細砂, シルト	
矢板等の処理			残置 (歩道部頭部1.5m, 車道部頭部2.5mカット)	残置 (頭部2.5mカット)	残置 (頭部2.5mカット)	残置 (頭部2.5mカット)	残置 (頭部2.5mカット)	
水位			路面から-2m~-3m	路面から-1.0m	路面から-0.85~-1.45m	路面から-1.5~-1.6m	路面から-2.8~-4.0m	
舗装	材料	アスファルト (仮復旧有り)	アスファルト (仮復旧有り)	アスファルト (仮復旧有り)	アスファルト (仮復旧有り)	アスファルト (仮復旧有り)		
新設・改良工事の取り組み状況	調査段階		試験掘, レーダー調査	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	舗装工撤去		-	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	仮設工	土留め工法	広幅鋼矢板工法(W=600mm)	広幅鋼矢板工法(W=600mm)	取組みなし	取組みなし	広幅鋼矢板(W=600mm)	
		施工機械	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	掘削・掘進工	-	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
		掘削・掘進工	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	構造物構築工	プレキャスト化等 <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td>	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
		流動化処理土等 <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>流動化処理土(材料)</td> <td>取組みなし</td>	取組みなし	取組みなし	取組みなし	流動化処理土(材料)	取組みなし	
	舗装工	舗装材, 施工機械 <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td>	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
		騒音振動対策 <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td>	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
その他	基礎地盤改良	取組みなし	取組みなし	底版改良工法(クロスジェット工法)	取組みなし	取組みなし		

表-2.4.2 (2) 大型路上工事の調査結果概要(開削工事2)

整理番号			1-⑥	1-⑦	1-⑧	1-⑨	1-⑩	
用途			下水道	下水道	電力	通信	通信	
対象道路			都道	主要地方道	区道	市道	市道	
交通量	日交通量(台/日)		11,700	2,000	調査なし	8,000	1,000	
	夜間平均(台/時)		1,220	調査なし	調査なし	調査なし	調査なし	
	規制時夜間ピーク(台/時/車線)		900	調査なし	調査なし	調査なし	調査なし	
車線数			4車線 (上下各2車線)	2車線 (上下各1車線)	2車線 (上下各1車線)	2車線 (上下各1車線)	2車線 (上下各1車線)	
工事概要	工事延長		555m	235m	マンホールのみ	不明	不明	
	工期	(当初)	14ヶ月	27ヶ月	4ヶ月	7ヶ月	6ヶ月	
		(変更)	16ヶ月	なし	なし	なし	なし	
	工事周辺の用途地域		商業地域	第二種住居地域	第一種低層住居専用地域	不明	不明	
	収容物件		下水道	下水道	東管	通信管路	通信管路	
	工事形態		夜間(舗装切断のみ昼間)	昼夜連続	夜間	夜間	昼間	
	工事時間		20:00~6:00	9:00~17:00	22:00~6:00	20:00~5:00	8:00~17:00	
	車線規制時間帯		20:00~6:00 (舗装切断時9:00~18:00)	9:00~17:00 (交差点部は18:00~1:00)	22:00~6:00	21:00~6:00	8:00~17:00	
	車線規制時確保車線数		土留め施工時 下り歩道側に上下2車線確保 (W=4.0~6.2m)	片側交互通行 上下2車線確保 (路肩縮小(W=2.0mのみ))	片側交互通行(W=4.5m)	覆工設置時片側交互通行(W=3.9m)	片側交互通行(W=4.0m)	
	工事概要	本体工	本体施工時	下り歩道側に上下2車線確保 (W=4.0~6.2m)	片側交互通行 (路肩縮小(W=2.0mのみ))	片側交互通行(W=4.5m)	片側交互通行(W=3.9m)	片側交互通行(W=4.0m)
外径(外寸法)			φ=528mm	W=10.1m, H=5.4m	—	φ=2.7m	不明	
施工法			マンホール:現場打ち 制小弁室:プレキャスト	現場打ち	—	—(未施工)	不明	
採用理由			標準設計	プレキャストはコストが高く、搬入時に覆工板をはずす必要があり、規制帯が大きくな	—	不明	不明	
種別			軽鋼矢板	鋼矢板	鋼矢板	シャフト(既設マンホールと既設ソールドの接	不明	
土留め工		掘削規模(平均)	W=1.25m, H=1.9m	W=10.5m, H=7.6m	L=9.0m, W=3.0m, H=5.5m	L=7.0m, W=3.0m, H=0.8m(既設マンホール覆工)	L=20.0m, W=3.0m, H=9.0m	
		主な土質	埋戻し土(地下鉄ボックスの上部のた	ローム、砂礫	調査なし	不明	不明	
		矢板等の処理	引き抜き	引き抜き	引き抜き	不明	不明	
		水位	路面から-1.9m	路面から-2.9m	調査なし	不明	不明	
		舗装	材料	アスファルト (仮復旧有り:即日開放)	アスファルト (仮復旧有り)	アスファルト (仮復旧有り)	アスファルト	アスファルト
新技術・新工法の 取り組み状況	調査段階	試験、レーダー探査	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
		—	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	舗装工撤去	—	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
		土留め工法	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
		施工機械	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
	掘削・掘進工	掘削・掘進工	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
		—	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
		—	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
	構造物構築工	プレキャスト化等	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
		—	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
—		取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
その他	埋戻し	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	舗装材、施工機械	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	騒音振動対策	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
その他	基礎地盤改良	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	—	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	

表-2.4.2 (3) 大型路上工事の調査結果概要(非開削工事1)

整理番号		2-①	2-②	2-③	2-④	2-⑤
用途		共同溝	共同溝	共同溝	上水道	下水道
対設道路		国道	国道	国道	都道	区道
交通量	日交通量(台/日)	431,000	29,200	49,500(昼間立坑部)	62,400	調査なし
	夜間平均(台/時)	1,130	540	1,980	2,140	調査なし
	規制時夜間ピーク(台/時/車)	600	220	1,540	810	調査なし
車線数		8車線 (上り5車線、下り3車線)	8車線 (上下各4車線)	4車線 (上下各2車線)	6車線 (上下各3車線)	4車線 (上下各2車線)
工期	工事延長	到達立坑部分のみ	中間立坑部分のみ	1,442m	1,559.5m	1,205m
	(当初)	37ヶ月	37ヶ月	37ヶ月	18ヶ月	12ヶ月
	(変更)	変更なし	42ヶ月	49ヶ月	なし	なし
工事周辺の用途地域		商業地域、第一種住居地域	商業地域	近隣商業地域	近隣商業地域	商業地域
収容物件		道路管理者、NTT、東電、 東京通信ネットワーク、上水	道路管理者、NTT、東電、 東京通信ネットワーク、上水、下水	道路管理者、NTT、東電、上水	上水道	下水道
工事形態		昼夜連続	昼夜連続	昼夜連続	昼夜連続	昼夜連続
工事時間		24時間	24時間	24時間	24時間	24時間
車線規制時間帯		21:00~6:00(下り1車線規制は22:00 以降)(常設時あり)	21:00~6:00 (常設時あり)	21:00~6:00 (昼間立坑部)	20:00~6:00	規制なし
車線規制時確保車線数	土留め施工時	上り3車線、下り1車線確保 (昼間は本体施工時の規制とする)	上下各2車線確保 (昼間は本体施工時の規制とする)	発進立坑:借地利用による切り回しのみ 中間立坑:上下各1車線確保	上下各2車線確保	なし
	本体施工時	上り4車線、下り3車線確保	上り3車線、下り2車線確保	発進立坑:借地利用による切り回しのみ 中間立坑:上下各1車線確保	上下各2車線確保	なし
	外掘(外寸法)	φ=7.7m	φ=7.7m	φ=5.45m	φ=13.1m	φ=4.3m
工事概要	本体工	施工法	—(未施工)	—(未施工)	推進工法	縦横連続シールド(泥水)
		採用理由	—	掘削発生土が一般発生土として搬出で き、コスト削減、環境への影響が小さい	設計時より指定	施工ヤード800m ² しか確保できない
	立坑	外形	φ=16.1m	φ=17.54m	発進立坑:φ=5.6m, H=22.6m 両到達:L=5.2m, W=10.04m, H=8.5m No.2押込:L=10.0m, W=4.65m, H=8.0m	φ=7.8m 縦横連続シールド
		種別	1次:SMW 2次:RC連壁	1次:SMW 2次:RC連壁	RC連壁	セグメント
	土留め工	掘削規模(平均)	φ=16.1m, H=33.4m	φ=17.5m, H=42.8m	発進立坑:L=18.1m, W=13.8m, H=44.0m	φ=7.9m, H=37.7m
		主な土質	シルト(礫混じり、砂質)	粘性土、砂質土	砂質土	シルト、細砂、砂礫
		矢板等の処理	残置(予定) (取部3.5mカット)	残置 (取部2.5mカット)	未定	—
		水位	路面から-1~-2m	自由水:路面から-3.74m	路面から-8~-4m	路面から-2.75m
	舗装	材料	アスファルト (仮復旧無し)	アスファルト (仮復旧無し)	アスファルト (仮復旧有り)	アスファルト(歩道本復旧、仮復旧無し)
		調査段階	既掘、レーダー探査	取組みなし	取組みなし	取組みなし
仮設工	舗装工撤去	—	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
		土留め工法	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
	仮設工	施工機械	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
		立坑施工	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
	掘削・掘進工	—	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
		掘削・掘進工	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
	構造物構築工	プレキャスト化等	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
		流動化処理土等	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
	舗装復旧	舗装材、施工機械	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
		騒音振動対策	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
その他	基礎地盤改良	基礎地盤改良	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし
		—	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし

表-2.4.2 (4) 大型路上工事の調査結果概要 (非開削工事2)

整理番号			2-⑥	2-⑦	2-⑧	2-⑨	2-⑩	
用途			下水道	電力	通信	ガス	ガス	
対象道路			国道	市道	市道	道路上なし	県道	
交通量	日交通量(台/日)		8,600	17,300	8,000	—	調査なし	
	夜間平均(台/時)		330	350	不明	—	調査なし	
	規制時夜間ピーク(台/時/車線)		270	360	不明	—	調査なし	
車線数			2車線 (上下各1車線)	4車線 (上下各2車線)	2車線 (上下各1車線)	—	2車線 (上下各1車線)	
工事延長	工事延長		688m	702.7m	不明	1,304m	2,205m	
	工期	(当初) (変更)	17ヶ月 24ヶ月	52ヶ月 なし	20ヶ月 なし	27ヶ月 なし	36ヶ月 なし	
工事周辺の用途地域			商業地域、第一種中高層住居専用地域	商業地域	不明	住居地域	住居地域	
収容物件			下水道	電線管路	通信管路	ガス管路	ガス管路	
工事形態			昼夜連続	昼夜連続(立坑は夜間)	夜間	道路交通規制なし	昼夜連続	
工事時間			24時間	24時間	21:00~6:00	24時間	24時間	
車線規制時間帯			21:00~6:00	21:00~6:00	21:00~6:00	—	21:00~6:00	
工事概要	車線規制時確保車線数		土留め施工時	なし (人孔閉鎖のための中央線移動のみ)	上下各1車線確保 昼間開放	片側交互通行(W=6.5m) 昼間開放	—	片側交互通行(W=7.0m)(到達立坑) 昼間開放
			本体施工時	なし (人孔閉鎖のための中央線移動のみ)	なし	片側交互通行(W=6.5m) 昼間開放	—	片側交互通行(W=7.0m)(到達立坑) 昼間開放
	本体工	外径(外寸法)	φ=2.55m	φ=2.7m(推進区間φ=2.81m)	不明	φ=3.1m	φ=2.65m	
		施工法	既設管への地中接合	推進・シールド	泥土圧式シールド	泥土圧シールド	泥水加圧シールド	
		採用理由	交通の問題で立坑設置が困難、 既設埋設物の切り回し回避	沖積粘土層では推進での施工が 困難なため、シールドを採用	不明	不明	不明	
	立坑	外形	路外(下水道局用地)	改造マンホール:L=7.5m, W=4.2m, H=12.85m	不明	発進:L=12.8m, W=14.8m, H=8.9m	φ=12.2m(到達立坑)	
		種別	鋼矢板	中洞191号改造マンホール:鋼矢板 MM連系立坑:鋼杭	不明	鋼矢板	不明	
	土留め工	掘削規模(平均)	L=10.5m, W=9.0m, H=15.2m	改造マンホール:L=10.3m, W=6.5m, H=15.66m MM連系立坑:L=13.6m, W=2.4~3.2m	L=25.0m, W=3.0m, H=5.0m	不明	φ=12.2m, H=32.93m	
		主な土質	粘性土、砂質土	シルト、粘性土、礫	不明	粘性土、シルト	固結シルト	
		矢板等の処理	道路上…残置(頭部3.5mカット) 民地…引き抜き	残置 (頭部2.5~10mカット)	不明	不明	不明	
		水位	路面から-3~7m	路面から-1.5~-2m	不明	不明	不明	
舗装	材料	アスファルト(仮復旧有り)	アスファルト(仮復旧有り)	アスファルト	アスファルト	アスファルト(仮復旧有り)		
新技術・新工法の 取り組み状況	調査段階	試掘、レーダー探査	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	舗装工撤去	—	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
		土留め工法	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
		施工機械	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	仮設工	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
		立坑施工	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	掘削・掘進工	—	DSR工法	シールド工事での急曲線部の地盤改良省 略を目的とした設計手法の開発	エースモール工法(DL35)	F-NAVIシールド工法	遠心力締固めによるほぞセグメント	
	構造物構築工	プレキャスト化等	取組みなし	4分割セグメントと新型継ぎ手の採用(マルチ ブレード型継ぎ手)	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	埋戻し	流動化処理主等	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
	舗装復旧	舗装材、施工機械	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	
その他	騒音振動対策 <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td>	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし		
	基礎地盤改良 <td>先行裏込圧管理システム</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td> <td>取組みなし</td>	先行裏込圧管理システム	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	取組みなし	

(新技術・新工法の採用状況、採用されなかった技術の採用に向けた取組み)

(1) 大型路上工事の全体的な傾向

1) 工事延長・規模

開削工事においては、工事延長は全て 1km 未満であり、非開削工事は半数以上が 1km 以上である。

工事延長を当初工期で除した 1 箇月当たりの平均工事延長は開削工事の約 19m に対して、非開削工事は約 56m となっており、同一の工事延長とした場合、非開削工事の工事期間は開削工事に比べて 3 分の 1 となる。このためか、平均工事延長（発注規模）の比も約 3 倍の差が見られる。

表-2.4.3 工事別延長

工種	工事番号	工事延長 (m)	工種別平均 (m)	全体平均 (m)	当初工期 (箇月)	1箇月当り工 事延長(m)	1箇月当り工 種別平均	1箇月当り全 体平均(m)
開削工事	1-①	561	362	756	25	22.4	19.0	37.3
	1-②	200			24	8.3		
	1-③	305			25	12.2		
	1-④	294			25	11.8		
	1-⑤	386			13	29.7		
	1-⑥	555			14	39.6		
	1-⑦	235			27	8.7		
	1-⑧	—			4			
	1-⑨	不明			7			
	1-⑩	不明			—			
非開削工事	2-①	—	1,150		37		55.7	
	2-②	—			37			
	2-③	1442			37	39.0		
	2-④	1560			18	86.7		
	2-⑤	1205			12	100.4		
	2-⑥	688			17	40.5		
	2-⑦	703			52	13.5		
	2-⑧	不明			20			
	2-⑨	1304			27	48.3		
	2-⑩	2205			36	61.3		

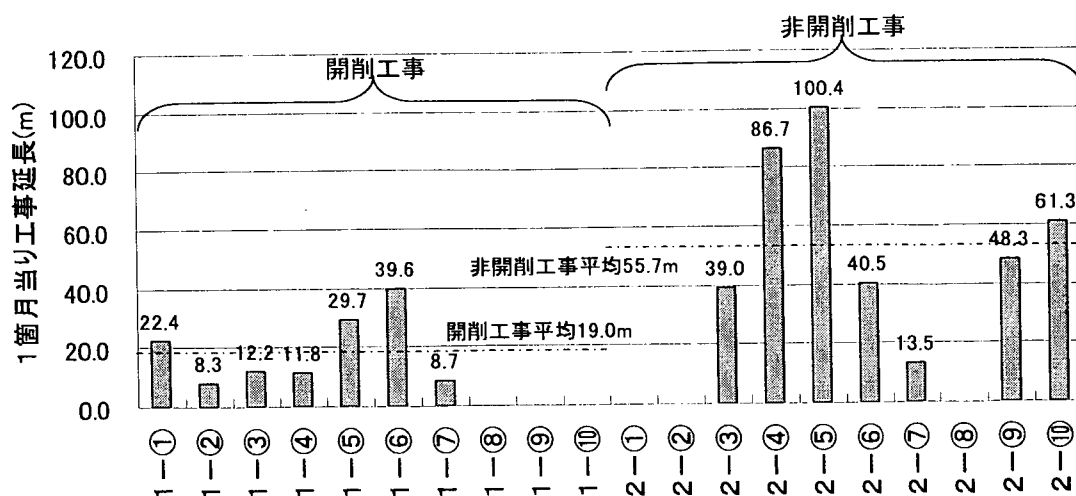


図-2.4.1 現場別 1 箇月当り工事延長

2) 本体・仮設構造等

○本体規模等について

- ・開削工事においては、掘削幅の平均値は 4.6m、掘削深さの平均値は 6.3m、土被りの平均値は 1.9m となっている。近年では、コントロールポイントなどの特殊箇所を除き、全体的に浅い位置で施工される傾向が見られる。
- ・非開削工事(立坑)においては、掘削幅の平均値は 10.0m、掘削深さの平均値は 22.6m、土被りの平均値は 20.2m となり、掘削規模が大きい。
- ・開削工事の本体構造物の内空は、収容物により決定されるが、横断方向の幅が広くなり、道路交通への影響が大きくなる場合には、縦配置とすることで路上への影響を少なくする等の工夫がなされている。

○仮設工について

- ・開削工事における土留め形状は、水位、土質等の関係からすべて鋼矢板を使用しており、その内の 30%で幅広タイプの鋼矢板を使用している。土留めの処理方法は、残置、引き抜きの2方法であるが、道路管理者の実施する工事に関しては頭部処理後に残置、占用企業者の工事に関しては引き抜く傾向となっている。
- ・非開削工事においては、掘削深が深くなる箇所では、剛性の高い SMW、RC 連壁などを使用している。新技術の採用については、シールドセグメントによる立坑構築工法を1箇所採用しているが、掘削が深くなった場合での鋼製連壁、ケーソン工法等の採用は見られない。

表-2.4.4 工事別掘削規模(開削工事)

工種	工事番号	事業者	本体幅 (m)	本体高 (m)	仮設掘削幅 (m)	仮設掘削深 (m)	土被り (m)	土留工種別	土留工処理
開削工事	1-①	道路管理者	5.55	6.56	6.46	8.30	0.50	鋼矢板(w)	残置
	1-②	道路管理者	5.55	6.56	7.06	8.49	0.50	鋼矢板(w)	残置
	1-③	道路管理者	3.90	5.95	4.75	9.00	2.80	鋼矢板	残置
	1-④	道路管理者	5.95	3.60	6.80	6.45	2.85	鋼矢板	残置
	1-⑤	道路管理者	5.20	2.75	5.80	5.70	2.50	鋼矢板(w)	残置
	1-⑥	占用企業者	0.50	0.50	1.25	2.50	2.00	鋼矢板	引き抜き
	1-⑦	占用企業者	10.10	5.40	10.50	7.50	1.80	鋼矢板	引き抜き
	1-⑧	占用企業者	1.80	5.50	3.00	5.50	2.00	鋼矢板	引き抜き
	1-⑨	占用企業者	3.00	—	3.00	0.80	—	シャフト	不明
	1-⑩	占用企業者	不明	不明	3.00	9.00	不明	鋼矢板	不明
平均			4.62	4.60	5.16	6.32	1.87		

工種	工事番号	事業者	本体外径 (m)	立坑掘削幅 (m)	立坑掘削深 (m)	土被り (m)	土留工種別	立坑の形式	土留工処理
非開削工事	2-①	道路管理者	7.70	16.10	33.40	22.70	SMW,RC連壁	円形	残置
	2-②	道路管理者	7.70	17.50	42.80	32.00	SMW,RC連壁	円形	残置
	2-③	道路管理者	5.45	13.80	44.00	36.95	RC連壁	矩形	未定
			5.45	19.64	32.00	不明	RC連壁	円形	
	2-④	占用企業者	1.31	5.60	22.60	21.10	ライナープレート	円形	未定
			1.31	5.60	10.04	8.50	鋼矢板	矩形	
			1.31	4.65	9.96	8.00	親杭横矢板	矩形	
	2-⑤	占用企業者	4.30	7.90	37.70	26.20	セグメント	円形	残置
	2-⑥	占用企業者	2.55	9.00	15.20	9.20	鋼矢板	矩形	残置
	2-⑦	占用企業者	2.70	6.50	16.65	11.90	鋼矢板	矩形	引き抜き
			2.70	3.20	5.29	2.50	親杭横矢板	矩形	※一部残
	2-⑧	占用企業者	不明	3.00	5.00	不明	不明	矩形	不明
	2-⑨	占用企業者	3.10	14.80	8.90	不明	鋼矢板	矩形	不明
	2-⑩	占用企業者	2.65	12.20	32.93	23.30	セグメントライナー	円形	不明
平均			4.14	9.96	22.61	20.24			

3) 工事期間

開削工事においては、平均的な工期が 17 ヶ月程度に設定されているのに対し、全体工事の半数で工期延長が行われ、当初工期よりも平均約 1.2 倍延びている。理由としては、交通規制に対する警察協議の遅れ、近接構造物管理者との調整、苦情に対する対応（状況によっては工事の一部停止）が大部分である。そのため、設計計画時点よりも道路利用者に対する負担が大きい（工期延長による内部、外部コストの増加）。

非開削工事においては、平均的な工期は開削工事よりも工事延長が長いことから、約 1 年長い 29 ヶ月程度に設定されている。予定も含めると、10 件中 4 件で工期延長が行われ、当初工期よりも平均約 1.1 倍延びている。理由としては、開削工事と同様、交通規制に対する警察協議の遅れ、近接構造物管理者との調整、苦情に対する対応の他、到達立坑付近の地盤改良等の理由もあったが、全体としては開削工事よりも工期延長は短く、苦情等の件数も少ない。

これに対して、現場担当者からは以下の様な意見が出されている。

- ・開削工事、非開削工事とも当初工期は年度末に設定されており、それをもとにした工程が組まれているため実態にそぐわないケースが多く、現場ではパーティ数の増加等の対応が取られている。よって、実態に即した発注計画、工程計画を望む意見が多い。
- ・交差物件との協議及び移設・撤去の遅れから工期延長に至るケースもある。台帳の整備、試掘の簡素化を望む意見がある。

表-2.4.5 開削・非開削工事の工事期間

工種	工事番号	当初工期	変更工期	変更理由
開削工事	1-①	25ヶ月	変更なし	
	1-②	24ヶ月	31ヶ月	交差物件の移設・撤去の遅れ 交通切り廻しに関する警察協議の遅れ 地盤改良工法の変更(2ヶ月増)
	1-③	25ヶ月	34ヶ月	警察協議の遅れ(2ヶ月) 住民からの苦情対応(1ヶ月の工事中止)
	1-④	25ヶ月	33ヶ月	警察協議の遅れ(2ヶ月) 住民からの苦情対応
	1-⑤	13ヶ月	変更予定あり	警察協議の遅れ 住民からの苦情対応
	1-⑥	14ヶ月	16ヶ月	交差物件との協議の遅れ(1ヶ月) 住民からの苦情対応(1ヶ月の工事中止)
	1-⑦	27ヶ月	変更なし	
	1-⑧	4ヶ月	変更なし	
	1-⑨	7ヶ月	変更なし	
	1-⑩	6ヶ月	変更なし	
	平均	17ヶ月	20ヶ月	
非開削工事	2-①	37ヶ月	変更なし	
	2-②	37ヶ月	42ヶ月(予定)	警察協議の遅れ(6ヶ月)
	2-③	37ヶ月	49ヶ月	中間立坑の周辺の地盤改良(1.5ヶ月) 住民からの苦情対応
	2-④	18ヶ月	延長予定	住民からの苦情対応
	2-⑤	12ヶ月	変更なし	
	2-⑥	17ヶ月	24ヶ月	住民からの苦情対応(3ヶ月の工事中止他)
	2-⑦	52ヶ月	変更なし	
	2-⑧	20ヶ月	変更なし	
	2-⑨	27ヶ月	変更なし	
	2-⑩	36ヶ月	変更なし	
	平均	29ヶ月	32ヶ月	

(2) 大型路上工事に関する諸条件の分析

1) 交通条件 (交通量)

調査対象工事の交通量を開削工事と非開削工事に分類すると、開削工事では 21,000 台/日であるのに対し、非開削工事では 30,000 台/日となっており、交通対策から非開削工事を採用した側面がある。

夜間工事の 1 車線当たりの時間交通量は、道路使用許可基準の規制交通容量 800 台/時/車線を基準とし、それを極力上回らないよう車線切り廻し計画を行っている。

表-2.4.6 対象道路の交通量

工種	工事番号	対象道路	現況車線数	規制時車線数	日交通量(台/日)	規制時1車線当たり最大時間交通量(台/時/車線)
開削工事	1-①	国道	4車線	将来拡幅用地内で施工	56,900	調査なし
	1-②	国道	6車線	2車線	56,900	870
	1-③	国道	4車線	2車線	38,900	620
	1-④	国道	4車線	2車線	49,000	900
	1-⑤	国道	4車線	2車線	20,400	660
	1-⑥	都道	4車線	2車線	11,700	900
	1-⑦	主要地方道	2車線	1車線	2,000	調査なし
	1-⑧	区道	2車線	1車線	調査なし	調査なし
	1-⑨	市道	2車線	1車線	8,000	調査なし
	1-⑩	市道	2車線	1車線	1,000	調査なし
非開削工事	2-①	国道	8車線	4車線	43,100	800
	2-②	国道	8車線	4車線	29,200	440
	2-③	国道	4車線	2車線	49,500	770
	2-④	都道	6車線	4車線	62,400	810
	2-⑤	区道	4車線	4車線	調査なし	調査なし
	2-⑥	国道	2車線	2車線	8,600	270
	2-⑦	市道	4車線	2車線	17,300	360
	2-⑧	市道	2車線	1車線	8,000	調査なし
	2-⑨		—	—	—	—
	2-⑩	県道	2車線	1車線	調査なし	調査なし

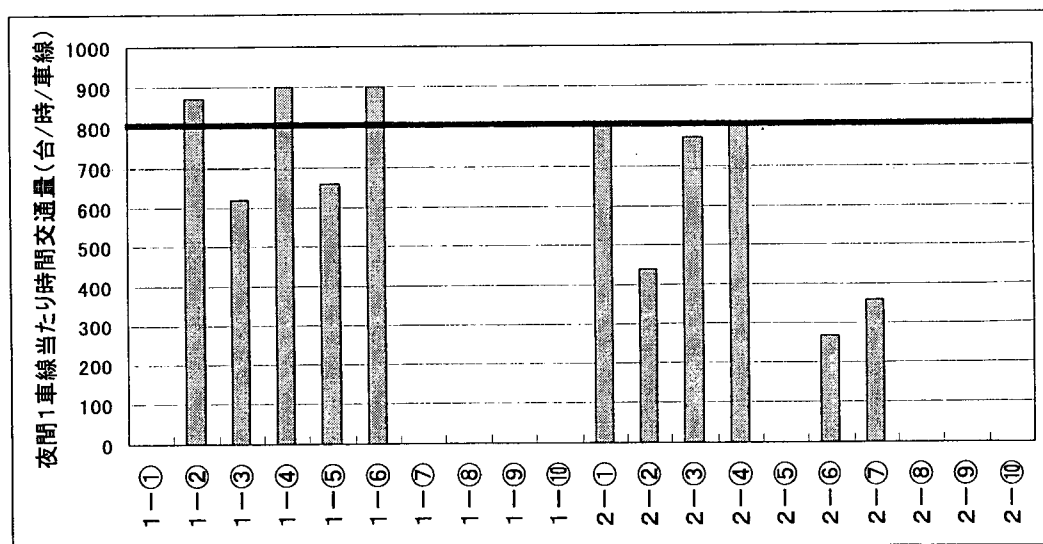


図-2.4.2 夜間1車線当たり時間交通量(最大値)

2) 規制条件（規制時間、規制車線）

- ・車両通行帯の確保は、構築する構造物の規模、現況車線数等により左右される面が大きく、切廻し等の工夫により処理しているのが現状のようである。
- ・本体設計段階では、上下各1車線確保することを最低限の条件として、施工方法、切廻し計画に配慮した断面検討が行なわれている。
- ・交通量の問題から交通規制を伴う工事は夜間に制限されることが多いが、工期短縮に着目して、新技術、新工法を活用した取組み事例は少ない。よって、今後は工期短縮の効果も視野に入れた、新技術、新工法の普及促進が望まれる。
- ・規制時間は警察との協議により、主に交通量から決定される。大部分が夜間のみの規制であり、交通への影響を抑えるための配慮がなされていると言える。
- ・導流帯（テーパー）を含む作業帯延長の平均は、開削工事が135mであるのに対し、非開削工事では111mと大差はないが、(1)で示したように、開削工事の方が1箇月当たりの工事延長が短いため、道路交通に与える影響は大きいと言える。

表-2.4.7 規制時の確保車線数と規制時間

工種	工事番号	対象道路	現況車線数	規制時車線数	規制時間	最大作業帯延長(m)
開削工事	1-①	国道	4車線	将来拡幅用地内で施工	規制なし	—
	1-②	国道	6車線	2車線	21:00～6:00 当初 20:00～6:00	240
	1-③	国道	4車線	2車線	21:00～6:00	375
	1-④	国道	4車線	2車線	21:00～6:00	50
	1-⑤	国道	4車線	2車線	24時間	210
	1-⑥	都道	4車線	2車線	20:00～6:00 舗装切断時 9:00～18:00	50
	1-⑦	主要地方道	2車線	1車線	9:00～17:00 交差点部 18:00～1:00	157
	1-⑧	区道	2車線	1車線	22:00～6:00	40
	1-⑨	市道	2車線	1車線	21:00～6:00 地元要望により 20:00～5:00に変更	65
	1-⑩	市道	2車線	1車線	8:00～17:00	30
	平均					135
非開削工事	2-①	国道	8車線	4車線	21:00～6:00(常設帯あり) 下り1車線規制は22時以降	180
	2-②	国道	8車線	4車線	21:00～6:00(常設帯あり)	240
	2-③	国道	4車線	2車線	21:00～6:00(中間立坑部)	110
	2-④	都道	6車線	4車線	20:00～6:00	56
					20:00～6:00	67
	2-⑤	区道	4車線	4車線	規制なし	—
	2-⑥	国道	2車線	2車線	20:00～6:00	16
	2-⑦	市道	4車線	2車線	21:00～6:00	140
	2-⑧	市道	2車線	1車線	21:00～6:00	25
	2-⑨		—	—	規制なし	—
	2-⑩	県道	2車線	1車線	21:00～6:00	50
	平均					111

3) 苦情とその対応

工事中の苦情は、騒音・振動が大部分である。

低騒音・低振動の工法を採用しているものの、騒音・振動の発生が避けられない工程もあり、その対応のために工事の遅れが生じ、1ヶ月以上にわたる工事の全面中止に至った例もあった。苦情による工期延長の防止のためにも、さらなる低騒音・低振動の工法の開発が必要である。

表-2.4.8 工事中の苦情内容・工事件数

	開削工事		非開削工事	
	苦情あり	苦情なし	苦情あり	苦情なし
騒音	6	4	6	4
振動	3	7	2	8
渋滞	0	10	2	8
その他	1	9	1	9

【苦情への対応方法】

①騒音

- ・発電機の音に対する苦情に対して、収納箱を作成して、外部への音漏れを防止
- ・作業時間の変更、防音シート、工種別の事前説明により対応
- ・カッター音に対して、防音シートを使用
- ・夜間施工から可能な限り昼間施工へと変更
- ・防音ハウスを設置
- ・発電機を民家の少ない所へ移動

②振動

- ・路面の段差の解消
- ・重機移動時は低速運転
- ・発電機の低周波振動に対して、電線を延長して当事者家屋より離れた
- ・ガイドウォールを設置して鋼矢板を引き抜いた
- ・コンクリートの破砕を午前0時までに終了

③渋滞

- ・ガードマン配置を2名から3名に変更
- ・夜間作業帯設置時間を短縮

④その他

- ・営業補償に対して、工事説明、作業方法、時間を考慮して、道路規制時間を極力短くして対応
- ・工事の目的・必要性を理解してもらうために、工事説明会、工事見学会等を開催し、公共事業についての理解を求める努力をした

3. 路上工事における改善技術

路上工事において、道路交通や周辺環境への影響を低減するための改善技術の研究開発の状況や採用状況を把握するために、占用企業者を対象にアンケート調査を行うとともに、大型路上工事における取組み状況についてヒアリング調査を行い、改善技術の現状・効果について取りまとめを行った。また、これらをもとに改善技術における課題を抽出し、今後の技術開発の方向性の提案を行った。

3. 1 路上工事における改善技術とその特徴

3.1.1 占用企業者における取組み

占用企業者においては、道路管理者と共同で路上工事縮減に対する各種施策を行っているが、技術の改善という観点から、新技術・新工法の開発や採用など、どのような取組みが行われているか把握するため、占用企業者を対象にアンケート調査を行った。

アンケート調査は、調査・設計、施工及び維持管理の各段階において、路上工事縮減、工事の効率化、コスト縮減の観点から、どのような改善が図られているか、またはどのような改善を図ろうとしているかの調査を行うとともに、従来工法と比較してどのような効果が考えられるか調査したものである。

なお調査対象は、東京都内における占用企業者として、上水道、下水道、電気、ガス、電話の各1企業者に対して調査を行った。

調査の結果、集められた新技術・新工法、改善事例は以下のとおりである。

【調査・設計段階】 18件

【工事施工段階】 開削工事 27件 非開削工事 14件

【維持管理段階】 9件

なお、これらの件数は、すべての取組み事例を網羅してはおらず、特に工事施工段階での非開削工事に対する新技術・新工法は、シールド工法を中心に多くの技術開発や採用事例があると考えられるが、今回のアンケート調査では上記の件数の回答が寄せられている。

今回の調査結果を、調査・設計、施工及び維持管理の各段階毎に、路上工事縮減または施工の効率化、環境の改善、コスト縮減の観点から取りまとめた（表-3.1.1 参照）

（1）調査・設計段階

①埋設物調査

各占用企業者が管理設工事を実施するに当たり、予め他企業の埋設管位置を調査しな

表-3.1.1 路上工事の改善工法の一覧（占用企業者の取組み）

工種		改善工法・技術	改善内容	改善項目								
				施工時間の短縮	掘削回数の削減	掘削規模の縮小	騒音・振動の低減	産業廃棄物の削減	コスト削減	安全性向上	その他	
調査・設計	土質調査	簡易土質判定器	簡易土質調査	○					○			
	埋設管調査	土質DB構築	システムの高度化						○			
		地中レーダー	地中レーダー		○		○					
		地中レーダーエスパー	金属探知機	○	○		○					
	設計	マンホール探知機					○					
		マッピングシステム						○				
		道路管理システム	システムの高度化					○				
		非開削設計システム						○				
		ステンレス管		○								
		PE管の導入	材質・材料の変更	○				○				
		硬質ビニール管		○				○				
		塩化ビニール小型ます				○		○				
		マンホール設置間隔		○								
		ブリスベール管路方式		○				○				
フリーアクセス管路方式	設計方法の見直し	○		○		○						
SAYAKAn推進管の変更	仕様の変更	○				○						
地盤改良工事省力工法		○				○						
シールドセグメント幅広化		○				○						
工事施工（開削）	舗装切断・破砕	低騒音カッターの導入	機械の改良				○					
		低騒音ブレードの導入				○						
		サイレントクラッシャーの導入										
	掘削	ゼロスペース工法	掘削幅の縮小	○		○		○	○			
		車幅内旋回バックホウ	機械の改良	○								
	土留支保工	歩道掘削時の機械併用		○								
		杭打機とトレンチカーの開発	布設幅の縮小	○	○	○		○	○			
		軽量化アルミ	材料・材質の変更	○								
	管路敷設	低騒音圧入型杭打設機	機械の改良				○					
		ポリエチレン管		○					○			
		FCP管への変更による事前配管	材料・材質の変更	○	○							
	人孔等構造部の構築	組立マンホール		○					○			
		ブロックマンホール	既製品の採用	○		○	○	○				
		排水部側溝部のフレキシト化		○			○					
		消火栓部の円形及び縮小化	仕様の変更	○			○					
		地下埋バルブの開発	特殊部工法の改善	○								
		灌漑用マンホールの使用		○								
		埋戻し	リサイクル流動化処理土	材料・材質の変更	○					○		
			発生土流動化埋戻し							○		
			小径対応の現場流動化プラント	機械の改良			○		○			
		舗装復旧	低騒音ランマ				○	○				
	小径ランマ					○						
	再生アスファルト合材		材料・材質の変更					○				
	再生骨材の適用							○				
	車載式アスファルト再生機		機械の改良					○	○			
	小掘削即日復旧工法の導入		仕様の変更	○								
	工事施工（非開削）	発進立坑・到達坑	路盤先行施工	工法の改善	○							
鋼管立坑構築工法			地盤改良の削減	○					○			
ヒューム管推進工法			到達立坑の削減	○	○	○						
小口径推進		フローモール工法	非開削による新設	○		○	○				○	
		フレックスライナー工法		○		○		○				
		小口径管路の更新技術	非開削による入替	○	○	○		○		○	○	
中口径推進		小口径推進オペレーション技術	システムの高度化	○				○				
		推進工法の採用		○				○				
		エースモール工法	非開削による新設	○	○	○	○	○				
シールド		シールド地中接合		○			○		○			
		二重エントランスバックシン	地盤改良の省略	○	○	○	○	○	○			
		新素材コンクリート		○			○		○			
その他		二次破エプレキャスト	既製品の採用	○				○				
		HDDシステム	非開削推進工法の改善	○	○	○	○	○		○		
	急曲線部の管路敷設改善		○				○					
維持管理	構造物の点検・補修	エポ工法	マンホール蓋取替え	○		○	○		○			
		MR2工法		○		○	○		○			
		管渠内面被覆工法				○	○		○			
		パイプインパイプ工法	非開削での管更正	○		○	○	○	○			
		非開削内面修理工法	非開削での管路補修			○	○		○		○	
		管路内TVカメラ				○						
		非開削耐震化工法	非開削による耐震材設置	○								
		ケーブル敷設工法改善	ケーブル接続作業の縮小	○	○							
		金属管簡易防錆技術	金属管の防錆技術	○								

なければならない。調査方法は、各占用企業者の設備記録をもとに試験掘りで行われることが一般的である。

近年、地中レーダ等の非開削による埋設物の確認技術が開発されてきている。これらの技術により、掘削回数の削減、騒音・振動の低減、産業廃棄物の削減が図られている。

②設計

設計段階においては、道路管理システムの活用や非開削設計システムの開発などのシステムの高度化、材質・材料の変更による軽量化、耐久化が図られている。また、新たな技術導入に伴って設計方法の見直し・仕様の変更なども行われている。

これらの改善点は、主にコスト削減を目的に行われており、これに加えて施工時間の短縮も図られている。

(2) 工事施工段階（開削工事）

工事による道路交通や周辺環境への影響がより大きいと考えられる開削工事の工事段階での改善技術について整理する表・3.1.2 の様になる。

表・3.1.1 開削工事における改善技術

工種	従来技術	改善技術	主な改善効果	問題点等
舗装切断・ 破砕	コンクリート破砕機	低騒音カッターの導入	騒音・振動の低減	価格が高い
		低騒音ブレーカーの導入 サイレントクラッシャーの導入	騒音・振動の低減	
掘削	普及型バックホウ	車幅内旋回バックホウ	施工時間の短縮	・道路管理者により舗道上の掘削機械不可 ・ミニバックホウ(0.1m ³)なら可
	歩道掘削時のベルコン併用人力掘削型枠の設置	歩道掘削時の機械併用人力掘削土留め外型枠兼用工法	掘削規模の縮小	
土留支保工	鉄製トレンチパイル、太鼓落とし	・軽量アルミのジャッキ、サポート、トレンチパイル ・鋼製腹起し	施工時間の短縮	
	パイプロ型杭打設機 杭打ち時再掘削	低騒音圧入型杭打設機 杭打機械とトレンチカバーの開発	騒音・振動の低減 掘削規模の縮小	
管敷設	鋳鉄管	ポリエチレン管	施工時間の短縮 コスト削減	曲げ半径の小さい箇所には使用不可
	ケーブル引き入れ時の自在割防護管を被せる工法	自在割防護管のFCP管への変更により事前配管	掘削回数の削減	
人孔等構造物の構築	ピット内バルブ	地下埋バルブの開発によりピット構築不要	施工時間の短縮	
	消火栓部の矩形処理	排室部の側壁部のプレキャスト化 消火栓部の円形及び縮小化	施工時間の短縮 施工時間の短縮	
	マンホールの場所打ち	・ブロックマンホール ・組立てマンホール	施工時間の短縮 騒音・振動の低減	
	プレハブマンホール	潜函用マンホールの使用により土留杭が不要	施工時間の短縮 騒音・振動の低減	
		低騒音電動ランマー	騒音・振動の低減	
埋戻し	エンジンランマー	小規模員用ランマー		土質条件の制限が多い。砂質・ロームのみ可 コスト高
		浅層小規模掘削対応の現場改良土プラント車の採用	産業廃棄物の削減	
	埋め戻し砂の利用	改良土、発生土の利用推進	産業廃棄物の削減 コスト削減(発生土)	
舗装復旧		再生アスファルト合材の適用	産業廃棄物の削減	道路管理者の許可が得にくい
	プラント	車載式のアスファルト再生機	産業廃棄物の削減	
		再生骨材の適用	産業廃棄物の削減	
		小掘削即日復旧工法の導入	施工時間の短縮	
	掘削部、影響部の打替え	路盤先行施工、表層部切削	施工時間の短縮	

開削工事においては、ボックスカルバートでの土留め外型枠兼用工法などのように、「覆土工事」での掘削幅の縮小が図られたり、組立てマンホールなどの既成品を採用して施工時間の短縮等が図られている。これらの改善により、産業廃棄物の削減等の環境面での効果ももたらしている（表・3.1.3 参照）。

表・3.1.3 開削工事（覆土工事）の改善内容と効果

工種	改善内容	改善項目・効果
工事施工	掘削幅の縮小 (土留め外型枠兼用工法)	掘削規模の縮小 施工時間の短縮 産業廃棄物の削減 コスト削減
	布堀幅の縮小 (杭打機械とトレンチカバーの開発)	掘削規模の縮小 掘削回数の削減 施工時間の短縮 産業廃棄物の削減 コスト削減
	既製品の採用 (組立マンホール)	掘削規模の縮小 騒音・振動の低減 産業廃棄物の削減

開削工事の標準仕様の工法である「即日復旧工事」での改善工法の内容とその効果を表-3.1.4に示す。即日復旧工事の各工種の主な改善技術の動向は以下のとおりである。

- 舗装切断時： 施工機械の改善による騒音・振動の低減
- 掘削： 施工機械の改善・活用による施工時間の短縮
- 土留支保工～人孔等構造物の構築：
 - 材質・材料の変更や既製品の採用による施工時間の短縮
- 埋戻し： 低騒音機械による騒音・振動の低減と改良土・発生土の利用による産業廃棄物の削減
- 舗装復旧： 再生材の利用による産業廃棄物の削減と施工の小規模化や工法の改善による施工時間の短縮

このように、施工機械の改善、材質・材料の変更による周辺環境への影響低減や施工時間の短縮が主であり、施工技術や工法自身の改善は少ない。特に、作業時間の多くを占める掘削、土留支保工、埋戻しの各工程での改善技術が進んでいない状況が見られる。

表-3.1.4 開削工事（即日復旧工事）の改善内容と効果

工種	改善内容	改善項目・効果
工事施工 (即日復旧工事)	舗装切断・破碎	機械の改良 騒音振動の低減
	掘削	機械の改良・併用 施工時間の短縮
	土留支保工	材料・材質の変更 施工時間の短縮
		機械の改良 騒音振動の低減
	管路敷設	材料・材質の変更 施工時間の短縮 掘削回数の削減
	人孔等の構造物の構築	既製品の採用 施工時間の短縮 騒音・振動の低減
		仕様の変更 施工時間の短縮
		特殊部工法の改善 施工時間の短縮
	埋戻し	材料・材質の変更 施工時間の短縮 産業廃棄物の削減
		機械の改良 掘削規模の縮小(施工規模への対応) 騒音振動の低減
	舗装復旧	材料・材質の変更 産業廃棄物の削減
		機械の改良 産業廃棄物の削減
		工法・仕様の改善 施工時間の短縮

(3) 工事施工段階（非開削工事）

非開削技術を路上工事の改善工法として導入しようとする動向が多く見られる。

しかし、推進工法などの非開削技術の適用率は1～3割程度と低いのが現状である。また、非開削技術の適用に当たっては、路上工事縮減対策のために単純に非開削技術を採用するという判断を行なうわけではなく、当該現場における適用条件を満足している技術であるかを検討する必要がある、また、その技術の施工精度等も考慮して工法を採用している。さらに、工事費等を含めた総合的な判断により工法が採用されている。

(4) 維持管理段階

ライフラインの整備が進む中で、施設の老朽化が日常生活の確保や安全性だけでなく、路上工事の増加も含め大きな問題となりつつある。

その中で構造物の点検・補修においても、非開削による管更生工法や管路補修の技術開発が進められており、現在試行的に行っている技術もある。これら維持管理技術の適用範囲、適用条件を満足する一層の技術開発を進めていくとともに、これら技術の普及促進を図る仕組み作りも必要となってくる。

3.1.2 大型路上工事における取組み

2.4 で調査した大型路上工事における新技術・新工法の導入への取組み状況について述べる。なお、各工事の概要は、2.4 を参照頂きたい。

(1) 新技術・新工法の採用状況

開削工事では、新技術・新工法の採用事例はあまりなく、むしろ交通の切り廻し等の現場に応じたアイデアによる対応がなされている。

非開削工事では、立坑に関する新技術・新工法よりもシールド工法や推進工法の新技術の採用が多く、施工精度の工法、長距離掘進化等により、これまで適用できなかったような条件下での施工も可能となりつつある。また、施工速度の向上を目的としたセグメントの継ぎ手部の改良に関する新技術・新工法の開発も積極的に行われている。

この様に、道路交通等へのインパクトの大きい開削工事において、新技術・新工法の採用が少ないことが分かる。これらの要因としては、新技術・新工法に対しての実績、積算手法の不備、専門工事による発注の偏り等、様々な問題が考えられ、これらをクリアしていく必要があると考えられる。

これらの対応の一例として、設計時VEを実施し、新技術・新工法を積極的に採用し、コスト縮減を図っている事例も見られる。

表-3.1.5 大型路上工事で採用された新技術・新工法

工種		改善工法・技術	改善内容	改善項目							
				施工時間の短縮	掘削回数 の削減	掘削規模 の縮小	騒音・振 動の低減	産業廃棄 物の削減	コスト縮 減	安全性 向上	その他
開削工事	仮設山留 工法	広幅矢板	材料・材質の変更	○			△		○		
		ゼロスペース 工法	掘削幅の縮小 材料・材質の変更	○		○		△	○		
		ケーシング 工法	材料・材質の変更						○		
	構造物 構築工法	BHP工法	材料・材質の変更			○					
	埋戻し工法	流動化処理土	材料・材質の変更	○			○	△			
	その他	クロスジェット 工法	底盤改良工法の 高品質化	○				○	○		

工種		改善工法・技術	改善内容	改善項目									
				施工時間の短縮	掘削回数 の削減	立坑規模 の縮小	立坑箇所 数の削減	立坑間隔 の延長	騒音・振 動の低減	産業廃棄 物の削減	コスト縮 減	安全性 向上	その他
非開削工事	立坑構築 工法の変更	縦横連続シールド	立坑構築工法の変 更	○		○			○		○	○	○
	掘進工法	泥水式シールド								○	○		
		アルティミット工 法	掘進工法の変 更	○			○				○		
		DSR工法				○	○		○				
		急曲線部の地盤 改良省略を目的と した設計手法の開	地盤改良の省略	○					○		○		
		F-NAVIシールド	掘進機械の改良	○							○		
		遠心力締固め ほぞセグメント	材料・材質の変 更	○							○		
	構造物構築 工法	セグメントの工夫 による施工の高速	材料・材質の変 更	○									○
		4分割セグメントマルチ プレート型継ぎ手		○							○		
	管敷設工法	エースモール工法	非開削推進の改善			○	○					○	
その他	Superjet-Midi	地盤改良の変 更	○							○			
	先行裏込め圧管理 システム	施工法の改善	○						○	○		○	

(2) 採用されなかった新技術・新工法

今回の調査において、採用した新技術・新工法以外に、採用の検討をしたが、採用されなかった新技術・新工法についても調査を行い、その理由等についても検討を行った。

今回の調査では、主に施工業者に対するアンケート調査であったことから、発注者側からの工法指定等がなされていたため、上述の様な事例は表-3.1.6のように少なかった。

工事の際に大規模な工法変更は難しいため、設計時に新技術・新工法の採用の検討を行うことが望ましいが、一般的な標準工法を採用することが多く、新技術・新工法を積極的に採用する道筋が十分に整備されていないのが現状である。

表-3.1.6 採用されなかった新技術・新工法とその理由

工法	理由
プレキャストボックス	・ 工事費が現場打ちに比べ3%高くなった。 ・ 構造物を設置する際に構造物幅以上の施工幅が必要となり、設置時は、車線規制規模が現場打ちと比べて大きくなる。 ・ 特殊部が多く、効率的でない。 ・ 他の工区でプレキャストを採用した箇所があった。工期は、かなり短縮できたので効果はあるはずである。
オーガ併用ケーシング 回転工法	大型重機の設置が必要であるほか、広大な仮置き場も必要となり現場条件に不適であったため、不採用とした。

3. 2 路上工事における技術の課題と開発方向性

3.2.1 路上工事における技術の課題の抽出・整理

2. 路上工事の現状調査及び 3.1 路上工事における改善技術とその特徴の結果から、路上工事における技術に関する課題として、工種別に整理すると表-3.2.1 のようになる。

表-3.2.1 路上工事の技術に関する課題

工種		現状の問題点・課題
調査・試掘段階		・試掘等により、車線規制が生じる。〔交通障害〕 ・台帳以外の埋設物があったり、位置が異なっている等により、必要以上の試掘をおこなっている。〔非効率工事〕 ・騒音、振動が大きい。環境基準を厳守しても苦情がでる。〔環境問題〕
仮設工	土留め工	・掘削幅以上の施工ヤードが必要となり、また、全体工期に対する割合も高く、車線規制への影響が大きい。〔交通障害〕 ・通常、道路延長方向に施工されるため、現道に対する影響範囲が長くなる。〔交通障害〕
	施工機械	・騒音、振動が大きい。環境基準を厳守しても苦情がでる。〔環境問題〕 ・立坑、連続地中壁等では、専用の重機が必要となる。〔非効率工事〕
	立坑施工	・点での施工となるが、施工条件によっては規模、工期が大きくなる。〔交通障害〕 ・急曲線部や管路の合流部に設置するため、交差点部での施工となる場合が多く、現道交通への影響が大きい。〔交通障害〕
掘削・掘進工		・開削工事の場合、施工ヤードの規模に応じた重機が用いられるが、小規模となると、作業能率が落ちるため、必要以上の工事期間が必要となる。〔非効率工事〕 ・非開削工事（シールド、推進工）の場合、土質条件が変更された場合の対応が難しい。〔非効率工事〕 ・シールド機は極めて高価である。また、シールドの工法によっては、産業廃棄物が生じる。〔高額工事、産業廃棄物処理問題〕
構造物構築工 (本土工)		・全体工事期間に対する割合が最も多いが、函渠の場合は現場打ち対応例が多く、工期短縮効果が高いプレキャスト化が進んでいない。〔非効率工事〕 ・シールド工事のセグメントは高価で、組立てに多くの施工時間がかかる。〔高額、非効率工事〕
埋戻し工		・山砂、水締めで施工余裕幅が無い場合、締め固めが困難であり、交通開放後の沈下が生じる場合がある。 ・流動化処理土は、まだ高価である。〔高額工事〕
舗装復旧工		・仮復旧があり、作業が効率的でない。〔非効率工事、交通障害〕 ・本復旧する場合、大規模な施工重機が必要となる。また、施工ヤードの規制により、大規模に舗装工事することが困難。〔交通障害〕 ・騒音、振動が大きい。環境基準を厳守しても苦情がでる。〔環境問題〕
基礎地盤改良		・大規模で専門の施工重機が必要となる。〔非効率工事、交通障害〕 ・工法によっては、プラントが必要となり、そのための施工ヤードが必要となる。〔交通障害〕

また、各占用企業者における標準仕様工法である開削工事の「即日復旧工事」の施工実態と改善技術の動向を見ると、掘削から埋戻し工までは、工事作業量が多いにも拘わらず、改善技術の開発が進んでいない状況にある。

これらの工種については、工程上の制約等の問題点・課題を整理し、改善されない要因とその理由を明確にする。また、改善の可能性がある工程については、どこをどの様に改善すれば効果的か検討し、新たにに取り組むべき改善点を明らかにする。

ここでは、「即日復旧工事」の特に掘削／土留工～埋戻し工について、その問題点・課題

及び改善の方向性を表-3.2.2 に整理する。

表-3.2.2 即日復旧工事の課題と改善点

工種	現状の問題点・課題	要因とその理由	改善の方向性等
掘削	・現状での改善は機械の改良による施工効率の向上のみ	・浅層化に伴い、掘削幅が縮小	・小口径であれば、一層の小幅化は可能（締固め等の問題）
	・掘削規模の縮小化などの改善技術が進んでいない。	・配管は掘山内での人力により行うため、現状より掘削規模を縮小できない。	・地上配管
		・掘削幅は管径ごとの掘削深さ、土質条件により変えている。下層部での配管は作業の安全上の問題で困難。	
		・管径大きさ、多条管であるため、狭幅化は困難。	
	・最も作業時間のかかる工程	・掘山の最後部は、管接続のため、翌日も掘り返す必要がある。	・発泡スチロール等の仮設材の活用
土留支保工	・現状での改善は材質の軽量化による施工効率の向上、機械の改良による環境改善のみ		
	・矢板の打設・圧入時に時間がかかる。	・埋設管が輻輳	・覆工工事の採用（施工費、覆工板の簡易設置等の問題）
		・掘削深さが深い場合、仮矢板をしながら、本矢板を打設・圧入	
管路敷設	・現状での改善は、材質の軽量化による施工効率の向上等	・管敷設工程が工期、工事費に占める割合が少ないため、改善検討の遅れ。	
	・全体工程で管敷設の作業時間が少ない。	・掘削、埋戻し等に時間がかかる。	・掘削、埋戻し等の時間短縮
		・継手部分に時間がかかる。	・継手部の改良、簡易化 ・旧管の残置
埋戻し	・現状の改善は、流動化処理土の活用、ランマの改良のみ		
	・時間がかかる。	・埋設管が輻輳している場合の締め固め	・締め固め技術の改良 ・発泡材等の仮設材の活用

3.2.2 新技術・新工法の開発方向性

路上工事による道路交通や周辺環境への影響を軽減するための新技術・新工法の技術展開の方向性としては、事業者側において対応する項目として図-3.2.1のように、以下の6項目が抽出できる。

- ① 精度、効率性の高い埋設物維持管理
- ② 施工重機の機能向上
- ③ 施工スペースの縮小、施工期間の短縮
- ④ 新素材・新材料の開発・活用
- ⑤ 建設発生材、建設材料の改良方法の開発
- ⑥ 維持管理の技術の向上

なお、新技術・新工法の取組み事例は、別冊のガイドブックに記載している。

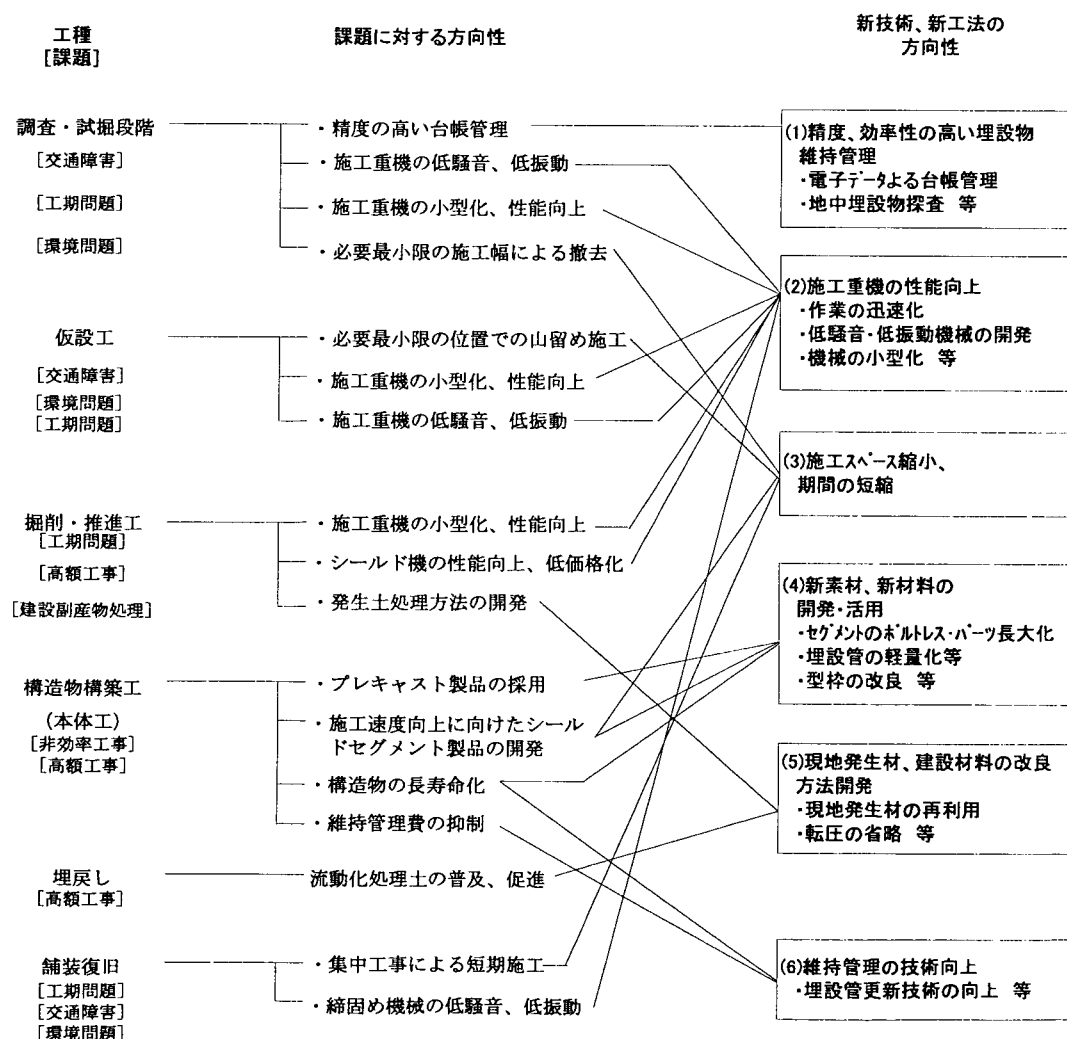


図-3.2.1 新技術・新工法の方向性

4. 路上工事工法の評価方法

路上工事は、その整備により市民の生活環境の向上や道路交通の安全性の確保など、多大な効果をもたらす反面、供用中の道路上での工事となることから、工事に伴う交通渋滞や騒音・振動など、道路利用者や周辺住民の生活環境に多大な影響を与えている。このため、道路管理者や占用企業者において、路上工事の縮減や施工の効率化など、道路交通や周辺環境への影響の少ない工事執行が求められている。

このような社会的要請を踏まえ、路上工事の施工方法や各工法・技術が道路交通や周辺環境に対してどのような影響を及ぼしているか評価する必要がある、これらの評価方法の開発が必要とされている。

このため、ここでは路上工事に伴う交通渋滞や騒音・振動等の「路上工事によってもたらされる道路利用者や周辺環境への好ましくない影響で、事業者が直接金銭的負担をせず社会一般が何らかの形で負担しているもの」を「外部コスト」として貨幣換算し、「路上工事の実施に際して、事業者自身が直接負担する工事費用（内部コスト）」を合わせて総合的に評価する手法に着目した。

本章では、これらの評価手法や評価項目の検討とともに、工事の施工方法による影響評価や新技術・新工法の評価手法としての適用性に関して、各種試算を行い検討した。

4. 1 評価方法と評価項目

4.1.1 評価項目の選定

(1) 外部コスト項目の選定

一般的な土木工事において、外部環境に影響を与える主な項目としては、①交通渋滞、②騒音、③振動、④大気汚染、⑤走行快適性の低下、⑥水質汚染、⑦動植物の保全、⑧景観、⑨沿道アクセスの悪化などが考えられる。

路上工事による効果としては、表-4.1.1に示すように整備に伴い多くの正の効果が得られるとともに、工事中においては少なからず負の効果が発生している。外部コスト項目としては、これら負の効果として予測可能で適切に貨幣換算化できる項目を選定する必要がある。

路上工事は、一般的には既に供用中の道路上での工事であり、⑦動植物の保全、及び⑧景観は殆ど影響がないものと考えられる。また、路上工事の大部分を占める小規模な管路敷設工事においては、工事期間は比較的短期間であり、工事規模も小規模であることから、大型路上工事を除き④大気汚染および⑥水質汚染はあまり問題にならないと考えられる。さらに、現状では⑤走行快適性の低下、⑨沿道アクセスの悪化に関しては、実情に即した適切な貨幣換算方法が無い。

このため、路上工事における外部コスト項目としては、原則として、交通渋滞及び騒音・

振動による影響のみを考慮することとする。

表・4.1.1 路上工事による効果

正の効果	負の効果
・ 人の交通、物資の輸送のための交通施設の確保（安全で円滑な交通路の確保） ・ 電気、電話、ガス、上下水道など国民生活に必要な不可欠なライフラインの確保 ・ 地震等に対する都市防災機能の向上（情報通信ネットワークの信頼性も向上） ・ 電線類の地中化や歩道の整備など良好な道路空間の形成 ・ 地下鉄等の公共交通機関網の形成（自動車交通の削減にも寄与）	・ 工事渋滞の発生 →時間遅れや走行費用の増加などの経済損失の増大 →排出ガスの増加 ・ 騒音、振動等の沿道（生活）環境の悪化 ・ 沿道アクセスの悪化（沿道店舗、バス交通等）

（２）内部コストの設定

内部コストとは、建設事業の実施に際して事業者自身が事業のライフサイクル全体で負担する費用とされており、一般的には、調査・設計費、工事費、用地費、補償費、維持管理費、解体・廃棄費などが挙げられている。

路上工事は、大型路上工事を除き、一般には調査・設計費や用地・補償費に比べて工事費の割合が大きく、採用する施工方法や工法・技術により工事費が大きく影響を受けると考えられる。また、維持管理費は事業者・管理者により維持管理計画の考え方が大きくことなり一律に考え方がまとまっておらず、50～100年の長期に渡る維持管理費や解体・廃棄費の算出方法も明らかになっていない。

このため、ここでは原則として内部コストとして工事費を主に取り扱うこととする。

開削工事（即日復旧工事）における工事費は、一般に管路敷設工と舗装復旧工に分けて積算されており、管径及び工事延長によって工事費は異なってくる。これらは、掘削量、面積などの工事数量に大きく関わり、舗装破碎工、掘削・土留工、管路敷設工、発生土処理工、埋戻し工、舗装復旧の各工程の費用に影響してくる。

また、路上工事工法の改善技術にいて見ると、その多くが機械の改良や材料・材質の変更による施工期間の短縮が主目的であり、これらの新たな技術の導入により工事費の増加となる場合もあり、逆に掘削幅の縮小や掘削回数の削減などにより直接的に工事費の縮減に結びつく場合もある。さらに、工事規制時間や規制方法などにより工事費が大きく影響を受けることになる。

このように、工事費は工事の内容、規模、実施時間帯などによって変化するため、想定する施工形態に見合った適切な値を算出することが必要があり、極力実際に算出した工事

費を用いる必要がある。

(3) 総コストとしての評価

通常、新しい施工法や技術の導入における比較検討の段階では、事業者は直接負担する工事費（内部コスト）を評価の1指標として判断することが一般的である。工事による交通渋滞、騒音・振動の影響は、道路利用者や周辺住民が金銭的、時間的に負担することになり、このようなコスト（外部コスト）が直接的に事業者の負担になることは殆ど無い。このため、意識はしていても路上工事工法の評価段階で、外部コストが金銭評価されることはこれまで殆ど無かった。

近年は、路上工事の縮減への関心が非常に高くなり、路上工事において道路利用者や周辺住民の定時性、快適性、安全性等に応える新技術・新工法の開発・普及が大いに期待されている。

このため、内部コストの事業者側の視点だけでなく、図-4.1.1に示すように利用者側への負担となる交通渋滞、騒音・振動等の影響（外部コスト）も考慮した関連コスト全体を捉えた総コストとして評価する手法を導入する必要がある。

したがって、ここでは内部コストと外部コストを合わせた総コストとして路上工事工法の評価を行うこととする。

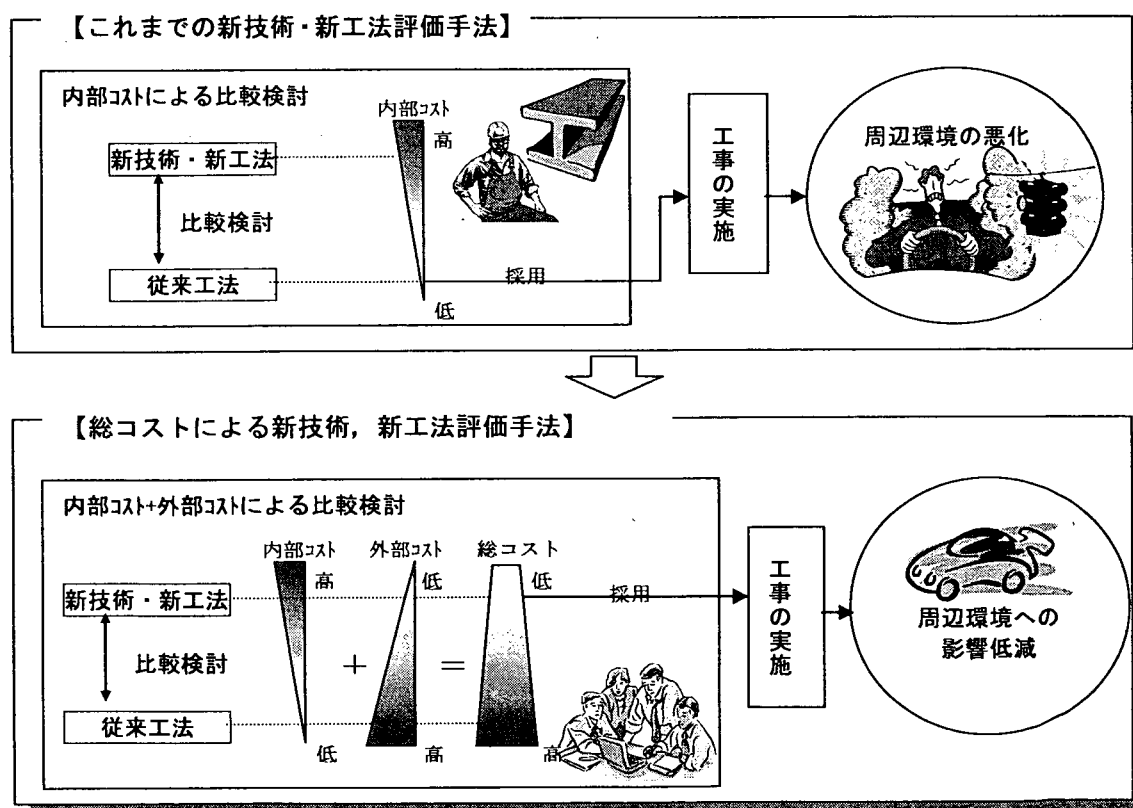


図-4.1.1 総コスト評価イメージ

4.1.2 外部コスト評価方法の検討

(1) 外部コスト項目に対する算出方法

各外部コスト項目の算出方法は、「道路投資の評価に関する指針（案）」（道路投資の評価に関する指針検討委員会、平成 10 年）に準じる。

外部コスト項目として振動に関しては、上記指針にも算出方法は記載されておらず、精度や信頼性の高い算出方法が現在存在していない。このため、ここでは外部コスト項目としては、以下①～③の様に、道路交通渋滞に伴う走行時間損失、走行費用増大、騒音について取り扱うこととする。

① 走行時間損失……走行時間に時間価値を乗じて推計

平常時と工事規制時の総走行時間費用の差から走行時間損失に関する外部コストを算出する。

総走行時間費用は、車種別交通量、走行時間及び車種別時間価値原単位によってコスト化する。

$$\text{総走行時間費用} = \text{交通量} \times \text{走行時間} \times \text{時間価値原単位}$$

② 走行費用増大……燃料費、オイル費、タイヤ・チューブ費等を走行費用として推計

平常時と工事規制時の総走行費用の差から走行費用増大に関する外部コストを算出する。

走行費用は、車種別交通量、走行速度別区間延長及び車種別走行費用原単位によってコスト化する。

$$\text{総走行費用} = \text{交通量} \times \text{区間延長} \times \text{走行費用原単位}$$

③ 騒音……等価騒音レベルが 55dB(A)からの増加分の沿道への影響を推計

平常時と工事規制時の騒音影響評価価値の差から騒音に関する外部コストを算出する。

騒音影響評価値は、騒音の影響度合い（55dB(A)からの増加分）、区間延長及び騒音貨幣評価原単位によってコスト化する。

$$\text{騒音影響評価値} = \text{騒音影響度} \times \text{区間延長} \times \text{騒音貨幣評価原単位}$$

コスト化のための各原単位は、表-4.1.2～4.1.4に示す。

表-4.1.2 時間価値原単位

車種 (j)	時間価値原単位
乗用車	62.86
バス	519.74
乗用車類	72.45
小型貨物車	56.81
普通貨物車	87.44

(単位：円/台・分)

「費用便益分析マニュアル」(平成 15 年 8 月 国土交通省道路局、都市・地域整備局) より

表-4.1.3 走行費用原単位

一般道(市街地)		(単位：円/台・km)			
速度(km/h)	乗用車	バス	乗用車類	小型貨物	普通貨物
5	30.50	94.49	31.85	39.73	77.31
10	21.75	78.77	22.94	35.77	61.19
15	18.74	73.07	19.88	34.27	54.82
20	17.19	69.94	18.30	33.41	51.01
25	16.23	67.88	17.32	32.82	48.31
30	15.58	66.41	16.65	32.38	46.26
35	15.11	65.31	16.16	32.05	44.63
40	15.04	65.03	16.09	31.93	44.09
45	15.03	64.89	16.07	31.86	43.74
50	15.07	64.89	16.12	31.84	43.59
55	15.16	65.03	16.21	31.86	43.65
60	15.31	65.31	16.36	31.92	43.94

「費用便益分析マニュアル」(平成 15 年 8 月 国土交通省道路局、都市・地域整備局) より

表-4.1.4 騒音の貨幣評価原単位

沿道状況	人口集中 地区	その他 市街部	非市街部 [平地部]	非市街部 [山地部]
騒音(円/dB(A)・km/年)	2,400,000	475,200	165,600	7,200

「道路投資の評価に関する指針(案)」より

(2) 走行時間損失の算出方法

ここでは、路上工事に関わる外部コスト項目として、走行時間損失による項目を取り上げ、その算出方法を概説する。詳細な外部コストの算出方法については、別冊の「ガイドライン」を参照されたい。

走行時間損失に関わる外部コストの算出は、図-4.1.2 に示すフローに従って算定する。

外部コストを算出するためには、路上工事による交通渋滞を予測する必要がある、このためには交通需要と交通容量が必要となる。

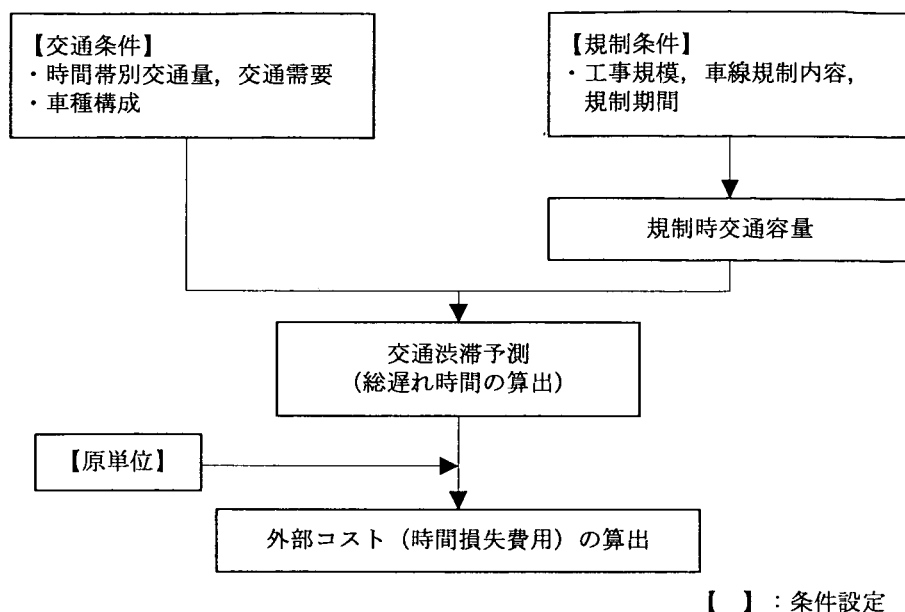


図-4.1.2 走行時間損失の外部コストの算出フロー

路上工事に伴う道路交通渋滞によって余計にかかる走行時間、すなわち「遅れ時間」の計算は、図-4.1.3に示すような交通量累加曲線により算出する。

交通量累加曲線は、横軸を時間、縦軸を累加台数とし、交通容量及び交通需要の時間一累加台数の関係を描く。この時、交通容量の線よりも交通需要の線が上になれば、渋滞が発生していると考え、交通需要と交通容量の線とに囲まれた面積を算出し、総遅れ時間とするものである。

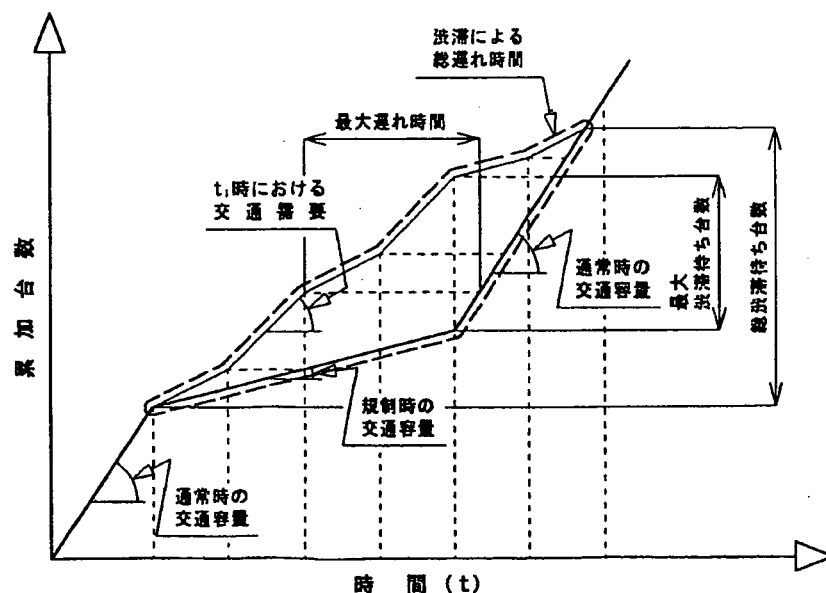


図-4.1.3 交通量累加曲線

ここで、総遅れ時間：渋滞車両の遅れ時間の総和

最大遅れ時間：渋滞による遅れ時間の最大値

渋滞台数：(渋滞が終わった時の累加台数)－(渋滞が始まったときの累加台数)

とする。

(3) 路上工事の交通渋滞による外部コストの評価事例

占用企業者による路上工事を対象に、交通渋滞による外部コストを算出し、内部コスト(工事費)と外部コストを合わせた総コストを試算した例を示す。

① 工事概要

工事内容： 電話の管路敷設工事(開削工事)

工事規模： 工事延長 $L=80\text{m}$ 、掘削幅 $W=0.70\text{m}$ 、掘削深さ $H=1.55\text{m}$

工事規制： 長さ $L=30\text{m}$ 、規制幅 $=3.5\text{m}$ 、1車線規制

施工日数： 14日間

施工時間： 夜21時～翌朝6時(平日のみ)

規制時交通容量： 800台/h・車線(警視庁の道路使用許可基準の交通量)

② 工事場所

工事箇所： 片側2車線の国道

時間交通： 平日5日間の平均値を利用

交通量は常時観測データに基づくが車種別交通量が無いため、車種構成比はH11道路交通センサス夜間交通量を活用

③ 内部コスト

工事費である内部コストはヒアリングによる値を用いた。

④ 交通渋滞(予測値)

上記条件のもとで、時間交通量と規制時交通容量の関係は、図-4.1.4に示すようになる。

また、渋滞延長と時間の関係を図-4.1.5に示す。

- ・ 時間交通量が規制時交通容量を超える時間帯は、21:00台と朝5:00台である。
- ・ 工事による渋滞は、21時台で360mとなり、この渋滞は0時過ぎまで続くことになる。
- ・ 朝5時台においても200m程度の渋滞が発生する。

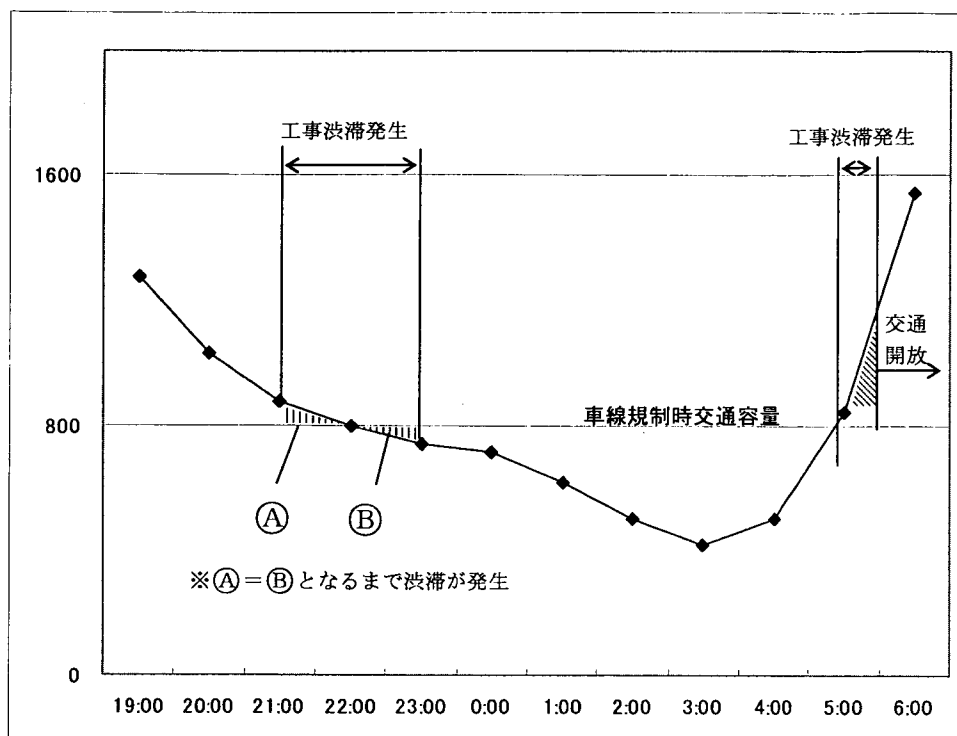


図-4.1.4 車線規制時の交通容量と時間交通量（国道上り）

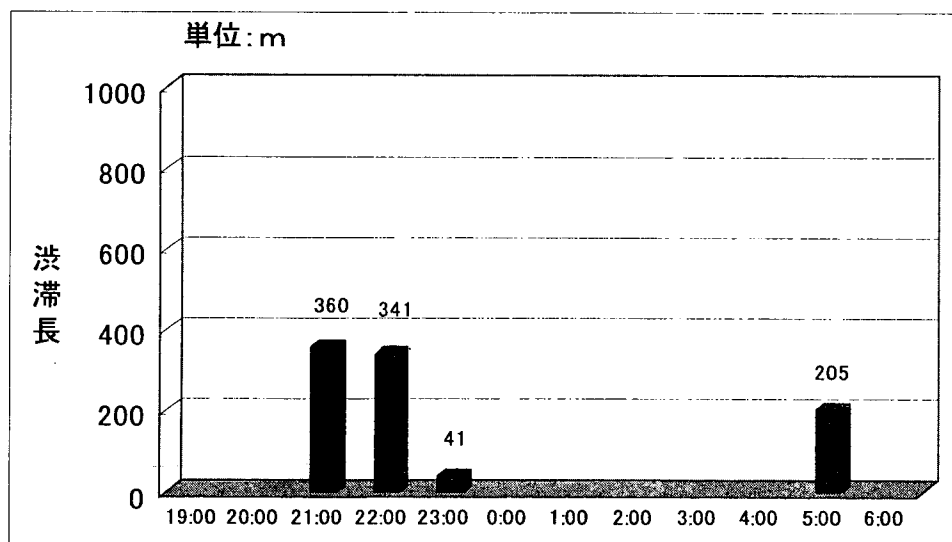


図-4.1.5 工事規制時の渋滞発生状況（予測値）

⑤遅れ時間の計算

工事規制に伴う交通渋滞による遅れ時間は、図-4.1.6 に示す交通量累加曲線を用いると比較的容易に計算できる。

以下に、計算方法を概説する。（表-4.1.5 の渋滞台数と遅れ時間の計算例も参照）

i) 交通需要が交通容量を上回る時間帯（ここでは工事規制が開始となる 21:00）より、

累加交通需要量を計算する。

ii) 同様に累加交通容量を計算する。

iii) 当該時間帯の渋滞台数は、累加交通需要－累加交通容量で計算できる。

iv) 渋滞解消時刻は、累加交通需要＝累加交通容量となる時刻、(図-4.1.6 に示すように概ね 0:06)

v) 総遅れ時間は、累加交通需要＞累加交通容量となる面積を求めることで算出できる。

ある時間帯の総遅れ時間＝ Σ (渋滞台数_(t-1)＋渋滞台数_(t)) × 時間 / 2

したがって、当該工事に伴う渋滞による総遅れ時間は、各時間帯の遅れ時間を合計して、9,997 台・分となる。

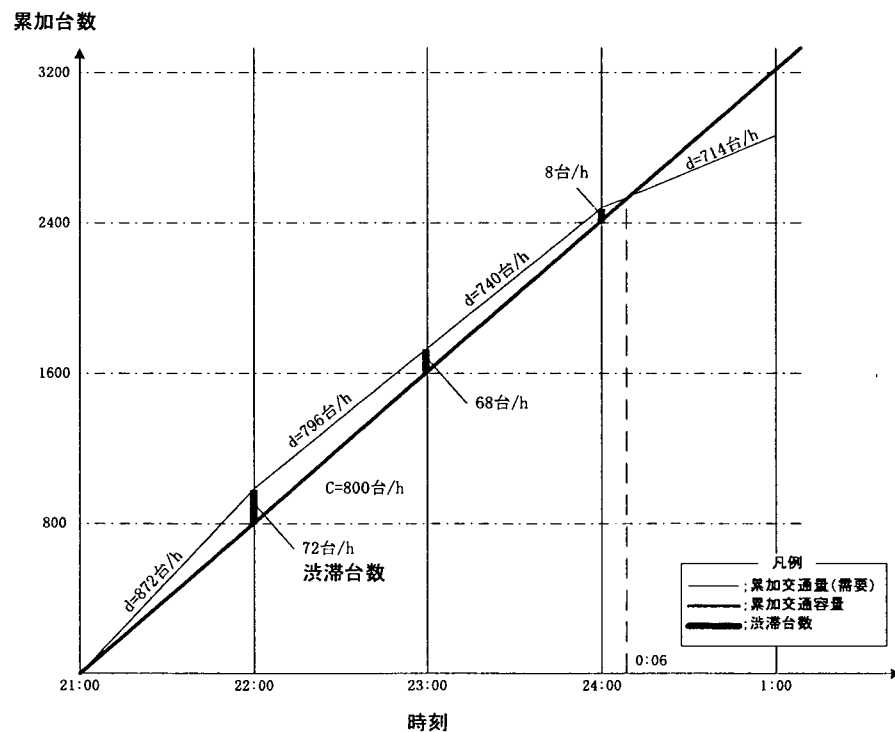


図-4.1.6 交通量累加曲線

表-4.1.5 渋滞台数と総遅れ時間の計算例

時間帯	交通需要 (d)	交通容量 (C)	時刻	累加交通需要	累加交通容量	渋滞台数	備考	時間帯	渋滞時間 (分)	総遅れ時間 (台・分)	遅れの形状
19-20	1272	2,000	20:00					19-20			
20-21	1028	2,000	21:00	0	0	0		20-21			
21-22	872	800	22:00	872	800	72	工事開始	21-22	60	2,160	三角形
22-23	796	800	23:00	1668	1,600	68		22-23	60	4,200	台形
23-24	740	800	0:00	2408	2,400	8		23-24	60	2,280	台形
			0:06	2480	2,480	0	渋滞解消				
0-1	714	800	1:00	3122	3,200	0		0-1	6	24	三角形
1-2	614	800	2:00					1-2			
2-3	499	800	3:00					2-3			
3-4	420	800	4:00					3-4			
4-5	502	800	5:00	0	0	0		4-5			
5-6	841	800	6:00	841	800	41	交通開放	5-6	60	1,230	三角形
			6:05	969	969	0	渋滞解消				
6-7	1541	2,000	7:00	2382	2,800	0		6-7	5	103	三角形
合計									251	9,997	

⑥その他の交通渋滞に関わる諸指標の計算

⑤での遅れ時間の計算結果をもとに、その他の交通渋滞に関わる諸指標を以下に計算する。

・渋滞長＝渋滞台数×車頭間隔／車線数

22:00 では、72 台×10m／2 車線＝360m となる。

ここでは、渋滞した車両が 10m 間隔で滞留していると想定した。

・渋滞中の走行距離

渋滞中の走行距離は、遅れ時間の考え方と同様に算出した。

渋滞中の総走行距離＝ Σ （渋滞長_{(t-1)}}＋渋滞長_(t)）×通過台数／2

表-4.1.6 渋滞長と渋滞中の総走行距離の計算例

時間帯	交通需要 (d)	交通容量 (C)	時刻	累加 交通需要	累加 交通容量	渋滞台数	備考	時間帯	渋滞長 (m)	総走行距離 (台・km)	走行距離 の形状
19-20	1272	2,000	20:00					19-20			
20-21	1028	2,000	21:00	0	0	0		20-21	0		
21-22	872	800	22:00	872	800	72	工事開始	21-22	360	157	三角形
22-23	796	800	23:00	1668	1,600	68		22-23	340	279	台形
23-24	740	800	0:00	2408	2,400	8		23-24	40	141	台形
			0:06	2480	2,480	0	渋滞解消				
0- 1	714	800	1:00	3122	3,200	0		0- 1	0	1	三角形
1- 2	614	800	2:00					1- 2			
2- 3	499	800	3:00					2- 3			
3- 4	420	800	4:00					3- 4			
4- 5	502	800	5:00	0	0	0		4- 5	0		
5- 6	841	800	6:00	841	800	41	交通開放	5- 6	60	25	三角形
			6:05	969	969	0	渋滞解消				
6- 7	1541	2,000	7:00	2382	2,800	0		6- 7	5	4	三角形
合計									805	607	

⑦外部コストの算出

今回の試算では、工事規制による渋滞が4時間程度発生し、工事区間を通過する車両の走行時間損失及び走行費用増大に関する外部コストが発生することになる。

1日当たりの外部コストは、以下の様に算出される。

i) 走行時間損失（表-4.1.7 参照）

走行時間損失＝総遅れ時間×時間価値原単位＝705 千円／日

表-4.1.7 走行時間損失に関する外部コスト

車種	構成比(%)	遅れ時間 (分・台)	時間価値原単 位(円/台・分)	走行時間損失 額(円)
乗用車	73.5	7,347	62.86	461,832
バス	1.3	129	519.74	67,046
大型貨物	14.4	1,438	56.81	81,693
小型貨物	10.8	1,083	87.44	94,698
計	100.0	9,997		705,269

ii) 走行経費増加分（表-4.1.8 参照）

走行経費増加分は、工事渋滞による速度低下が生じることから、

走行経費増加分＝工事規制時の総走行費用－平常時の総走行費用＝5 千円／日

となり、総走行費用は、速度低下が生じる渋滞中の総走行距離により、

総走行費用＝渋滞中の総走行距離×走行費用原単位

なお、走行費用原単位に関わる走行速度は、工事規制時は 10km/h、平常時は 40km/h と想定している。

表-4.1.8 走行費用増大に関する外部コスト

車種	構成比(%)	渋滞中総走行 距離(台・km)	走行費用原単位(円/台・km)		走行経費 増加分(円)
			工事規制時	平常時	
乗用車	73.5	446	21.75	15.04	2,993
バス	1.3	8	78.77	65.03	110
小型貨物	14.4	87	35.77	31.93	334
大型貨物	10.8	66	61.19	44.09	1,129
計	100.0	607			4,565

この結果、一日当たりの交通渋滞による外部コストは、以下になる。

走行時間損失； 705 千円／日

走行経費増分； 5 千円／円

計 ； 710 千円／円

従って、工事期間（14 日間）を通じた交通渋滞による外部コストは、

710 千円/日×14 日間＝9,940 千円

となる。

⑧総コストによる評価

内部コストと外部コストから総コストを算出すると、

内部コスト 7,155 千円＋外部コスト 9,940 千円＝17,095 千円

となる

外部コストは総コストの 58%となっており、特に走行時間損失に関する外部コストが大部分を占めることが分かる。

このことから、今後の交通渋滞による外部コストの算定においては、走行時間損失のみを対象に算出することとする。

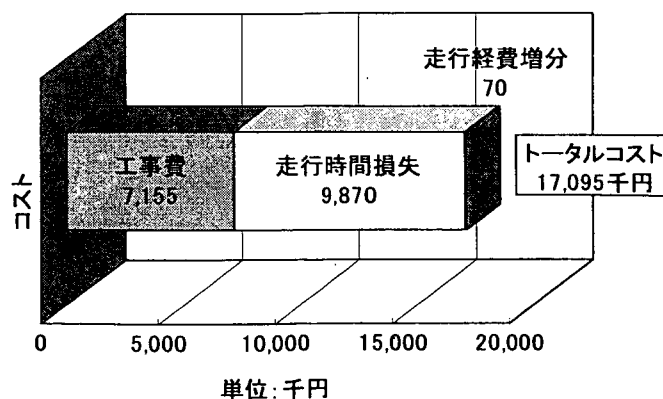


図-4.1.7 内部コストと外部コスト

(4) 路上工事の騒音による外部コストの評価例

路上工事に伴う騒音の外部コストを評価するために、2.3で紹介した現地調査による騒音値をもとに、標準的な開削工事での管路敷設工程における騒音による外部コストを算出した。

① 2車線道路での交互通行規制時

[試算条件]

工事規制帯： 2車線道路での片側1車線規制（片側交互通行） L=50m

施工日数： 15日間（管路敷設工程）

施工時間： 夜 21:00～翌朝 6:00

沿道状況： 人口集中地区（騒音の貨幣評価原単位の設定に用いる）

なお、騒音の貨幣評価原単位は、年間での km 当たりの数値となっているため、ここでは1時間での規制延長当たりの原単位として用いた。

$$2,400,000 \text{ 円} / 365 \text{ 日} / 24 \text{ 時間} / 1000\text{m} \times 50\text{m} = 13.7 \text{ 円} / \text{時間} \cdot \text{規制延長}$$

[試算結果]

掘削時の騒音影響評価値を試算してみると、以下のようになる。

掘削時の騒音影響評価値

$$\begin{aligned} &= (\text{掘削時の騒音値} - 55\text{dB(A)}) \times 1 \text{ 時間当たりの貨幣評価原単位} \times \text{作業時間} \\ &= (80.6\text{dB(A)} - 55\text{dB(A)}) \times 13.7 \text{ 円} \times 2 \text{ h} \\ &= 701 \text{ 円} \end{aligned}$$

なお、騒音の影響評価値は、等価騒音レベルが 55dB(A)以下の場合には騒音の影響がないものと考え、等価騒音レベルで 55dB(A)からの増加分に貨幣評価原単位を乗じて算出した。また、工事中の騒音値もここでは等価騒音レベルを用いている。

同様の考え方により、工事中、通常時の外部コストを算出すると表-4.1.9 に示すようになる。

表-4.1.9 騒音による外部コスト試算（2車線道路の片側交互通行規制）

工種	作業時間 (h)	騒音値 (dB(A))		1時間当たり 原単位	騒音影響評価値(円)	
		工事中	通常時		工事中	通常時
作業帯設置	0.5	70.2	69.5	13.7	104	99
舗装破碎	1.0	77.2	69.5		304	199
掘削	2.0	80.6	68.1		701	359
土留め設置	1.0	75.5	68.1		281	179
配管工	1.0	72.2	68.5		236	185
埋戻し工	2.0	76.5	68.8		589	378
舗装復旧	1.0	79.7	67.1		338	166
作業帯撤去	0.5	68.1	67.1		90	83
合計(平均)	9.0	76.4	68.4		2,643	1,648
1工事期間当たり(15日間:片方向)					39,651	24,722

管路敷設工事における1日当たりの騒音影響評価値は約3千円/日であり、1工事期間（15日間）当たりで40千円/1工事となる。これより、通常時の影響分（約25千円/1工事）を差し引いた工事騒音影響評価値は、15千円/1工事となる。

②4車線道路での2車線規制時（対面通行）

[試算条件]

工事規制帯： 4車線工事での2車線規制（対面通行） L=50m

施工日数： 15日間

施工時間： 夜21:00～翌朝6:00

沿道状況： 人口集中地区

[試算結果]

工事中における騒音の貨幣評価原単位を①の2車線道路での検討と同様に考えると、4車線道路での2車線規制（対面通行）での騒音による外部コストは、表-4.1.10に示すようになる。

表-4.1.10 騒音による外部コスト試算（4車線道路での2車線規制）

工種	作業時間 (h)	騒音値(dB(A))		1時間当たり 原単位	騒音影響評価値(円)	
		工事中	通常時		工事中	通常時
作業帯設置	0.5	70.2	74.3	13.7	104	132
舗装破碎	1.0	78.4	73.4		321	252
掘削	2.0	74.5	71.6		534	455
土留め設置	1.0	73.1	69.8		248	203
配管工	1.0	73.1	69.8		248	203
埋戻し工	2.0	79.1	70.7		660	430
舗装復旧	1.0	84.2	69.7		400	201
作業帯撤去	0.5	75.7	71.9		142	116
合計(平均)	9.0	76.6	71.2		2,657	1,992
1工事期間当たり(15日間:片方向)					39,857	29,880

工事規制時における1日当たりの騒音影響評価値は約3千円/日であり、1工事期間（15日間）当たりで40千円/1工事となる。これより、通常時の影響分（約30千円/1工事）を差し引いた工事騒音影響評価値は、10千円/1工事となる。

4車線道路での工事では、通常より道路交通による騒音値の影響が大きいことから、工事による騒音影響分は2車線道路に比べて小さくなっている。

以上、2車線道路、4車線道路における標準的な開削工事での騒音による外部コストを実際の測定した騒音値を用いて算出したが、両ケースの場合も、工事費（内部コスト）に比べて非常に小さい値となり、貨幣換算した値で評価した場合に、影響はそれほど大きくないと考えられる。

このため、以下の外部コストの試算においては、騒音に関する外部コストは考慮していない。

4. 2 新技術・新工法による効果・影響の試算

4.2.1 掘削幅縮小による効果・影響の試算例

片側2車線の道路において、開削工事により函渠を設置する工事を対象に、図-4.2.1に示すように、掘削幅を縮小できる改善工法を用いて、工事による車線規制を1車線に絞った場合の効果について試算を行った。

①現場条件

工事箇所： 片側2車線の国道

時間交通量： 図-4.2.2のとおり

交通量は常時観測データに基づくが車種別交通量が無いため、車種構成比はH11道路交通センサスの結果を活用

工事対象路線： 上り線・下り線それぞれの工事について検討

②対象工事形態

工事内容： 従来工法と改善工法（土留め外型枠兼用工法）

工事規模： 従来工法 延長 L=10m、掘削幅 W=3.0m、掘削深 H=3.4m

改善工法 延長 L=10m、掘削幅 W=4.6m、掘削深 H=3.4m

工事規制帯： 従来工法 規制延長 L=40m、規制幅 W=7.0m

改善工法 規制延長 L=40m、規制幅 W=5.0m

規制時交通容量： 800 台/h・車線（警視庁道路使用許可基準の交通量）

工事日数： 表-4.2.1に示すとおり

改善工法では掘削幅及び工事占用幅が短縮されたことにより、路面覆工設置、残土処理、外型枠設置・撤去及び埋戻しの各工程で施工日数が短縮され、従来工法に比べて6日短くなっている

工事規制時間： 夜 21:00～翌朝 6:00

表-4.2.1 従来工法と改善工法による工事形態

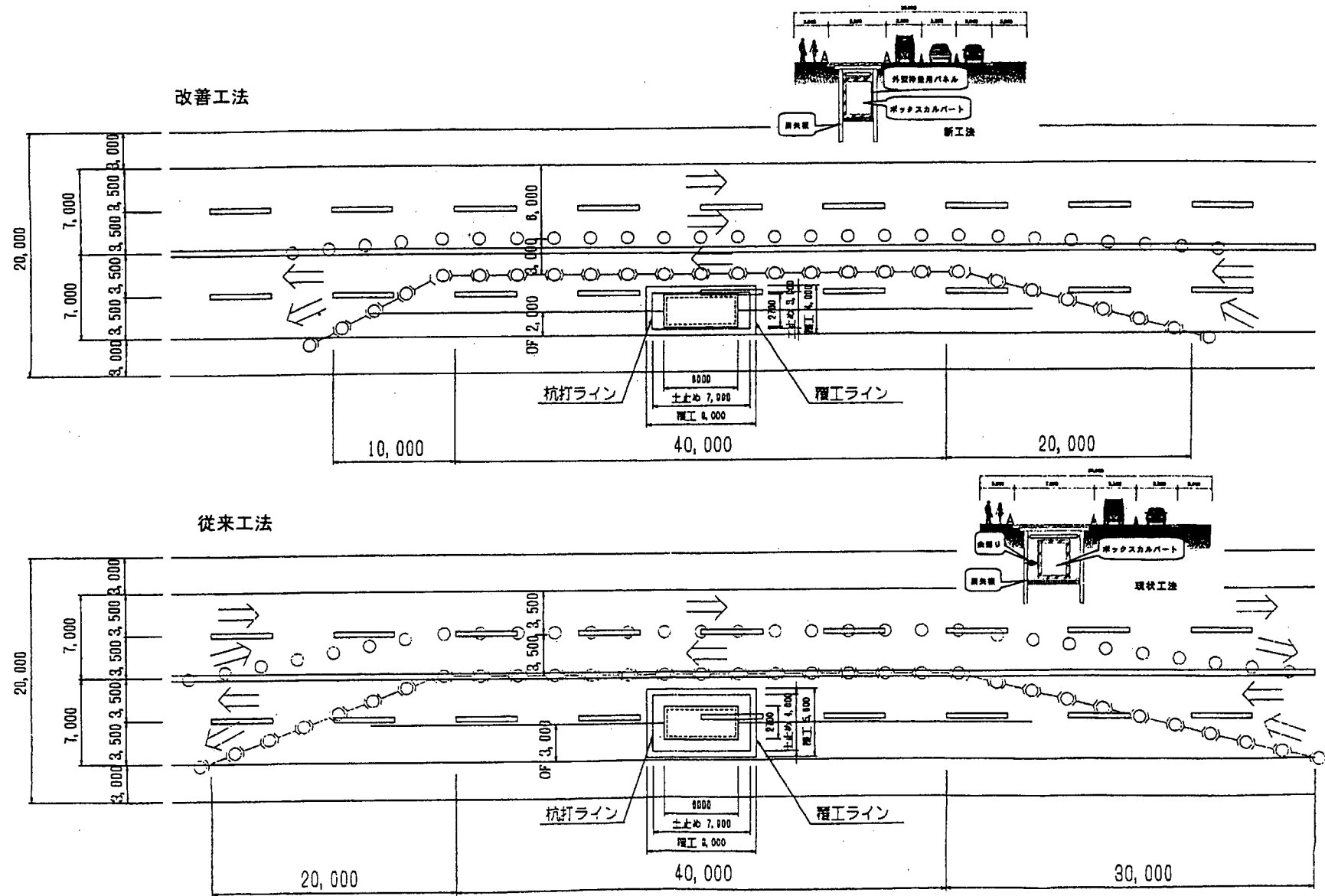
条件	従来工法	改善工法
規制車線数	2車線	1車線
工事日数	35日間	29日間
規制時間帯	9時間	9時間

③内部コスト（工事費）： 従来工法、改善工法ともにヒアリング調査により設定

従来工法 13,925 千円

改善工法 11,143 千円

図-4.2.1 道路上の作業帯幅の比較



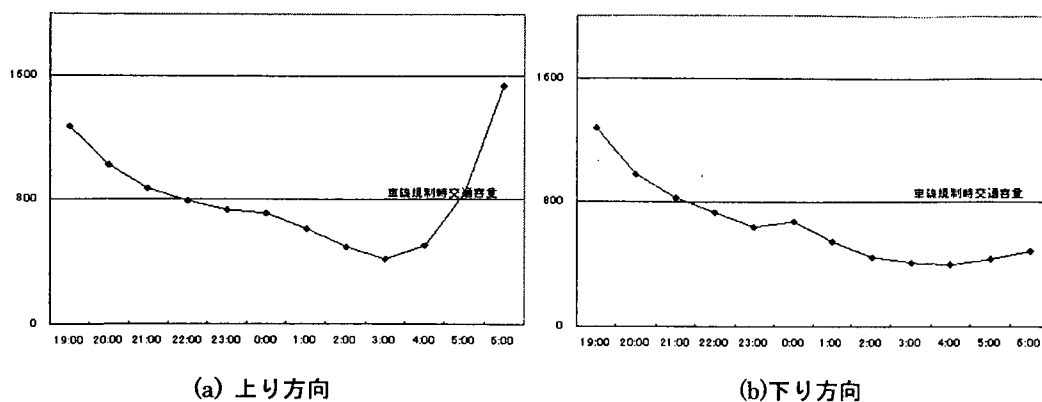


図-4.2.2 時間交通量と車線規制時の交通容量

④交通渋滞（予測値）

前述の条件のもとで、従来工法及び改善工法における時間交通量と規制時交通容量の関係をみると、図-4.2.2 に示すようになる。

この結果、通行可能車線数が1車線になった場合、上り方向で最大360m、下り方向で最大26mの渋滞が発生すると予測される。

このため、従来工法では、上り・下りいずれの工事時において上下線が1車線ずつとなり、両方向に渋滞が発生すると予測される。

一方、改善工法では、工事の反対側車線では交通渋滞が発生しないと予測される。

表-4.2.2 最大渋滞長（予測値）と通行可能車線数

	上り工事時		下り工事時	
	上り方向	下り方向	上り方向	下り方向
従来工法	360m (1)	26m (1)	360m (1)	26m (1)
改善工法	360m (1)	0m (2)	0m (2)	26m (1)

() 内は通行可能車線数

⑤外部コストの算出

④に示す交通渋滞による外部コストを上・下線別に算出すると以下の様になる。

なお、上り方向の外部コストの算出根拠は、4.1.2 (3) に準じる。

1日当たりの走行時間損失による外部コスト額

上り方向： 705 千円/日

下り方向： 23 千円/日

従って、各工法ごとの工事期間を通じた外部コストは、上記1日当たりの外部コストに工事日数を掛けることによって、以下の様に算出される。

表-4.2.3 各工法の外部コスト

	従来工法		改善工法	
工事箇所	上り車線	下り車線	上り車線	下り車線
一日当り外部コスト	728	728	705	23
工事期間	35 日間		29 日間	
外部コスト総額	25,477	25,477	20,453	657

⑥総コストによる評価

図-4.2.3 に示すように、改善工法は内部コスト（工事費）も縮減できることから、外部コストも加味した総コストで見ると、従来工法に比べて、上り車線での工事で 20%、下り車線の工事で 69%もの総コストを縮減できる結果となる。

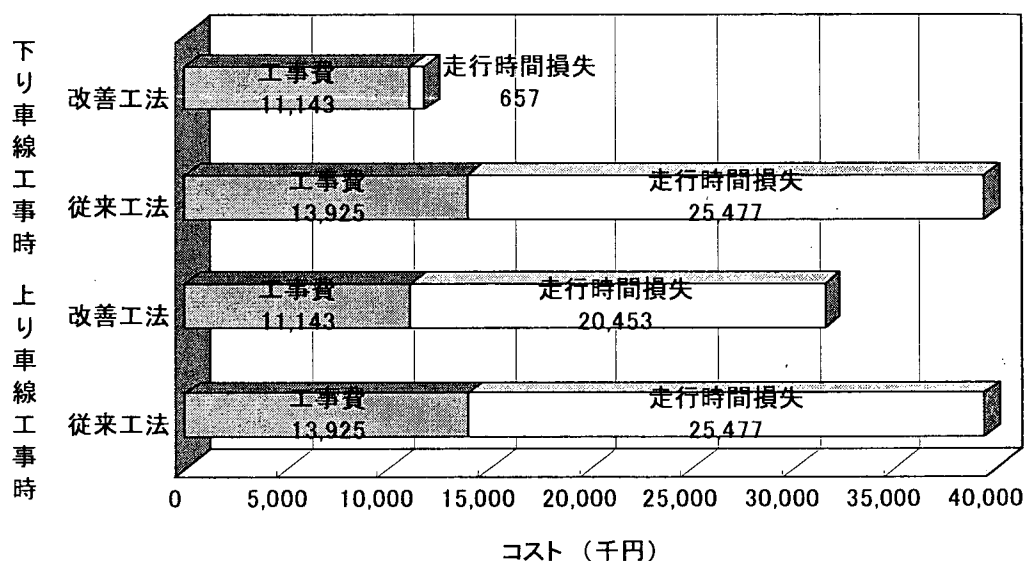


図-4.2.3 従来工法と改善工法の総コストの比較

4.2.2 大型路上工事における効果・影響の試算例

大型の路上工事を対象に、各種新技術・新工法を適用した場合の効果・影響の評価試算例を以下に示す。

①現場条件

工事箇所 : 片側2車線の国道

交通量 : 60,018 台/日 (両方向、実測値)

なお、時間交通量は、図-4.2.4 に示すとおりである。

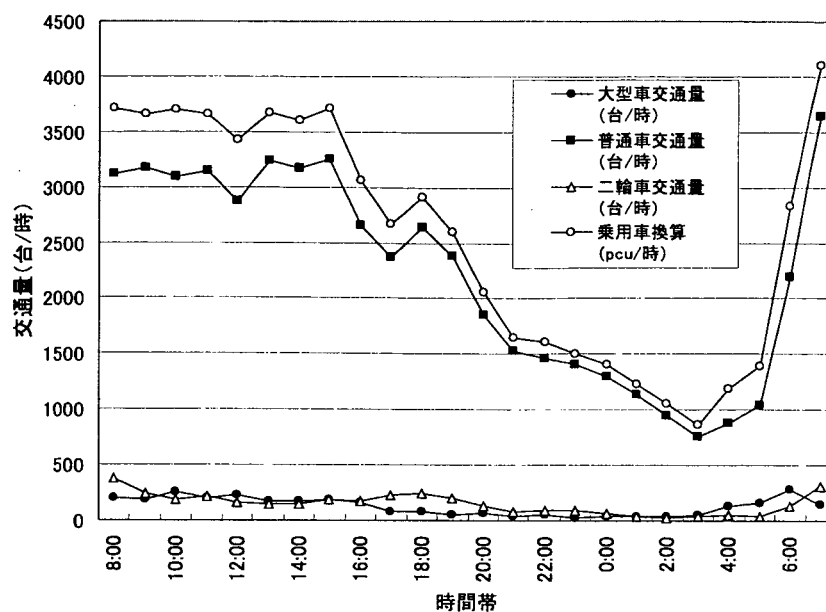


図-4.2.4 時間交通量

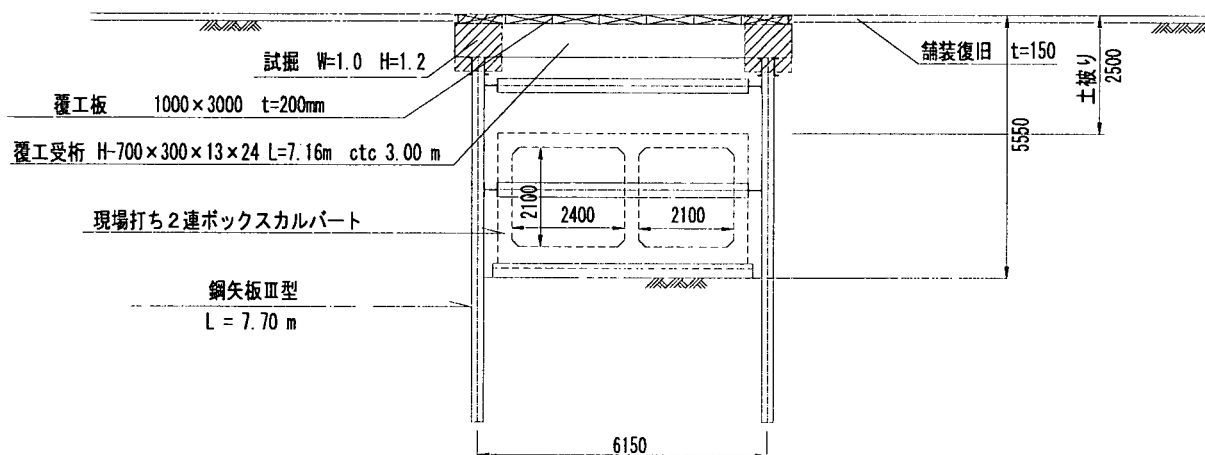


図-4.2.5 従来工法モデル断面図

②標準工法の工事形態 (図-4.2.5 参照)

用 途： 共同溝

構造： 場所打ち2連ボックスカルバート

内空断面： $2.4\text{m(B)} \times 2.1\text{m(H)} + 2.1\text{m(B)} \times 2.1\text{m(H)}$

掘削幅： 6.15m

掘削深さ： 5.55m

土被り： 2.50m

工事方法： 開削工法

土留め形式： 鋼矢板Ⅲ型 (L=7.7m)
 覆 工 板： 有 り (1000×3000 t=200mm)
 工事規制時間： 夜 21:00～翌朝 6:00 (平日)
 工事規制形態： 図-4.2.6 参照

常設時車線構成 4車線 (上下線各2車線確保)
 規制時車線構成 2車線 (上下線各1車線確保)
 規制時交通容量： 800台／h・車線

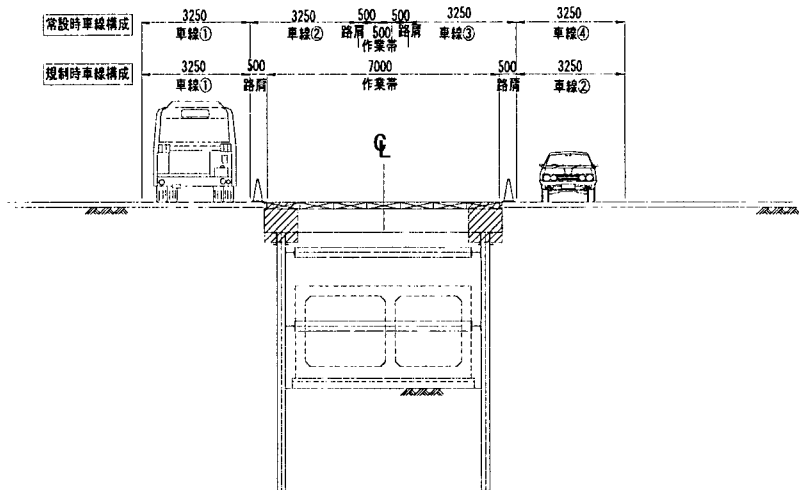


図-4.2.6 工事規制形状モデル図

表-4.2.4 従来工法の工種別工事費一覧表

工 種 (時系列)	細 別	数 量	内部コスト	
			工費 (千円)	比率 (%)
試掘	As撤去、試掘等			
小計		1 式	597	0.7%
土留工	Ⅲ型打込み、損料等			
小計		1 式	20,855	25.3%
掘削工	掘削			
小計		1 式	7,409	9.0%
支保工	切梁、腹起設置撤去、損料等			
小計		1 式	6,923	8.4%
覆工	覆工板・桁設置撤去、損料等			
小計		1 式	5,710	6.9%
本体工	型枠、鉄筋、コンクリート等			
小計		1 式	29,660	35.9%
埋戻し	山砂埋戻し			
小計		1 式	8,305	10.1%
舗装復旧工	As仮・本舗装			
小計		1 式	3,079	3.7%
計			82,537	100%

③内部コスト（工事費）の算出

土木工事積算基準、建設物価等を参考に、従来工法の延長 100m 当たりの内部コスト（工事費）を算出する。なお、算出する工種の分類は、新技術・新工法の導入効果の項目に合わせて以下のとおりとする。

試掘、土留工（矢板打ち込み）、掘削工、支保工、覆工、本体工、埋戻し工、舗装復旧工

内部コストの算出結果は、表-4.2.4 のとおりである。

④工事期間の設定

土木工事積算基準等の施工歩掛りを参考に、従来工法の工種毎の工期を表-4.2.5 に示すように設定した。

表-4.2.5 従来工法の工種別工期一覧表

工 種 (時系列)	細 別	工期 (日)		工程表			
			比率 (%)	90	180	270	360
試掘	As撤去、試掘等						
小計		5	1.6%				
土留工	Ⅲ型打ち込み、換料等						
小計		31	9.8%				
掘削工	掘削、残土処理費計上なし						
小計		50	15.8%				
支保工	切梁、腹起設置撤去、換料等						
小計		36	11.4%				
覆工	覆工板・桁設置撤去、換料等						
小計		19	6.0%				
本体工	型枠、鉄筋、コンクリート等						
小計		153	48.4%				
埋戻し	山砂埋戻し						
小計		18	5.7%				
舗装復旧工	As仮・本舗装						
小計		4	1.3%				
計		316	100%				

⑤交通渋滞の予測

図-4.2.7 の交通量累加曲線に示すように、交通渋滞は工事規制開始時の 21 時から始まり、23 時 44 分に解消する。

この間の渋滞による車両の総遅れ時間は、3,440 台・分 となる。

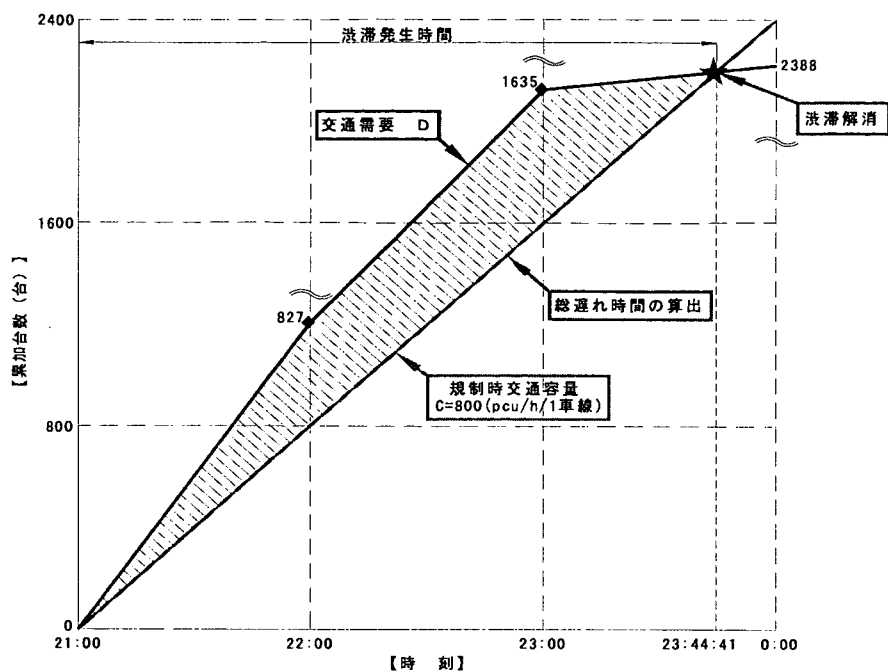


図-4.2.7 交通量累加曲線

⑥外部コストの算出

渋滞による総遅れ時間に時間価値原単位を乗じて日当たり損失額を算出する。

なお、ここでは台数に乗用車換算台数を用いており、計算の簡便化のために乗用車の原単位 63 円／台・分を用いた。

$$\text{日当たり損失額} = 3,440 \text{ 台} \cdot \text{分} \times 63 \text{ 円} / \text{台} \cdot \text{分} \times 2 \text{ (上下線)} = 433,400 \text{ 円}$$

④で設定した工期に、上記の渋滞による日当たりの損失額を乗じて、表-4.2.6 の示すように、従来工法の外部コスト（時間損失費用）及び総コストを算出した。

表-4.2.6 従来工法の外部コストと総コスト

工種	工期	内部コスト (工事費)	外部コスト		総コスト
			日当たり損失額	外部コスト	
試掘	5日	597	433	2,167	2,764
土留め工	31日	20,855	433	13,437	34,292
掘削工	50日	7,409	433	21,672	29,081
支保工	36日	6,923	433	15,604	22,527
覆工	19日	5,710	433	8,235	13,945
本體工	153日	29,660	433	66,316	95,976
埋戻し工	18日	8,305	433	7,802	16,107
舗装復旧工	4日	3,079	433	1,734	4,813
計	316日	82,537		136,967	219,504

単位: 千円

⑦効果を検証する新技術・新工法の選定

上記の標準工法の工事形態に対する新技術・新工法について、多種多様あるが、ここでは技術完成度が高く、渋滞対策効果も大きいと思われる以下の3工法を選定した。

表-4.2.7 選定した新技術・新工法

工法名	工法概要
幅広鋼矢板工法	従来型鋼矢板（有効幅 400mm）よりも幅の広い 600mm の鋼矢板を用いることで、鋼矢板の打設枚数を削減し、工期の短縮、経済性の向上を図る
土留め外型枠兼用工法	場所打ちボックスカルバート構築に必要な掘削幅を最小にする工法。土留め杭と外型枠を兼用することで余堀りをほぼゼロにし、外型枠の撤去を不要とする。
プレキャスト製品	完成構造物を工場製作して現場へ持ち込み、現場に据え付ける工法。品質管理が容易で現場養生も必要としないが、一般的には場所打ちと比べ割高となる傾向がある。

⑧新技術・新工法の効果を検証

新技術・新工法の工事費および工期に及ぼす影響を整理し、表-4.2.8 に示す。

幅広鋼矢板工法では、土留工において工事費・工期短縮に効果を発揮するが、矢板の厚さが厚くなるため、掘削工や埋戻し工に若干影響を及ぼしている。

土留め外型枠兼用工法は、掘削幅が小さくなるため、掘削工や埋戻し工において効果を発揮しているが、本体工の工事費が増えている。

プレキャスト製品の使用の場合は、2つのプレキャストボックスカルバートを並べて2連のボックスカルバートとしているため、掘削工や埋戻し工に大きな影響を与えている。また、プレキャスト製品の利用により本体工の工事費も増加している。しかし、本体工の工期は大幅に短縮可能となっている。

表-4.2.8 新技術・新工法の工種毎の効果

工法名	影響する工種	効果		備考
		工事費増減率	工期増減日数	
幅広鋼矢板工法	土留工	-14.7%	-7	
	掘削工	1.7%	1	
	埋戻し工	3.4%	0.4	
土留め外型枠兼用工法	支保工	-5.3%	-2	
	掘削工	-10.3%	-5	
	本体工	14.4%	0	
	埋戻し工	-20.4%	-4	
プレキャスト製品	支保工	7.1%	3	2個のBoxを並べて代用
	掘削工	13.7%	7	
	本体工	36.2%	-121	
	埋戻し工	27.3%	4	

⑨総コストによる新技術・新工法の評価

各新技術・新工法の工種毎の内部コスト、外部コストを算出し、従来工法との対比で整理した結果を表-4.2.9に示す。

幅広鋼矢板を用いた場合には、内部コストともに外部コストも低減できており、従来工法に比べて総コストが約2%の低減効果が見られる。

一方、土留め外型枠兼用工法とプレキャスト製品では、新技術・新工法の採用により、内部コスト（工事費）が増加する傾向が見られるが、それ以上に工期短縮効果により外部コストの低減がみられ、総コストとして評価した場合には、従来工法に比べて導入効果が見られている。

この様に、従来の内部コスト（工事費）のみによる評価だけでなく、外部コストも評価項目として加えることにより、新技術・新工法の導入効果が明確になることが分かる。

表-4.2.9 新技術・新工法の評価結果

工種	幅広鋼矢板工法				土留め外型枠兼用工法				プレキャスト製品			
	工期	内部コスト	外部コスト	総コスト	工期	内部コスト	外部コスト	総コスト	工期	内部コスト	外部コスト	総コスト
試掘												
土留め工	-7日	-15%	-23%	-17%								
掘削工	+1日	+2%	+2%	+2%	-5日	-10%	-10%	-10%	+7日	+14%	+14%	+14%
支保工					-2日	-5%	-6%	-5%	+3日	+7%	+8%	+8%
覆工									+1日	+7%	+5%	+6%
本体工						+14%		+5%	-121日	+36%	-79%	-37%
埋戻し工	+0.4日	+3%	+2%	+3%	-4日	-20%	-22%	-21%	+4日	+27%	+22%	+25%
舗装復旧工										+11		+8%
計	-6日	-3%	-2%	-2%	-11日	+2%	-3%	-1%	-106日	+18%	-34%	-11%

4.2.3 非開削工法による効果・影響の評価例

国道のバイパスに交差する道路にガス管路を埋設する工事において、国道バイパスの道路交通への影響を考慮して、小口径推進工法を採用した場合の評価試算例を以下に示す。

①現場条件

工事箇所： 国道バイパスに交差する片側1車線の市道（図-4.2.8参照）

交通量： 国道バイパス 54,086 台/日（両方向、H11 道路交通センサスから）
市道 6,966 台/日（両方向、10 分間実測データから推計）

時間交通量： 日交通量のデータから、図-4.2.9に示すような、「道路の交通容量」（日本道路協会、昭和59年）に示される「交通量の時間変動図」の「地方部（幹線－平地部）」の平日の値を読み取り算出した。

②従来工法の工事形態

構造： ガス管（PE 管）

内空断面： $\phi 150\text{mm}$

掘削幅： 0.6m

掘削深さ： 1.0m

土被り： 0.8m

工事延長： 64m

工事方法： 開削工法

土留め形式： 鋼矢板

工事規制時間： 夜 21:00～翌朝 6:00（平日）

工事規制形状： 図-4.2.10 参照

- ・ 国道バイパス 上下線各 1 車線規制
- ・ 市道 1 車線規制（片側交互通行）

工事期間： 表-4.2.10 に示すように、工期を 5 日間と設定

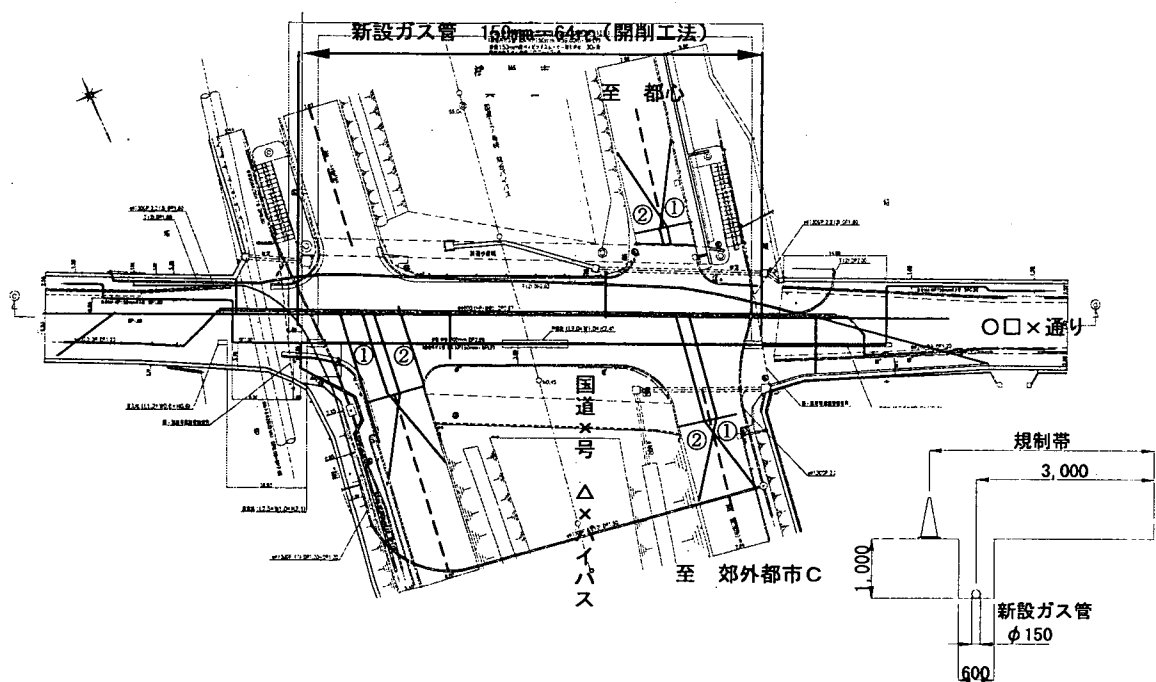


図-4.2.8 従来工法モデル平面・断面図

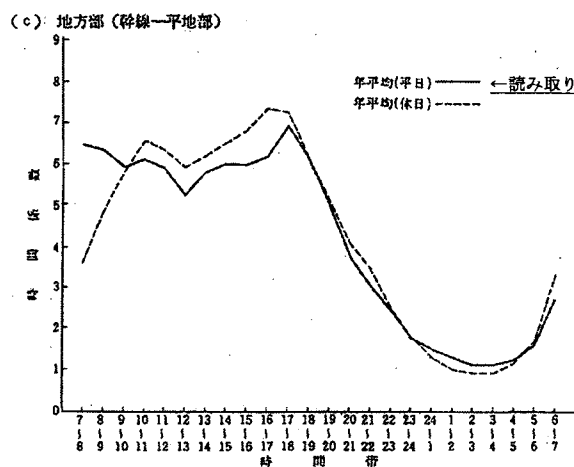
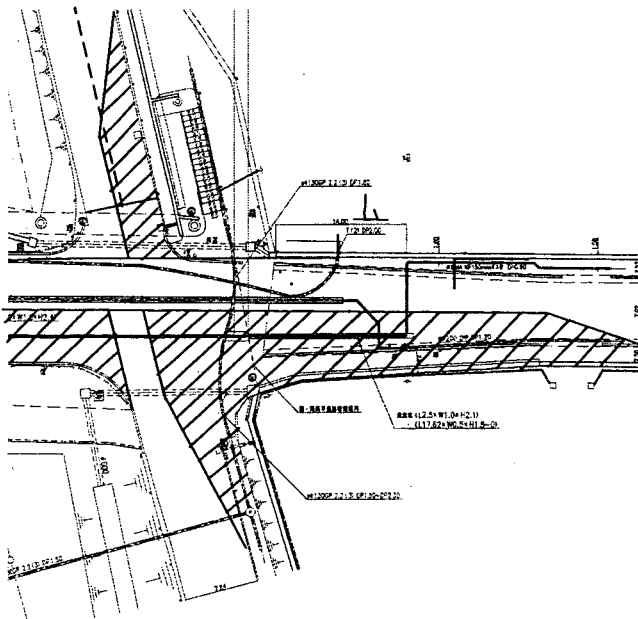
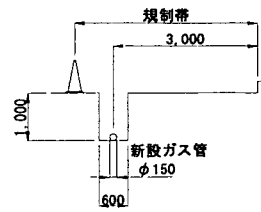


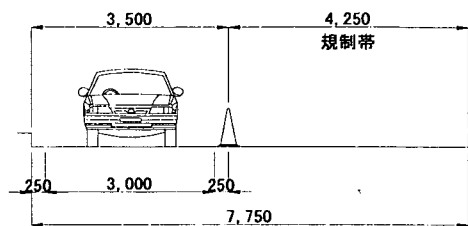
図-4.2.9 交通量時間変動図



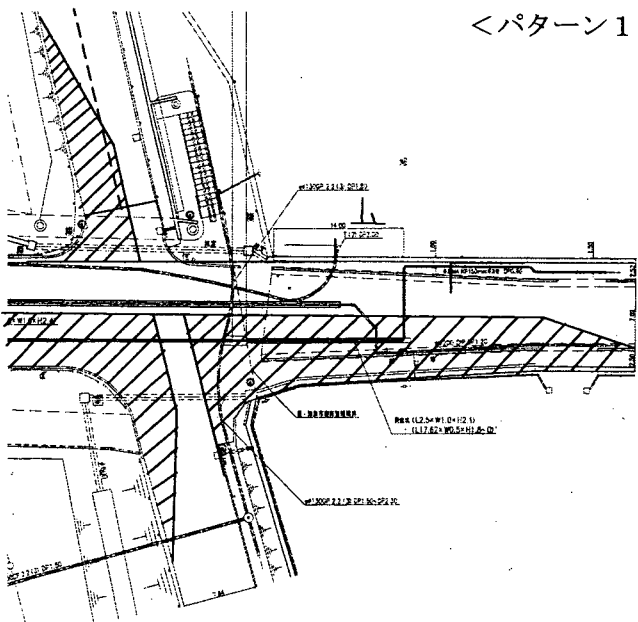
市道〇〇×通り線 断面図



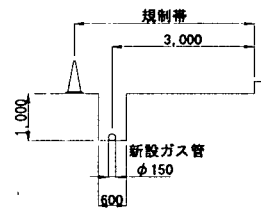
国道×号△×バイパス 断面図



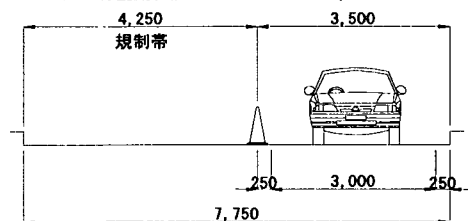
<パターン1>



市道〇〇×通り線 断面図



国道×号△×バイパス 断面図



<パターン2>

図-4.2.10 工事規制形状

表-4.2.10 従来工法の工事期間

工種	工 程				
	1	2	3	4	5 (日)
試掘工	■		■		
掘削・土留工	■		■		
管路敷設工		■		■	
埋戻し工					■

③従来工法の内部コスト（工事費）

現場実績をもとに、開削（鋼矢板）工法の単価を、18,000 円/mとし、

$$18,000 \text{ 円/m} \times 64\text{m} = 1,152,000 \text{ 円}$$

なお、この内部コストは、昼間施工の場合のものであり、夜間割増は含んでいない。

④従来工法による交通渋滞の予測

管路を敷設する市道は、交通量は少なく、工事中にも交通渋滞が発生しないと予想されるため、ここでは、国道バイパスに対してのみ交通渋滞予測を行う。

国道バイパスの規制時の交通容量は、「道路の交通容量」（日本道路協会）を参考に、各種補正係数を乗じるとともに、信号サイクルの影響も加味し、1,065pcu/h/1車線とした。

図-4.2.11 に示す交通量累加曲線より、渋滞は工事規制開始 21 時から発生し始め、22 時 10 分には解消することが分かる。なお、ここでは国道バイパスの重方向率を考慮している、今回は下り方向でのみ渋滞の発生が予測されている。

この時の総遅れ時間は、1,015 台・分となる。

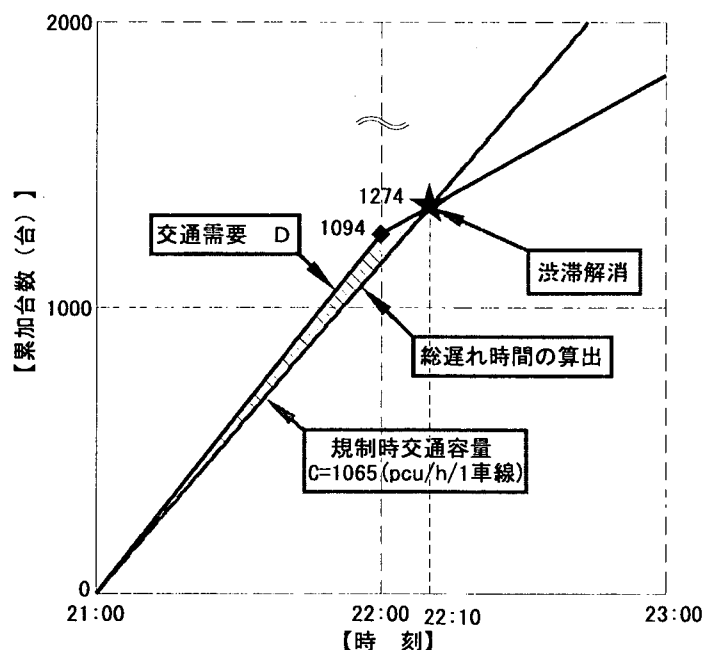


図-4.2.11 交通量累加曲線

⑤従来工法の外部コストの算出

総遅れ時間に時間価値原単位をかけて日当たり損失額を算出する。

$$\text{日当たり損失額} = 1,015 \text{ 台・分} \times 63 \text{ 円/台・分} = 63,945 \text{ 円/日}$$

工事の工期に渋滞による日当たり損失額を乗じて、外部コスト（時間損失費用）を算出する。

外部コスト＝64 千円／日×5 日＝320 千円

⑥非開削工法の工事概要（図-4.2.12 参照）

工事方法： 小口径推進工法

管 径： $\phi 300\text{mm}$ （さや管構造、ガス本管は $\phi 150\text{mm}$ ）

施工延長： 非開削部 59m、立坑部 2.5m×2箇所

工事期間： 3日間

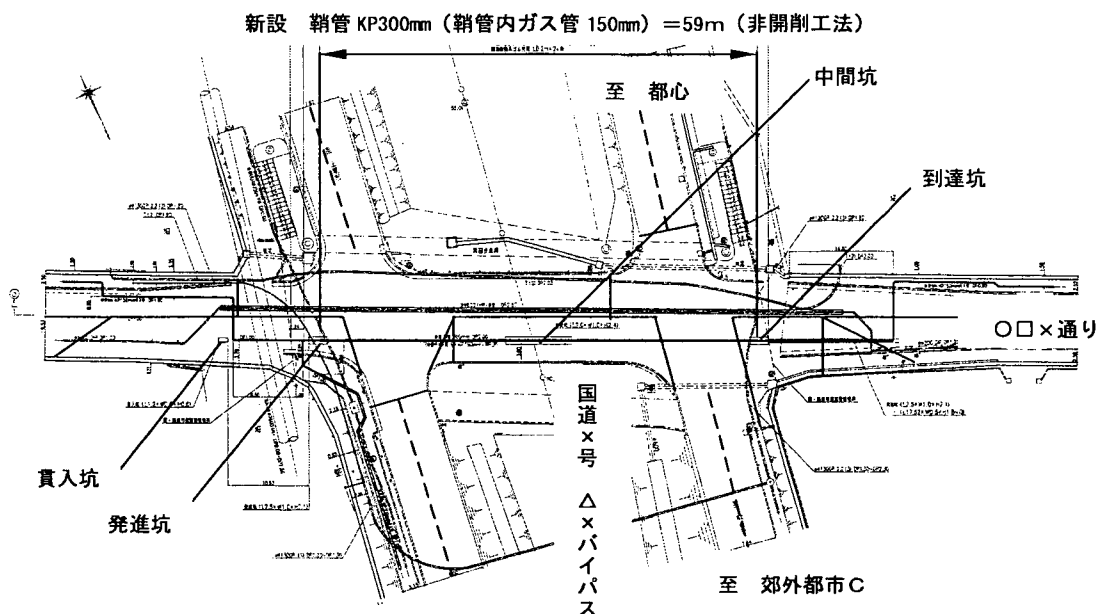


図-4.2.12 小口径推進工法の場合の平面図

⑦非開削工法の内部コスト（工事費）

ヒアリング調査により、非開削工法の単価を、21,000 円／m（立坑、舗装本復旧もはくむ）とし、

$$21,000 \text{ 円／m} \times 59\text{m} = 1,239,000 \text{ 円}$$

⑧非開削工法の外部コスト

国道バイパスでは車線規制を行わないため、外部コストは発生しない。

⑨従来工法と非開削工法の総コスト比較

従来工法と非開削工法の内部コストと外部コストとの和である総コストの比較を行うと表-4.2.11 のとおりとなる。

内部コストは、小口径推進工法の方が8%ほど高くなるものの、国道バイパスを車線規制することなく施工可能なため、外部コストが発生せず、総コストでは16%も安くな

る結果となった。

また、従来工法で施工した場合、工期が5日と想定されるのに対して、小口径推進工法では3日で完了するため、今回のコスト比較には現れていないものの、騒音等による周辺環境への与える影響も軽減できるものと考えられる。

表-4.2.11 開削工法と小口径推進工法の総コスト比較

	開削工法	小口径推進工法	
内部コスト	1,152 千円	1,239 千円	+8%
外部コスト	320 千円	0 千円	
総コスト	1,472 千円	1,239 千円	-16%

4.2.4 交差点部における工事の外部コストの試算例

路上工事が道路交通に及ぼす影響が大きいと想定される交差点付近での工事を対象とした検討例を以下に示す。検討に当たっては、交差点部における交通流が信号制御に大きく左右されることから、交通流ミクロシミュレーションソフト（プログラム名：NETSIM）を用いた。

なお、今回の試算例は、計算条件を簡略化しており、現実の条件と異なるところがおお。このため、以下で示す結果は工事の条件の違いによる傾向を示すものである。

①検討条件

道路条件： 片側2車線の4車線道路（信号交差点間 300m）

交差点には右折レーン無し

交通条件： 交通需要（片方向）を 1000 台/h～1750 台/hまで 250 台/hピッチで変化させる。

ただし、交通需要は乗用車のみとし、大型車の影響は考慮していない。

交通は全て直進とし右左折は考慮せず、また、交差道路からの交通の流入は無いものとする。

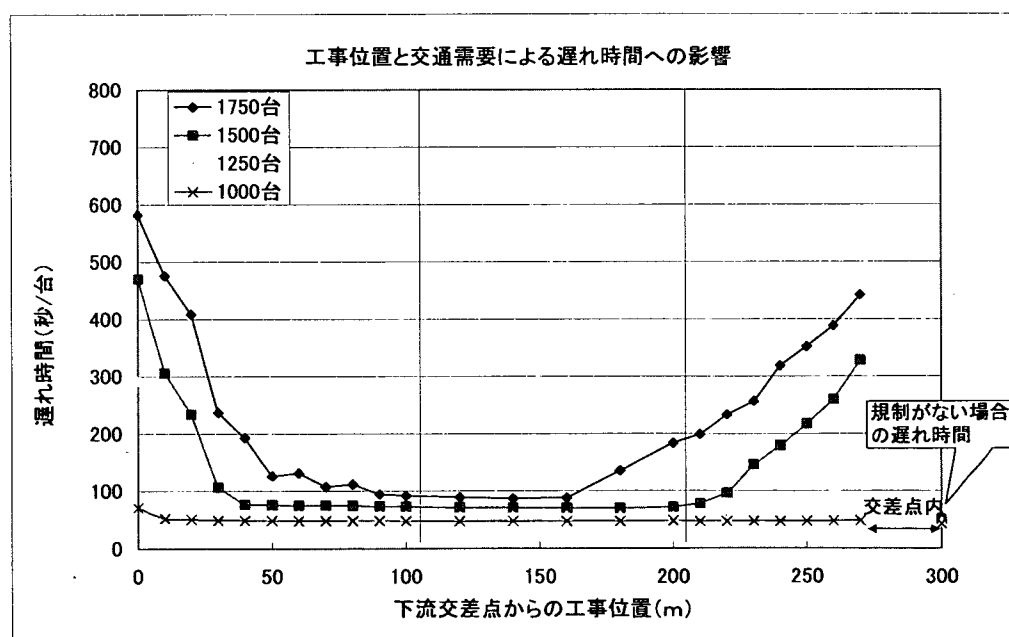
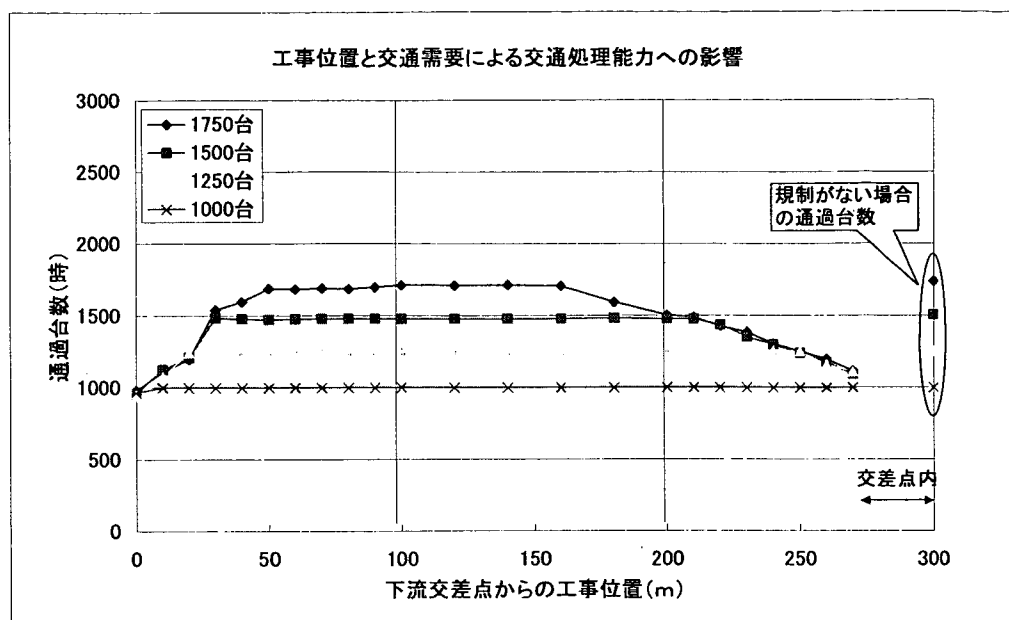
工事規制： 片側1車線規制で交差点部から 10m ピッチで工事規制端末位置を変化させる。

②交通影響検討結果

交差点と工事位置との距離を変化させ、交通処理能力と遅れ時間への影響を試算した結果を図-4.2.13 に示す。また、交差点部付近のシミュレーション画像例を時間の経過毎に示すと図-4.2.14 のようになる。

交差点から 50～100m 付近の工事では、交通処理能力が大きく低下し、渋滞の発生による遅れ時間（外部コスト）が発生している。特に、下流側交差点よりも上流側交差点

への影響が大きい傾向がある。また、交通量が多くなるほどその影響範囲が大きくなることにも留意する必要がある。



グラフ中のマークは、規制端末位置を示す。

←進行方向

図-4.2.13 交差点部における工事規制の交通影響

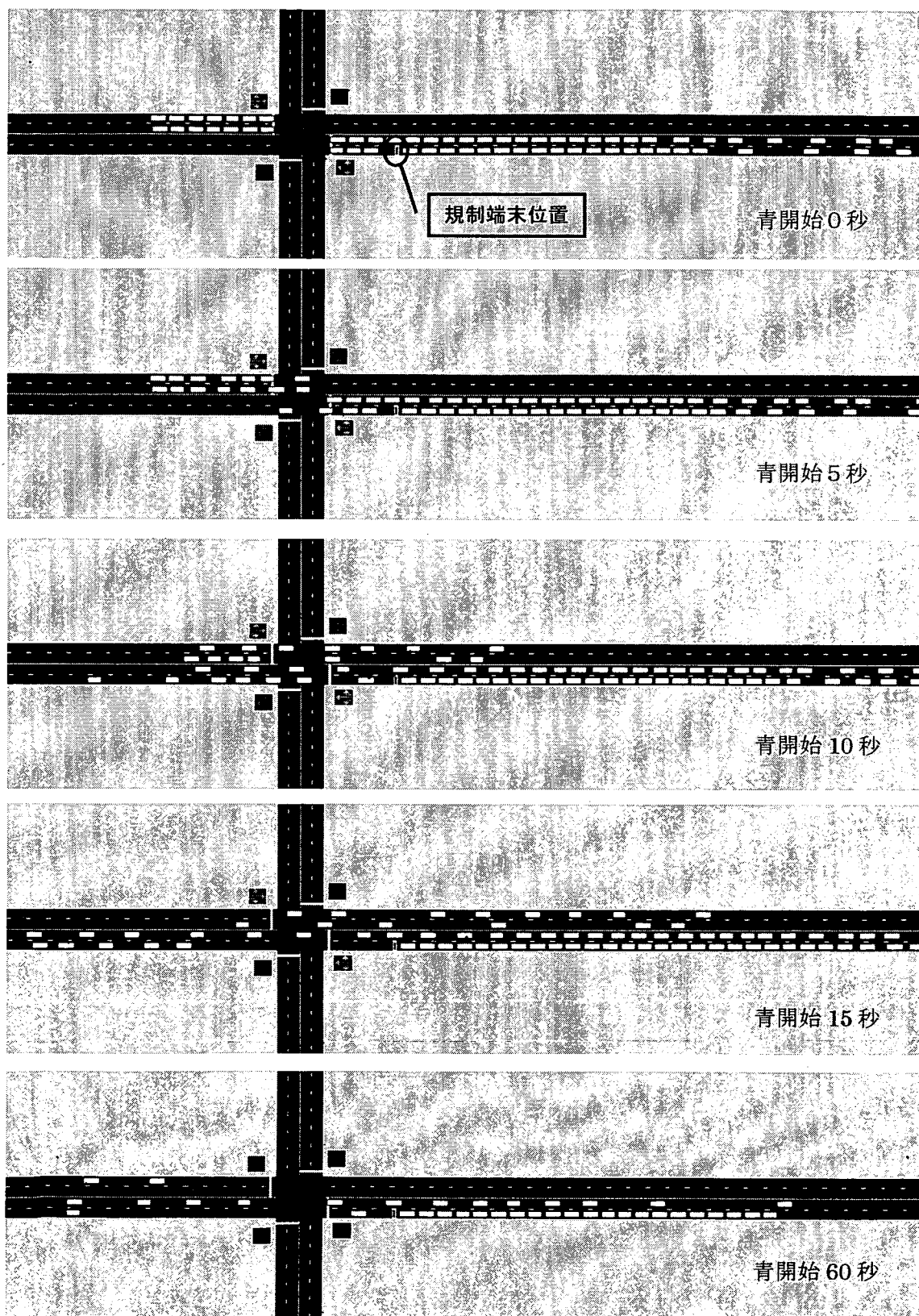


図-4.2.14(1) 青信号経過ごとの車両の移動状況
(工事規制端末が停止線から 20m の地点に存在する場合)

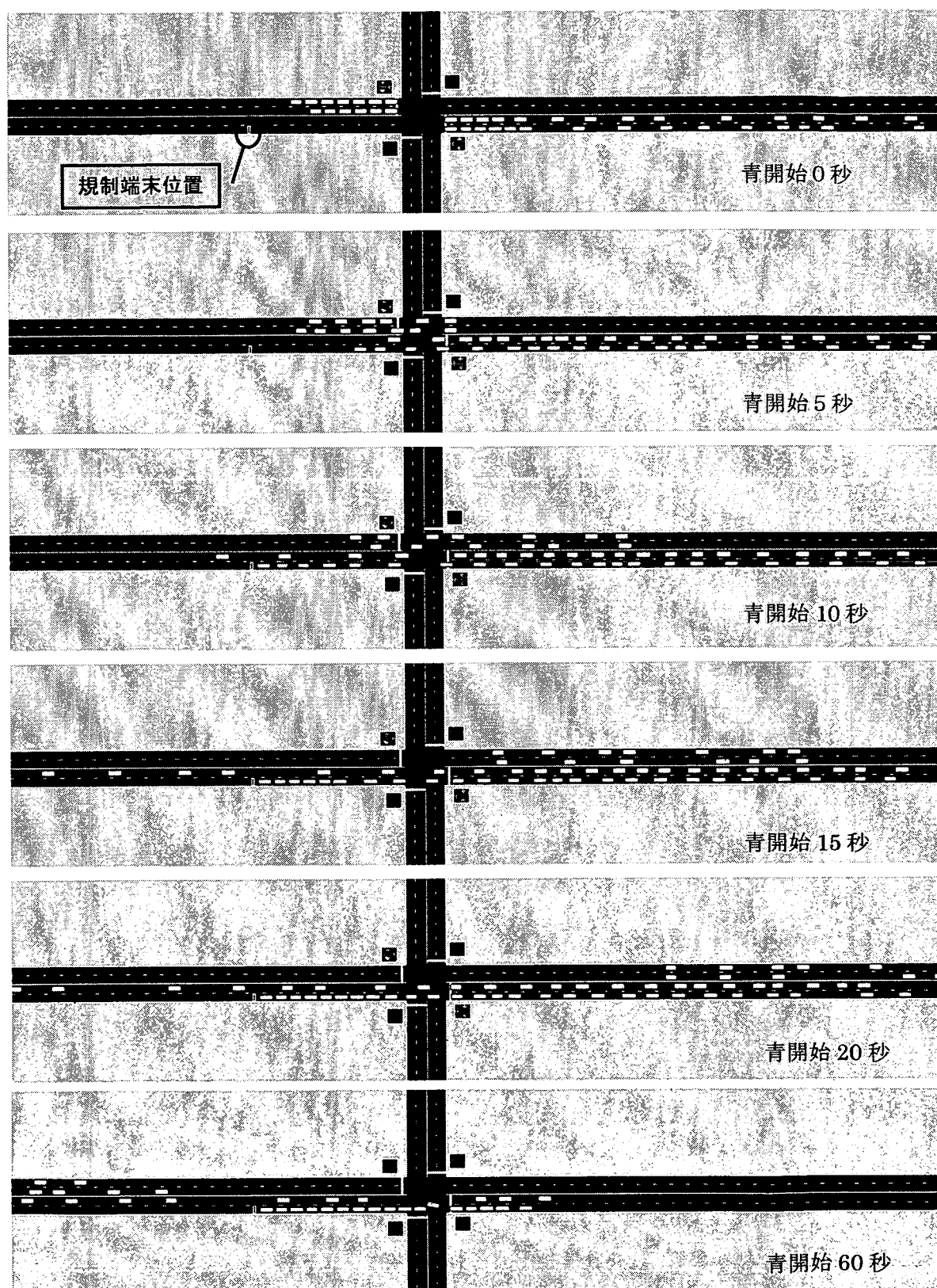


図-4.2.14 (2) 青信号経過ごとの車両の移動状況
(工事規制端末が交差点流出部 60m の位置に存在する場合)

③推進工法の場合の外部コスト試算例

交差点をはさんで推進工法により管路を敷設する場合を想定し、交差点の上下流における発進・到達立坑の位置の影響について、交通シミュレーションにより遅れ時間を算出し、外部コストを求めた。

試算条件は、次のとおりである。

道路条件： 片側2車線の4車線道路（信号交差点間 300m）

交通条件： 交通需要（片方向）は 1,500 台／h（乗用車のみ）

工事規制： 推進工法の発進及び到達立坑部を1車線規制

交差点上流側 40m に発進立坑部を設置し、1車線規制を実施し、交差点部下流側の到達立坑部の位置を 10m ピッチで 0～80m 間に変化させた場合の計算を実施した。このため、立坑間隔は、70～150m となる。

（図-4.2.15 参照）

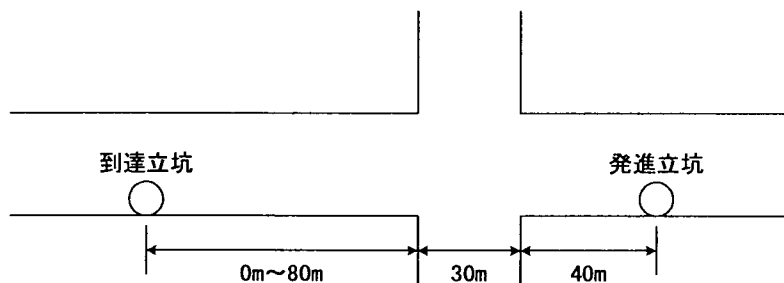


図-4.2.15 シミュレーション条件

外部コスト原単位： 時間価値原単位として「道路投資の評価に関する指針（案）」の乗用車（平日）の値として、56 円／台・分を用いた

試算時間： 当該交通量の1時間

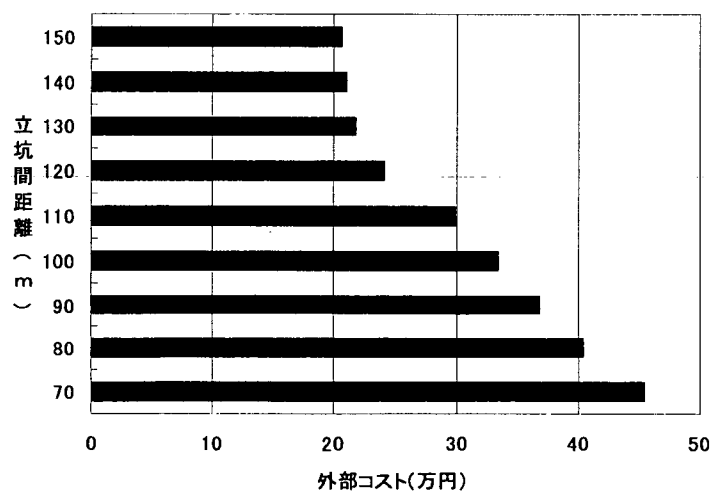


図-4.2.16 外部コスト試算結果（交差点付近での立坑間距離の影響）

試算結果を図-4.2.16 に示す。発進・到達立坑の距離が短いと、交差点での交通への影響が大きくなり、大きな外部コストが発生しているが、立坑間隔を 120m よりも大きくすると外部コストが半分程度に低減できることが分かる。

このことから、推進工法のような非開削工法を実施する場合においても、発進・到達立坑の位置に留意することにより外部コストを低減でき、今後の技術開発の方向としては、立坑間の距離をできるだけ長くする技術が必要と考えられる。

5. おわりに

管路埋設工事のような路上工事における道路交通や周辺環境への影響を低減する路上工事工法の普及促進に関して、路上工事の現状・問題点を把握するとともに、これらの課題に基づき、技術開発の方向性について提示した。

また、道路交通や周辺環境への影響低減に資する新技術・新工法の普及促進を図るため、工事中での影響を貨幣換算化した外部コストを考慮した路上工事工法の評価方法も提案し、各種条件に対して試算を行った。

これらの結果を、実際の路上工事の担当技術者や技術開発担当者に広く知らせ、今後路上工事を実施する際に、影響の低減した新技術・新工法の採用・普及促進を図りやすくするため、調査結果をわかりやすく取りまとめた「道路交通や周辺環境への影響を低減する路上工事工法の評価・開発ガイドブック（案）」を別冊で作成した。本ガイドラインも併せて参照されたい。

なお、本調査を進めるにあたり、(財)道路保全技術センター内に「道路交通や周辺環境への影響を低減する工事工法に関する検討会」（メンバーは下記）を組織し、検討会メンバーから意見を伺いながら取りまとめを行った。また、本調査におけるアンケート調査や現場での調査においては、検討会メンバーの方々に多大なるご協力を頂いた。

「道路交通や周辺環境への影響を低減する工事工法に関する検討会」メンバー

委 員	大下 武志	独立行政法人土木研究所技術推進本部施工技術チーム主席研究員
	轟 峰幸*	国土交通省関東地方整備局道路部道路管理課課長補佐
	藤田 明	国土交通省関東地方整備局道路部道路管理課課長補佐
	柏樹 重暢*	国土交通省関東地方整備局東京国道事務所管理第一課長
	宮澤 辰雄	国土交通省関東地方整備局東京国道事務所管理第一課長
	山本 憲之*	東京都建設局道路管理部保全課係長
	藤野 文隆	東京都建設局道路管理部保全課係長
	霧生 隆*	東京都水道局給水部設計課係長
	丸山 義典	東京都水道局給水部設計課係長
	畠田 英明*	東京都下水道局建設部設計調整課課長補佐
	辰野 政信	東京都下水道局建設部設計調整課課長補佐
	山崎 剛*	東京電力(株)工務部地中送電グループ課長
	塩治 幸男	東京電力(株)工務部地中送電グループ課長
	菊池 邦夫*	東京ガス(株)導管部導管グループ課長
	岡田 真澄	東京ガス(株)導管部導管グループ上級主幹
	宮武 昌志*	NTTアクセスサービスシステム研究所ビルシステムプロジェクト主任研究員
	油谷 康弘	NTTアクセスサービスシステム研究所ビルシステムプロジェクト主任研究員
	横山 嘉大*	(財)道路保全技術センター研究第一部長
	富岡 正弘	(財)道路保全技術センター研究第一部長
事務局	橋本 聖*	独立行政法人土木研究所技術推進本部施工技術チーム研究員
	小野寺誠一	独立行政法人土木研究所技術推進本部施工技術チーム主任研究員
	藤永 弥*	(財)道路保全技術センター研究第一部主任研究員
	糸井 秀実	(財)道路保全技術センター研究第一部主任研究員

*：異動等により途中交代

《参考文献》

- 1) 道路投資の評価に関する指針検討委員会：「道路投資の評価に関する指針（案）」、平成 10 年 6 月
- 2) 国土交通省道路局 都市・地域整備局：「費用便益分析マニュアル」、平成 15 年 8 月
- 3) 外部コストを組み入れた建設事業コストの低減技術に関する検討委員会：「総合的な建設事業コスト評価指針（試案）」、平成 14 年 3 月
- 4) ユーザーの視点に立った道路工事マネジメントの改善委員会：「ユーザーの視点に立った道路工事マネジメントの改善について～外部評価に基づく工事とその影響の縮減～提言」、平成 15 年 10 月
- 5) 小野寺誠一： 路上工事の道路交通への影響と外部コスト、季刊 No-Dig Today、No.44、平成 15 年 7 月