

# 地中工事における埋設管の干渉による 施工遅延分析

学生氏名 高村 脩登  
指導教員 皆川 勝

所属 東京都市大学工学部都市工学科 計画マネジメント・皆川研究室  
E-mail g1318049@tcu.ac.jp

近年、建設業は様々な課題が渦巻いており、特に建設生産の特殊性による生産性の大幅な低下が著しく目立っている。特に重大な施工スケジュール遅延は建設プロセスの予測不可能な条件変化により起こされることから、設計変更や施工遅延の結果として、受注者は生産性低下の重大なリスク低下の直面している。中でも公共工事での設計時に予見されていない埋設管の存在が、工事の大幅遅延の原因になり、生産性低下の原因となることが少なくないこと。国内工事においても埋設管の位置情報に関する設計変更が受注者の重大リスクとなることから、本研究では施工遅延の原因となるタスクの影響度を仮想的により重大に想定した状況に対して、プロジェクトマネジメントソフトウェアによる解析を行う。また全体の費用対効果を算出し、時間とコストの関係性から考察を行う。

**Key Words:** *Construction Information Modeling, Critical Path Method, Project Management Software*

## 1. 序論

### (1) 背景

近年、建設業界には様々な課題が渦巻いている。産業力の指標の一つである労働生産性の観点では図-1に示すように、製造業等の生産性がほぼ一貫して上昇したのとは対照的に、建設業の生産性は大幅に低下した。これは主として、単品受注生産等の特殊性によるものと考えられる。特に重大な施工スケジュール遅延は建設プロセスの予測不可能な条件変化により起こされることから、設計変更や施工遅延の結果として、受注者は生産性低下の重大なリスク低下の直面している。中でも公共工事の施工段階では予見が不可能な埋設管の影響が受注者の費用負担に大きく影響を及ぼす。国内工事においても地中工事における埋設管の位置情報に関する、設計変更が受注者の重大なリスクとなる。CIMの特徴であるフロントローディングはデザインプロセスにおける仮想施工によ

り、そのようなリスクを減少させるために効果的で、プロジェクトの生産性を改善できる。

### (2) 目的

本研究では、このような背景を踏まえた上で、従来設計により実際に行われた実施工計画とフロントローディングにより設計された図面の施工計画をコストシミュレーションし比較・検討することで、CIM活用することによる施工遅延の改善効果をPMS (Project Management Software) を用いて、費用対効果の面より定量的に分析する。実際の工事により行われた、実施工計画で用いられたバーチャートを基にガントチャートを作成し、作成したガントチャートから構成するタスク群から工期遅延の原因となるタスクを特定する。Window analysisによる遅延解析法でウインドウごとに遅延日を算出し、クリティカルパスの変化を分析し考察していく。

### (3) 研究方法

Window analysisによる遅延解析法でウインドウごとに遅延日を算出し、クリティカルパスの変化を分析し考察していく。実施工計画を基に設計時により精度が高い図面があると仮定し、工期遅延の原因となるタスクを排除した仮想施工計画のガントチャートを作成する。作成したガントチャートよりそれぞれ期間を設定し、5期間にウインドウをわけて分析を行っていく。またCIMを活用した際に、どの程度有用性があるか定量的に分析する。

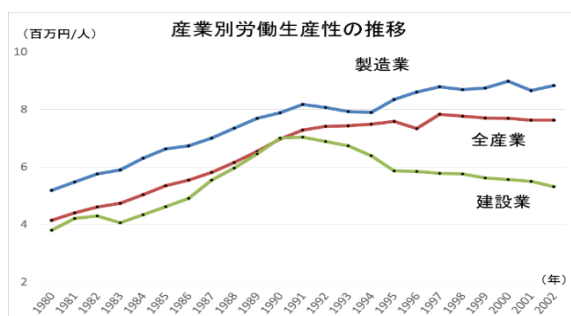


図-1 労働生産性<sup>1)</sup>

## 2. CIMとは

### (1) 3Dモデルとの違い<sup>2)</sup>

CIMとは、Construction Information Modelingの略称であり、コンピュータ上に単に3次元で物体のカタチが表現できるというだけでなく、そこで構成される空間や各部材・機器等に、仕様・性能、コスト等の属性情報を持たせた建物情報モデルを構築することをいう。従来の3Dモデルでは、単なる3次元部材による形状の構成であり、そこに存在する情報は形状と仕上げ・材質のみであった。一方CIMは、コンピュータ上に作成した3次元の建物デジタルモデルに、コストや仕上げ、管理情報などのデータを追加。建物のデータベースを、建物の設計、施工から維持管理までのあらゆる工程で情報活用を行い、生産性を向上させるものである。また、従来の3Dモデルでは不可能であったモデルからの図面や数量の書き出しも可能となり、かつ、それはモデルと連動しているため不整合も起こらない。以上のようにBIMは、この建設モデルを設計から施工、維持管理に至るまで、建設ライフサイクル全体で一貫したデータを活用することにより、大きな効果が得られるとされている。

### (2) CIMによるメリット

CIMとはプロジェクトの物理的、機能的な情報をICT関連技術と活用して統合した業務執行プロセスであり、実現すると、以下、表-1のメリットが挙げられる。

## 3. 地下構造物と埋設管の干渉の3次元モデルによる把握

### (1) 対象とした地下駅舎仮設工事

対象とする工事は、CIMを用いられずに従来通りで行われた工事である。本工事は、地下施設の建設工事であり、予期しない埋設物が仮覆工までの過程の中で発生したことから、工事の遅延が生じた事例である。地中埋設物の影響が費用に与える影響が大きいため仮設工事を対象とする。また長期間で広範囲の工事のため、一部区間の路面覆工までの工程を分析の対象とする。

表-1 CIMによるメリット

- ① 情報の利活用による設計の可視化。
- ② 設計の最適化（整合性の確保）。
- ③ 施工の高度化（情報化施工）、判断の迅速化。
- ④ 維持管理の効率化、高度化。
- ⑤ 構造物情報の一元化、統合化。
- ⑥ 環境性能評価、構造解析等高度な技術解析の適用。

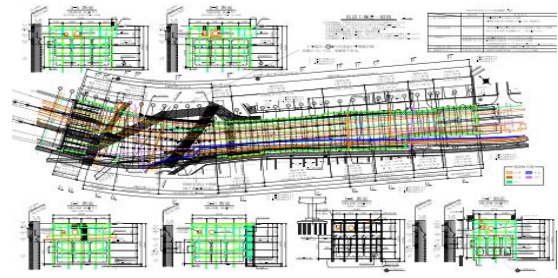


図-2 仮設構造一般図



図-3 路面覆工図の一部

対象プロジェクトにおいて2次元図面の3次元モデル化を行った。用いた図面は仮設構造一般図、止水壁工断面図(A断面～M断面)上下線各側面図、各段の切梁平面図、路面覆工図である。作業はBentley社のMicroStation V8iを用いて行った。図-2に架設構造一般図を、図-3に路面覆工図の一部を示す。

### (2) 2次元設計図面を用いた3次元モデル作成

#### a) セルの作成

セルとは部材のみの寸法・属性を含むデータである。提供された2次元図面の部材寸法を基に各部材ごと図-4に示すセルを作成した。

#### b) 2次元図面の3次元空間配置

それぞれの2次元図面を止水壁工の断面を基に3次元空間に配置した。この時切梁平面図における中間杭や止水壁の位置が他の図面と異なることが図-5、図-6のように確認できた。

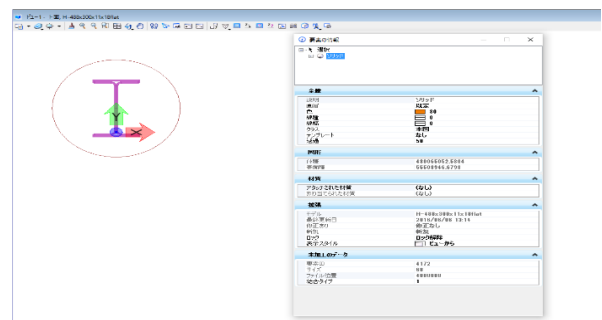


図-4 セルとプロパティの例

### c) セルの配置

図-7のように配置した2次元図面を基に事前に作成したセルを配置した。またここでは切梁の詳細なモデルまでは作成していない。図-8で示すように埋設管に関して平面をつなぐロストサーフェス機能を用いたが2次元図面で示されていた埋設管との差異が生じたため簡易的なモデル作成のみに留めたほうがよいと考えられる。



図-5 2次元図面の3次元配置(1)

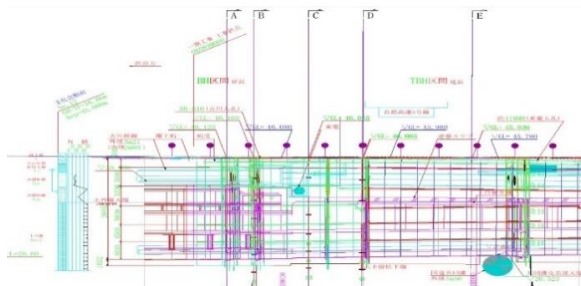


図-6 2次元図面の3次元配置(2)

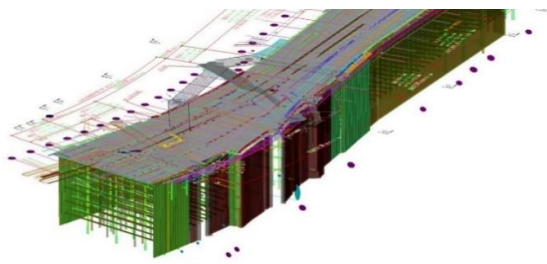


図-7 簡易3次元モデル

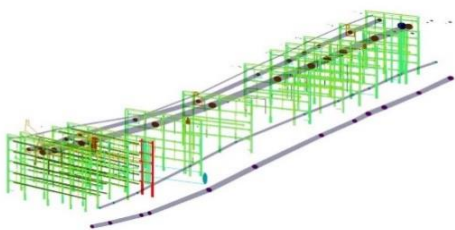


図-8 止水壁断面図と埋設管モデル

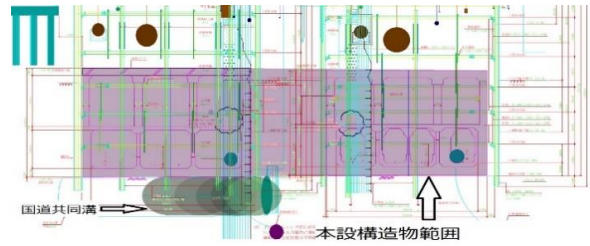


図-9 本設構造と国道共同溝の空間配置

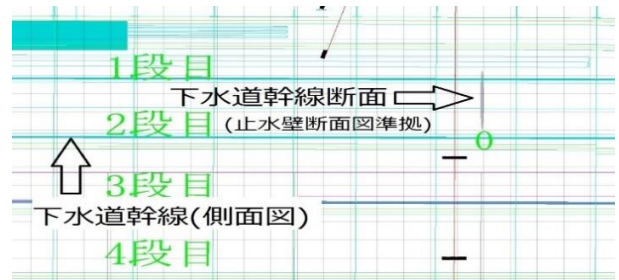


図-10 下水道管における図面不整合

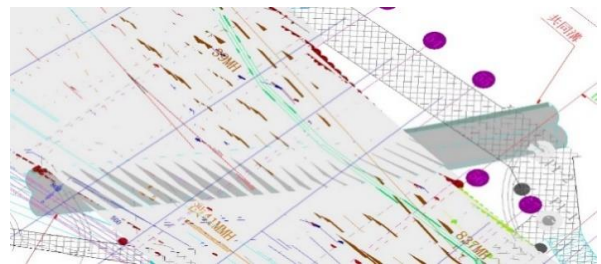


図-11 国道共同溝

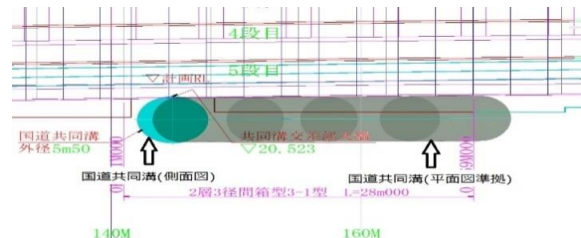


図-12 国道共同溝における図面不整合

### (3) 埋設管の図面間での不整合

作成した簡易的な3次元モデルから下水道幹線, 国道共同溝, 既設・計画幹線において図面間の不整合が複数確認された。図-10ではj断面における止水壁断面図と側面図での下水道幹線の不整合を示した。図-11で示した国道共同溝では図-12のように平面図に準拠した埋設管と側面図において不整合が確認された。また図-13と図-14で示した既設・計画線では, 図-15のように平面図・止水壁断面図準拠の埋設管と側面図の不整合や図-16のように平面準拠の埋設管と止水壁断面図の不整合が確認された。ここで不整合を確認するための埋設管は止水壁断面図からロストサーフェスのみでなく平面図情報も使用した。

#### 4. 渋谷駅プロジェクト

##### (1) 対象工事概要

対象とする工事は、CIMを用いられずに従来通りで行われた工事である。本工事は、地下施設の建設工事であり、予期しない埋設物が仮設工までの過程の中で発生したことから、工事の遅延が生じた事例である。地中埋設物の影響が費用に与える影響が大きいため仮設工事を対象とする。また長期間で広範囲の工事のため、一部区間の路面覆工までの工程を分析の対象とする。また工事概要は表-2に示す。

表-2 工事概要

工事概要	
・ 施工者	建設共同企業体
・ 期間	平成17年1月～平成26年12月
・ 提供して頂いたデータ	設計図面 (2次元DWGデータ) 月間工程表 (120枚) コスト概算表 (2枚)
・ 対象期間	平成17年1月～平成18年12月 一部路面覆工完了まで

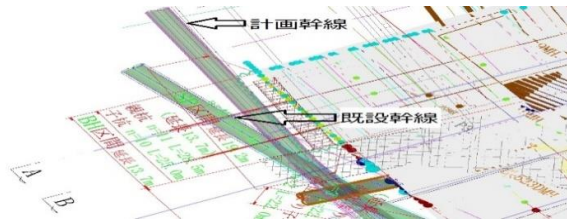


図-13 既設幹線と計画幹線

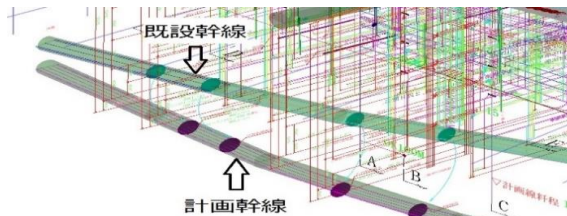


図-14 既設幹線と計画幹線(2)

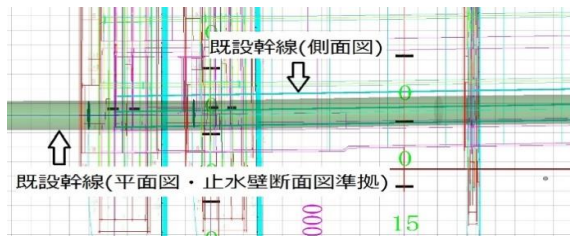


図-15 既設幹線における図面不整合

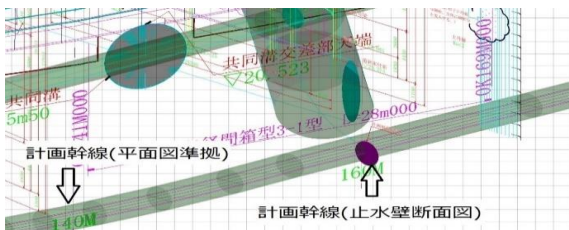


図-16 計画幹線における図面不整合

##### (2) 対象工事の施工手順

試掘工、支障物撤去工、仮設工と2年間分の月間工程表を3つに分類し、それぞれに対して施工遅延分析を行う。個別に解析後に1つの施工計画として、それぞれがどれだけ全体の計画になった際に影響度を与えるか分析する。路面覆工までの工程で、プロジェクト完成に影響を与える作業を特定し、月間工程表から遅延、短縮を抽出する。どのクリティカルアクティビティーが連続した局面の中で遅延を受け、または短縮したか、そしてどのくらいの量の遅延か短縮かを明らかにする。なお、対象とした工事実施から10年近い年月を経ており、不測の事態に対応した実際の工程はされていない。そこで、遅延あるいは短縮の原因と影響を与えたかを仮定も踏まえることで特定を行い、実際の施工計画での遅延分析を行う。

##### (3) 実施工バーチャルを用いたガントチャート作成

###### a) 区間設定

広範囲の工事のため、タスクを定義する際に、どの工事がどの場所で行われていたかをわかりやすくするために図-17のように区間設定を行った。

###### b) 実施工計画と仮想施工計画のガントチャート作成

図-18に概略工程表を、図-19に実際の工事に際して作成され月間工程表の一例を示す。この月間工程表を用いてガントチャートを作成した。図-20に実施工計画に対応するガントチャートを示す。フロントローディングにより施工情報を設計に反映させた結果、地中障害物の情報が大方把握できており、試掘工では追加調査などが不要であると仮定し、図-20の赤文字の部分を除いたものがCIM活用時の施工計画と仮定すれば、図-23に示すような仮想施工計画のガントチャートをつくることができる。



図-17 区間設定

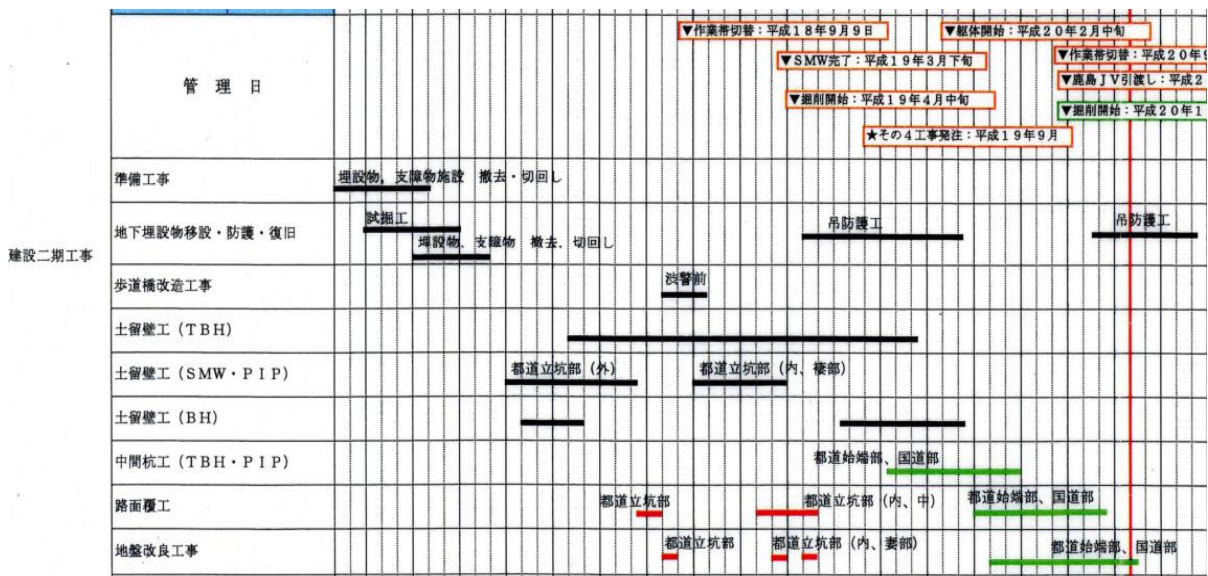


図-18 概略工程表

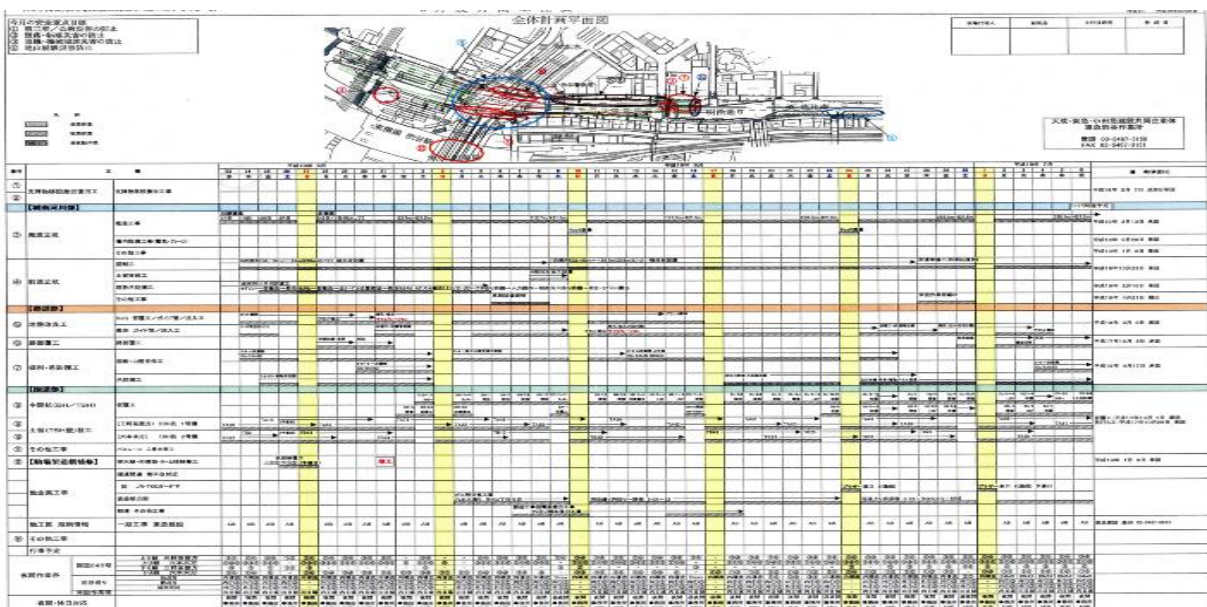


図-19 月間工程表

タスク コード	タスク名	期間	開始日	終了日
1	◆全行程	533日	05/01/11 (火)	06/12/09 (土)
2	◆試験工	104日	05/01/11 (火)	05/06/25 (土)
3	◆試験工[A]	89日	05/01/28 (金)	05/06/25 (土)
4	試験工(車道部)	3日	05/01/28 (金)	05/01/31 (月)
5	試験工(歩道部)	3日	05/02/15 (火)	05/02/17 (木)
6	試験工(車道部)	2日	05/02/25 (金)	05/04/04 (月)
7	試験工(車道部)	2日	05/04/05 (火)	05/04/06 (水)
8	試験工(車道部)	5日	05/04/07 (木)	05/04/12 (火)
9	試験工(車道部)	3日	05/04/13 (水)	05/04/15 (金)
10	試験工(車道部)	9日	05/04/28 (木)	05/05/17 (火)
11	試験工(車道部)	6日	05/05/18 (火)	05/05/24 (火)
12	試験工(復旧工)	7日	05/05/18 (土)	05/06/25 (土)
13	◆探査工[A]	46日	05/04/16 (土)	05/06/17 (金)
14	探査工(電気探査)	10日	05/04/16 (土)	05/04/27 (水)
15	探査工(電気探査)	8日	05/04/19 (火)	05/04/27 (水)
16	探査工(電気探査)	10日	05/04/28 (木)	05/05/18 (水)
17	探査工(電気探査)	10日	05/05/24 (火)	05/06/03 (金)
18	探査工(電気探査)	12日	05/06/04 (土)	05/06/17 (金)
19	◆試験工[B]	87日	05/01/17 (月)	05/06/11 (土)
20	試験工(車道部)	1日	05/01/17 (月)	05/01/17 (月)
21	試験工(歩道部)	6日	05/01/17 (月)	05/01/22 (土)
22	試験工(歩道部)	4日	05/01/24 (月)	05/01/27 (木)
23	試験工(車道部)	3日	05/01/20 (木)	05/01/22 (土)
24	試験工(車道部)	5日	05/02/01 (火)	05/02/05 (土)
25	東電緊急工事	5日	05/02/07 (月)	05/02/11 (金)
26	試験工(車道部-復旧日)	2日	05/02/12 (土)	05/02/14 (月)
27	試験工(歩道部-復旧日)	6日	05/02/18 (金)	05/02/24 (木)
28	MH内部調査工事	6日	05/05/28 (土)	05/06/03 (金)
29	試験工(復旧工)	3日	05/06/09 (木)	05/06/11 (土)
30	◆探査工[B]	28日	05/04/28 (木)	05/06/08 (水)
31	探査工(電気探査)	6日	05/04/28 (木)	05/05/13 (金)
32	探査工(電気探査)	6日	05/05/14 (土)	05/05/20 (金)
33	探査工(電気探査)	6日	05/05/21 (土)	05/05/27 (金)
34	探査工(電気探査)	10日	05/05/28 (土)	05/06/08 (水)
35	◆試験工[C]	104日	05/01/11 (火)	05/06/25 (土)
36	試験工(歩道部)	5日	05/01/11 (火)	05/01/15 (土)
37	試験工(追加分)	6日	05/04/16 (土)	05/04/22 (金)
38	試験工(追加分)	10日	05/04/28 (木)	05/05/18 (水)
39	試験工(復旧工)	7日	05/06/18 (土)	05/06/25 (土)
40	◆探査工[C]	4日	05/05/19 (木)	05/05/23 (月)
41	探査工(電気探査)	4日	05/05/19 (木)	05/05/23 (月)
42				
43	◆支障物撤去工	402日	05/08/04 (土)	06/10/17 (火)
44	◆支障物移設撤去復旧工[A]	157日	05/11/22 (火)	06/06/12 (月)
45	中央分離帯仮囲い設置	3日	05/11/22 (火)	05/11/24 (木)
46	歩道切削	6日	05/11/25 (金)	05/12/01 (木)
47	自転車横断帯移設-延長拡張	7日	05/12/02 (金)	05/12/09 (金)
48	街路撤去	1日	05/12/10 (土)	05/12/10 (土)
49	歩道切削	4日	05/12/12 (月)	05/12/15 (木)
50	信号柱撤去	4日	05/12/16 (金)	06/01/05 (木)
51	歩道仮設照明設置	2日	06/01/06 (金)	06/01/07 (土)
52	国道歩道橋基礎防護撤去	4日	06/05/03 (水)	06/05/08 (火)
53	歩道橋仮設部-東電管移設	3日	06/06/02 (金)	06/06/05 (月)
54	歩道橋基礎撤去	6日	06/06/06 (火)	06/06/12 (火)
55	◆支障物移設撤去復旧工[B]	329日	05/08/06 (火)	06/10/17 (火)
56	下水切廻し	8日	05/08/06 (火)	05/08/14 (水)
57	移設位置調査	2日	05/08/06 (火)	05/08/07 (水)
58	歩道切削	6日	05/08/15 (水)	05/08/21 (火)
59	国道天降移設-撤去	2日	05/08/22 (木)	05/08/23 (金)
60	管路移設布版(下水)	10日	05/08/24 (土)	05/10/05 (水)
61	不明水道管	2日	05/08/24 (土)	05/08/26 (月)
62	国道天降移設-撤去	4日	05/08/24 (土)	05/08/28 (水)
63	歩道切削	8日	05/08/29 (木)	05/10/07 (金)
64	切削-支障撤去	11日	05/10/11 (火)	05/10/22 (土)
65	管路移設布版(下水)	6日	05/10/25 (火)	05/10/31 (月)
66	街路灯移設	2日	05/11/01 (火)	05/11/02 (水)
67	街路灯移設	2日	05/11/03 (木)	05/11/04 (金)
68	歩道切削-街路工事	1日	05/11/05 (土)	05/11/05 (土)
69	歩道切削-街路工事	2日	05/11/07 (月)	05/11/08 (火)
70	歩道切削	4日	05/11/09 (水)	05/11/12 (土)
71	中央分離帯ヤード設置	2日	05/11/14 (月)	05/11/15 (火)
72	歩道切削-歩道仮囲い設置	5日	05/11/16 (水)	05/11/21 (月)
73	街路灯移設-信号移設	6日	05/12/12 (月)	05/12/17 (土)
74	消火栓標準移設	1日	06/05/10 (水)	06/05/10 (水)
75	街路灯移設	2日	06/05/11 (木)	06/05/12 (金)
76	感知器移設	3日	06/05/13 (土)	06/05/16 (火)
77	内廻り側支障物撤去工	14日	06/05/17 (火)	06/06/01 (木)
78	内廻り側支障物撤去工	6日	06/06/06 (火)	06/06/12 (月)
79	街路灯移設-旧水道撤去工	11日	06/06/13 (火)	06/06/24 (土)
80	歩道切削	5日	06/06/13 (火)	06/06/17 (土)
81	街路灯移設	3日	06/06/19 (月)	06/06/21 (水)
82	ガードパイプ撤去	3日	06/06/26 (月)	06/06/28 (水)
83	標識移設-街路灯撤去-移設	6日	06/06/29 (木)	06/07/05 (水)
84	歩道切削-ガードレール設置	4日	06/06/29 (木)	06/07/03 (月)
85	既設人孔等蓋高調整	6日	06/07/04 (火)	06/07/10 (月)
86	東電管試掘調査工	13日	06/06/26 (月)	06/07/10 (月)
87	信号移設採取工	6日	06/07/11 (火)	06/07/17 (月)
88	地上支障物移設工	6日	06/07/18 (火)	06/07/24 (月)
89	感知器移設-復旧工	11日	06/07/11 (火)	06/07/22 (土)
90	街路灯移設-PM撤去	2日	06/10/16 (月)	06/10/17 (火)
91	◆支障物移設撤去復旧工[C]	103日	05/06/04 (土)	05/10/10 (月)
92	支障物移設撤去工	15日	05/06/04 (土)	05/06/21 (火)
93	街路撤去	6日	05/06/27 (月)	05/07/02 (土)
94	街路撤去	6日	05/07/04 (月)	05/07/09 (土)
95	街路灯試掘-調査工	6日	05/06/22 (水)	05/06/28 (火)
96	街路灯基礎工	12日	05/07/11 (月)	05/07/23 (土)
97	NTT電話ボックス基礎撤去	6日	05/06/29 (水)	05/07/05 (火)
98	街路灯試掘工	2日	05/07/25 (月)	05/07/26 (火)
99	街路灯移設工	4日	05/08/03 (水)	05/08/06 (土)
100	信号機移設	6日	05/08/08 (月)	05/08/22 (月)
101	街路灯移設	6日	05/08/23 (火)	05/08/29 (月)

図-20(a) 実施施工ガントチャート

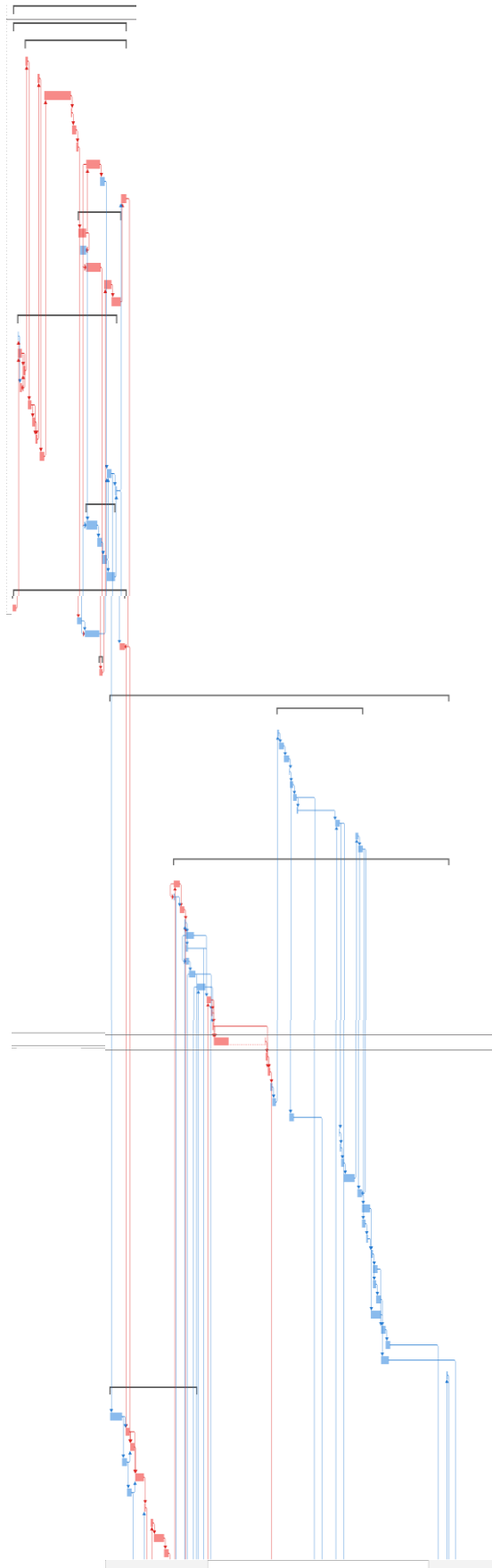


図-21(a) 実施施工ガントチャート



239	中間杭打設工(PIP杭)	2日	06/03/11(土)	06/03/13(月)
239	土留壁工 SMM先行削孔	2日	06/03/14(火)	06/03/15(水)
240	土留壁工 SMM達成	26日	06/03/16(木)	06/04/14(金)
241	YBH(業注用)配管復工	17日	06/01/21(土)	06/02/08(木)
242	下水切廻し	10日	06/01/21(土)	06/02/01(水)
243	中間杭打設工(PIP杭)	9日	06/04/15(土)	06/04/26(水)
244	土留壁工 SMM先行削孔	6日	06/04/27(木)	06/05/03(水)
245	SMM杭打布覆工(仮覆工)	2日	06/04/27(木)	06/04/28(金)
246	SMM杭打布覆工(仮覆工)	2日	06/04/29(土)	06/05/01(月)
247	中間杭 杭打布覆工(2) 仮覆工	2日	06/04/29(土)	06/05/01(月)
248	中間杭 杭打布覆工(2) 支障物除去	2日	06/05/04(木)	06/05/08(月)
249	中間杭 杭打布覆工(2) 布覆・防護	2日	06/05/04(木)	06/05/08(月)
250	SMM 杭打布覆工(2) 布覆・防護	3日	06/05/02(火)	06/05/04(木)
251	土留壁工 SMM先行削孔	8日	06/05/09(火)	06/05/17(水)
252	中間杭打設工(PIP杭)	8日	06/05/18(火)	06/05/26(金)
253	土留壁工 SMM先行削孔 多輪切替	2日	06/05/27(土)	06/05/29(月)
254	中間杭打設工(PIP杭)	5日	06/05/30(火)	06/06/03(土)
255	土留壁工 SMM達成	34日	06/06/05(月)	06/07/13(木)
256	路面覆土工	6日	06/06/05(月)	06/06/10(土)
257	路面覆土工	6日	06/06/12(月)	06/06/17(土)
258	路面覆土工(SMM削付受設置)	18日	06/07/14(金)	06/08/03(木)
259	下水切廻し	2日	06/05/12(金)	06/05/13(土)
260	下水切廻し	2日	06/05/15(月)	06/05/16(火)
261	下水切廻し	9日	06/07/04(火)	06/07/13(木)
262	路面覆土工(3-18) 中間杭削付受設置	8日	06/07/14(金)	06/07/22(土)
263	路面覆土工(3-18) トレンチ引抜・SMM削付受設置	8日	06/07/26(水)	06/08/03(木)
264	路面覆土工(3-18) 中間杭削付受設置	6日	06/07/24(月)	06/07/29(土)
265	路面覆土工(3-18) SMM削付受設置	6日	06/08/04(金)	06/08/10(木)
266	路面覆土工(3-17)	3日	06/07/31(月)	06/08/02(水)
267	路面覆土工(3-18) 掘削・残土搬出	10日	06/08/11(金)	06/08/25(金)
268	路面覆土工(3-18)	15日	06/08/11(金)	06/08/31(木)
269	路面覆土工(3-17)	7日	06/08/03(木)	06/08/10(木)
270	地盤改良工	6日	06/08/03(木)	06/08/09(水)
271	下水切廻し	6日	06/08/03(木)	06/08/09(水)
272	地盤改良工	21日	06/08/01(金)	06/08/25(月)
273	路面覆工 舗装工	3日	06/08/26(火)	06/08/28(木)
274	路面覆工 白線工	4日	06/08/29(金)	06/10/03(火)
275	SMM仮覆工	5日	06/08/26(火)	06/08/30(土)
276	SMM仮覆工	16日	06/10/04(水)	06/10/21(土)
277	SMM仮覆工	24日	06/10/23(月)	06/11/18(土)
278	中間杭PIP仮覆工	33日	06/10/04(水)	06/11/10(金)
279	路面覆工 下水切廻し	6日	06/10/23(月)	06/10/28(土)
280	SMM工 機械組立	3日	06/10/30(月)	06/11/01(水)
281	SMM工 プラント設置	2日	06/11/02(木)	06/11/03(金)
282	SMM工	14日	06/11/04(土)	06/11/20(月)
283	PIP中間杭	2日	06/11/20(月)	06/11/21(火)
284	SMM仮覆工	7日	06/11/22(水)	06/11/29(水)
285	SMM工 1号機	4日	06/11/22(水)	06/11/25(土)
286	PIP中間杭	3日	06/11/27(月)	06/11/29(水)
287	SMM工 1号機	11日	06/11/30(木)	06/12/12(火)
288	PIP中間杭	9日	06/12/13(水)	07/01/08(月)
289	SMM工 1号機	12日	07/01/08(火)	07/01/22(月)
290	SMM工 2号機	22日	06/12/13(水)	07/01/23(火)
291	路面覆工	2日	06/11/30(月)	06/12/01(金)
292	路面覆工	5日	06/12/02(土)	06/12/07(木)
293	中間杭/SMM仮覆工	2日	07/01/24(水)	07/01/25(木)
294	歩道機切込工	45日	06/10/23(月)	06/12/13(水)
295	NTT 渋谷前感知器通信	9日	06/12/14(木)	07/01/08(火)
296	東電 渋谷前感知器電源	13日	07/01/10(水)	07/01/24(水)
297	仮設工[C]	355日	05/09/22(木)	06/12/02(土)
298	仮覆工	9日	05/09/22(木)	05/10/01(土)
299	布覆	4日	05/10/03(月)	05/10/06(木)
300	土留壁工・中間杭打設	11日	05/10/07(金)	05/10/19(水)
301	機械組立	3日	05/10/07(金)	05/10/10(月)
302	プラント設備	3日	05/10/11(火)	05/10/13(木)
303	コーナー部	1日	05/10/14(金)	05/10/14(金)
304	コーナー部養生	2日	05/10/15(土)	05/10/17(日)
305	土留壁工	14日	05/10/20(木)	05/11/04(金)
306	仮覆工	6日	05/10/11(火)	05/10/17(日)
307	トレンチシート防護	6日	05/10/11(火)	05/10/17(日)
308	中間杭打設工(PIP杭)	10日	05/11/05(土)	05/11/16(水)
309	仮覆工	5日	05/10/18(火)	05/10/22(土)
310	トレンチシート防護	6日	05/10/18(火)	05/10/24(月)
311	土留壁工 SMM達成	15日	05/11/17(木)	05/12/03(土)
312	土留壁工 SMM達成	9日	05/12/05(月)	05/12/14(水)
313	城南河川 到達立杭	5日	06/03/25(土)	06/03/30(木)
314	城南河川 到達立杭	6日	06/03/31(金)	06/04/06(木)
315	城南河川 到達立杭	30日	06/04/20(木)	06/05/27(土)
316	城南河川 到達立杭	14日	06/06/28(水)	06/07/13(木)
317	城南河川 到達立杭	12日	06/07/21(金)	06/08/03(木)
318	城南河川 到達立杭	57日	06/08/04(金)	06/10/12(木)
319	城南河川 到達立杭	12日	06/10/13(金)	06/10/26(木)
320	城南河川 到達立杭	32日	06/10/27(金)	06/12/02(土)
321	城南河川 到達立杭 舗装工事	2日	06/10/13(金)	06/10/14(土)
322	城南河川 到達立杭 舗装工事	2日	06/10/18(水)	06/10/19(木)
323	城南河川 到達立杭 プラント組立・ ジョイント	3日	06/10/20(金)	06/10/23(月)

図-20(c) 実施工計画ガントチャート

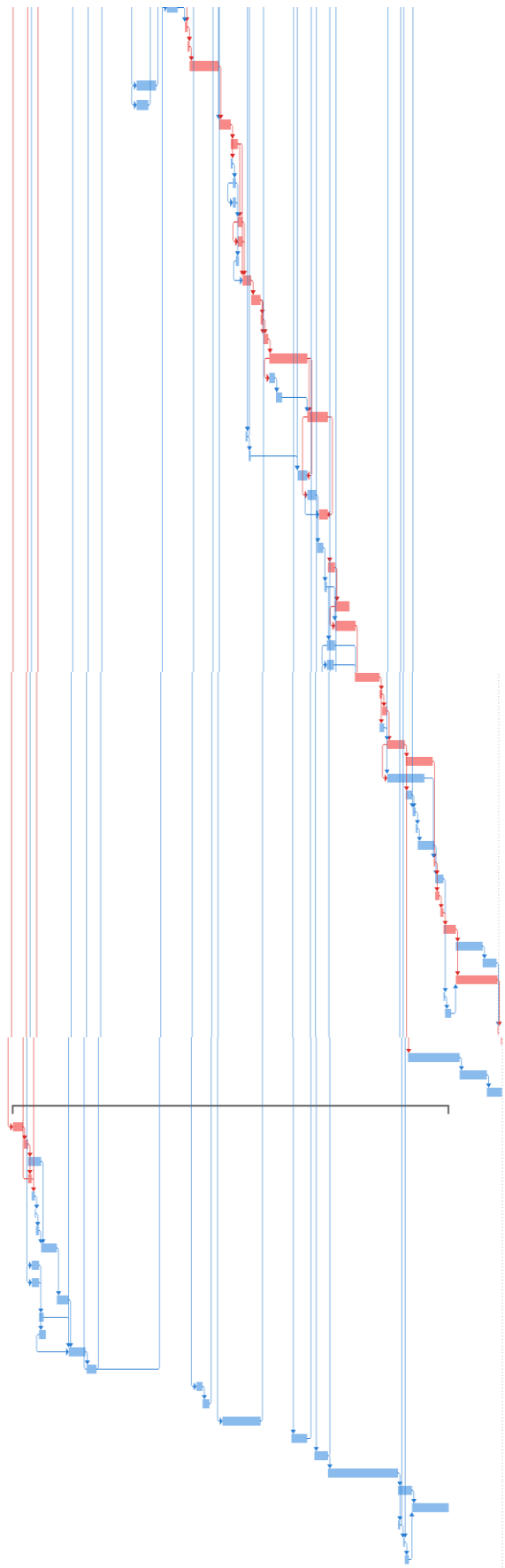


図-21(c) 実施工計画ガントチャート



1		◆ 全行程	524日	05/01/11 (火)	06/11/29 (水)
2		◆ 試験工	99日	05/01/11 (火)	05/06/20 (月)
3		◆ 試験工「A」	84日	05/01/28 (金)	05/06/20 (月)
4		試験工(車道部)	3日	05/01/28 (金)	05/01/31 (月)
5		試験工(歩道部)	3日	05/02/08 (水)	05/02/11 (金)
6		試験工(車道部)	2日	05/02/19 (土)	05/02/21 (月)
7		試験工(車道部)	2日	05/02/22 (火)	05/02/23 (水)
8		試験工(車道部)	5日	05/02/24 (木)	05/04/08 (水)
9		試験工(車道部)	3日	05/04/07 (水)	05/04/09 (土)
10		試験工(車道部)	9日	05/04/22 (金)	05/05/11 (水)
11		試験工(車道部)	6日	05/05/12 (木)	05/05/18 (水)
12		試験工(旧道工)	7日	05/05/13 (木)	05/05/20 (水)
13		◆ 探査工	46日	05/04/11 (月)	05/06/11 (土)
14		探査工(磁気探査)	10日	05/04/11 (月)	05/04/21 (木)
15		探査工(磁気探査)	8日	05/04/13 (水)	05/04/21 (木)
16		探査工(磁気探査)	10日	05/04/22 (金)	05/05/12 (木)
17		探査工(磁気探査)	10日	05/05/18 (水)	05/05/28 (土)
18		探査工(磁気探査)	12日	05/05/20 (金)	05/06/11 (土)
19		◆ 試験工「B」	82日	05/01/17 (月)	05/06/08 (月)
20		試験工(車道部)	1日	05/01/17 (月)	05/01/17 (月)
21		試験工(歩道部)	6日	05/01/17 (月)	05/01/22 (土)
22		試験工(歩道部)	4日	05/01/24 (月)	05/01/27 (木)
23		試験工(車道部)	3日	05/01/20 (木)	05/01/22 (土)
24		試験工(車道部)	5日	05/02/01 (火)	05/02/05 (土)
25		試験工(車道部) 仮復旧	2日	05/02/07 (月)	05/02/08 (火)
26		試験工(歩道部) 仮復旧	6日	05/02/12 (土)	05/02/18 (金)
27		MH内部調査工事	6日	05/05/23 (月)	05/05/28 (土)
28		試験工(旧道工)	3日	05/05/03 (金)	05/05/06 (月)
29		◆ 探査工「C」	28日	05/04/22 (金)	05/06/02 (木)
30		探査工(磁気探査)	8日	05/04/22 (金)	05/05/21 (木)
31		探査工(磁気探査)	6日	05/05/09 (月)	05/05/14 (土)
32		探査工(磁気探査)	6日	05/05/16 (月)	05/05/21 (土)
33		探査工(磁気探査)	10日	05/05/23 (月)	05/06/02 (木)
34		◆ 試験工「C」	99日	05/01/11 (火)	05/06/20 (月)
35		試験工(歩道部)	5日	05/01/11 (火)	05/01/11 (火)
36		◆ 探査工「C」	4日	05/05/13 (金)	05/05/17 (火)
37		探査工(磁気探査)	4日	05/05/13 (金)	05/05/17 (火)
38		◆ 支障物撤去工	402日	05/05/30 (月)	06/10/11 (水)
39		◆ 支障物移動撤去復旧工「A」	164日	05/11/08 (火)	05/06/06 (火)
40		中央分離帯仮撤去・設置	3日	05/11/08 (火)	05/11/10 (木)
41		歩道切削	6日	05/11/11 (金)	05/11/17 (木)
42		自転車乗降帯移設・延長短縮	7日	05/11/18 (木)	05/11/25 (金)
43		街路撤去	1日	05/11/26 (土)	05/11/26 (土)
44		歩道切削	4日	05/11/28 (月)	05/12/01 (木)
45		信号柱設置	4日	05/12/02 (金)	05/12/06 (火)
46		歩道撤去・復旧	5日	05/12/07 (土)	05/12/08 (日)
47		国道歩道橋基礎防護撤去	4日	05/04/27 (木)	05/05/01 (月)
48		歩道橋仮撤去	3日	05/05/27 (土)	05/05/30 (月)
49		歩道橋基礎撤去	6日	05/05/31 (水)	05/06/06 (火)
50		◆ 支障物移動撤去復旧工「B」	329日	05/08/31 (水)	06/10/11 (水)
51		下水切削	8日	05/08/31 (水)	05/09/08 (木)
52		標誌設置調査	2日	05/09/01 (木)	05/09/01 (木)
53		歩道切削	2日	05/09/08 (金)	05/09/15 (木)
54		国道支障物移設・撤去	2日	05/09/16 (金)	05/09/17 (土)
55		管線移設布地(下水)	10日	05/09/19 (月)	05/09/29 (木)
56		国道支障物移設・撤去	4日	05/09/19 (月)	05/09/22 (日)
57		歩道切削	9日	05/09/23 (金)	05/10/01 (土)
58		切削・支障物撤去	11日	05/10/05 (水)	05/10/17 (月)
59		街路灯移設	2日	05/10/18 (火)	05/10/19 (水)
60		街路灯移設	2日	05/10/20 (木)	05/10/21 (金)
61		歩道切削・街路工事	1日	05/10/22 (土)	05/10/22 (土)
62		歩道切削・街路工事	2日	05/10/24 (月)	05/10/25 (火)
63		歩道切削	4日	05/10/26 (水)	05/10/29 (土)
64		中央分離帯ガード設置	2日	05/10/31 (月)	05/11/01 (火)
65		歩道切削・歩道復旧・設置	6日	05/11/02 (火)	05/11/07 (月)
66		街路灯移設・信号移設	5日	05/11/28 (月)	05/12/03 (土)
67		消火栓構築移設	1日	05/05/02 (火)	05/05/02 (火)
68		街路灯移設	2日	05/05/03 (水)	05/05/04 (木)
69		感知器移設	3日	05/05/08 (月)	05/05/10 (水)
70		内部・街路支障物撤去工	14日	05/05/11 (木)	05/05/26 (金)
71		内部・街路支障物撤去工	6日	05/05/21 (木)	05/06/06 (火)
72		街路灯移設・旧水道撤去工	11日	05/06/07 (水)	05/06/19 (月)
73		歩道切削	5日	05/06/07 (水)	05/06/12 (月)
74		街路灯移設	3日	05/06/13 (火)	05/06/15 (木)
75		ガードパイプ撤去	3日	05/06/20 (水)	05/06/22 (木)
76		構築移設・街路灯撤去・移設	6日	05/06/23 (金)	05/06/29 (木)
77		歩道切削・フェーシング設置	4日	05/06/23 (金)	05/06/27 (日)
78		感知器人孔等構築調整	6日	05/07/04 (火)	05/07/04 (火)
79		車電管状掘削工事	13日	05/06/20 (火)	05/07/04 (火)
80		信号移設取り工	6日	05/07/05 (水)	05/07/11 (火)
81		地上支障物移設工	6日	05/07/12 (水)	05/07/18 (火)
82		感知器移設・復旧工	11日	05/07/05 (水)	05/07/17 (月)
83		街路灯移設・PM撤去	2日	05/10/10 (火)	05/10/11 (水)
84		◆ 支障物移動撤去復旧工「C」	103日	05/05/30 (月)	05/10/04 (火)
85		支障物移動撤去工	15日	05/05/30 (月)	05/06/15 (火)
86		街路樹撤去	6日	05/06/21 (火)	05/06/27 (月)
87		街路樹撤去	6日	05/06/28 (火)	05/07/04 (月)
88		街路灯設置調査	6日	05/06/16 (木)	05/06/22 (水)
89		街路灯設置工	12日	05/07/05 (火)	05/07/19 (月)
90		NTT電話ボックス基礎撤去	6日	05/06/23 (木)	05/06/29 (水)
91		街路灯設置工	2日	05/07/19 (火)	05/07/20 (水)
92		街路灯設置工	4日	05/07/28 (木)	05/08/01 (月)
93		信号機設置移設	6日	05/08/02 (火)	05/08/08 (月)
94		街路灯移設	6日	05/08/09 (火)	05/08/23 (火)
95		門柱撤去	6日	05/08/24 (水)	05/08/30 (火)
96		街路灯移設	3日	05/09/02 (金)	05/09/05 (月)
97		街路灯移設	8日	05/09/06 (火)	05/09/14 (火)
98		街路灯移設	3日	05/09/15 (木)	05/09/17 (土)
99		街路灯移設	2日	05/10/03 (月)	05/10/04 (火)
100		◆ 埋設管切替工事	24日	05/06/30 (木)	05/07/27 (水)
101		掘削工	6日	05/06/30 (木)	05/07/06 (水)
102		布設工	5日	05/07/07 (水)	05/07/12 (日)
103		掘削工	2日	05/07/13 (水)	05/07/14 (木)
104		埋の戻し	2日	05/07/21 (水)	05/07/22 (金)
105		復旧工撤去復旧	4日	05/07/23 (土)	05/07/27 (水)
106		◆ 仮設工	357日	05/09/16 (金)	06/11/29 (水)
107		◆ 仮設工「A」	357日	05/09/16 (金)	06/11/29 (水)
108		仮設工	6日	05/08/16 (金)	05/09/22 (木)
109		シート設置・プラント設置配管	4日	05/08/23 (金)	05/09/27 (火)
110		土留杭打(BH)	14日	05/09/16 (金)	05/10/01 (土)
111		土留杭打(BH)	4日	05/10/03 (月)	05/10/06 (木)
112		仮設工	3日	05/10/03 (月)	05/10/05 (水)
113		布設・防護	6日	05/10/07 (金)	05/10/13 (木)
114		プラント設置	6日	05/10/07 (金)	05/10/13 (木)
115		土留杭打(BH)	35日	05/10/04 (金)	05/11/23 (水)
116		土留杭打(BH)	31日	05/11/24 (木)	05/01/14 (土)
117		配管撤去工	18日	05/12/09 (金)	05/01/14 (土)
118		国道復旧工	18日	05/12/09 (金)	05/01/14 (土)
119		土留杭打(BH)	19日	05/11/18 (月)	05/02/06 (月)
120		TBH(BH兼用)配管工(仮設工)	4日	05/01/16 (月)	05/01/19 (木)
121		BH仮設工	6日	05/01/16 (月)	05/01/21 (土)
122		TBH(BH兼用)配管工(仮設工)	4日	05/01/23 (月)	05/01/26 (木)
123		TBH(BH兼用)配管工(仮設工)	4日	05/01/27 (金)	05/01/31 (火)
124		BH中間杭仮設工	9日	05/01/27 (金)	05/02/06 (月)
125		BH中間杭仮設工	3日	05/02/07 (火)	05/02/08 (水)
126		TBH(BH兼用)仮設工	12日	05/02/04 (土)	05/02/17 (金)
127		TBH(BH兼用)仮設工	15日	05/02/18 (土)	05/03/07 (火)
128		TBH(BH兼用)配管工	29日	05/02/04 (土)	05/03/08 (水)
129		TBH(外部)背面薬注工	7日	05/02/27 (金)	05/02/03 (金)
130		仮設工	3日	05/03/10 (金)	05/03/13 (日)
131		TBH(BH兼用)配管工	3日	05/03/14 (火)	05/03/16 (木)
132		路面復土工	3日	05/03/17 (金)	05/03/20 (月)
133		BH中間杭仮設工	6日	05/03/21 (火)	05/03/27 (月)
134		TBH(BH兼用)仮設工	2日	05/03/17 (金)	05/03/18 (土)

図-22(a) 仮想施工計画ガントチャート

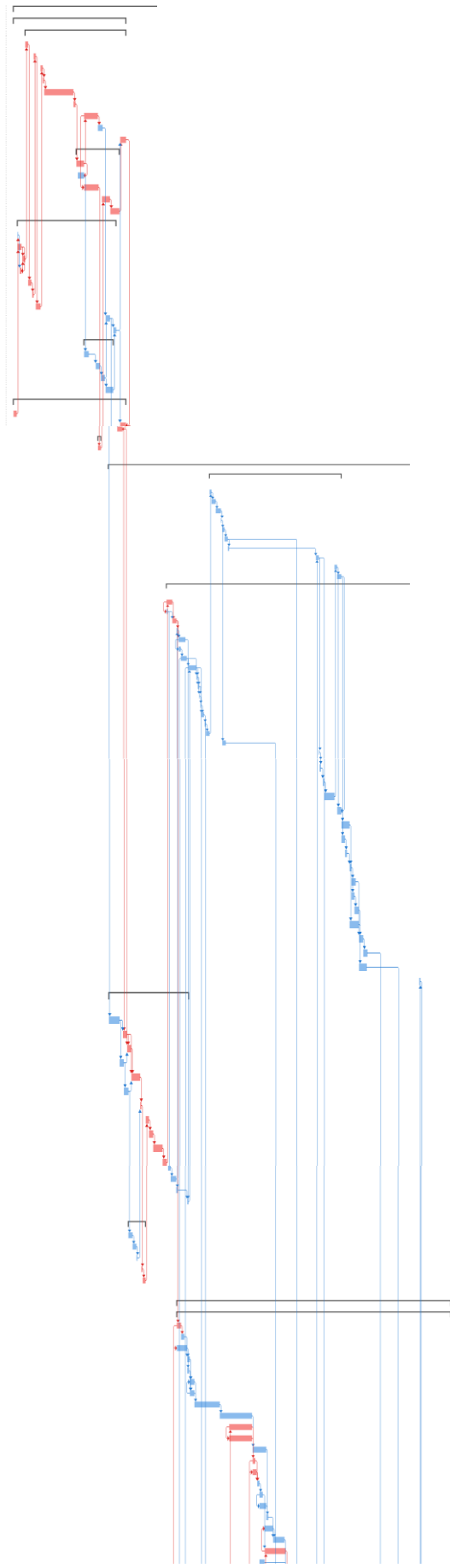


図-23(a) 仮想施工計画ガントチャート

138	TH(BH兼用) 仮覆工	2日	06/09/17(金)	06/09/18(土)
139	城南河川 仮覆立杭	3日	06/09/20(月)	06/09/22(水)
140	城南河川 仮覆立杭	15日	06/09/28(火)	06/04/13(水)
141	城南河川 仮覆立杭	30日	06/04/14(金)	06/05/22(月)
142	城南河川 仮覆立杭	16日	06/05/23(火)	06/06/09(金)
143	城南河川 仮覆立杭	10日	06/06/10(土)	06/06/21(水)
144	城南河川 仮覆立杭	14日	06/06/22(金)	06/07/07(金)
145	城南河川 仮覆立杭	3日	06/07/12(水)	06/07/14(金)
146	城南河川 仮覆立杭(SMW)	12日	06/07/21(土)	06/07/28(金)
147	城南河川 仮覆立杭(SMW)	19日	06/07/28(金)	06/08/08(水)
148	城南河川 仮覆立杭(SMW)造成	22日	06/08/10(水)	06/09/07(水)
149	城南河川 仮覆立杭 プラント解体	6日	06/09/08(金)	06/09/14(水)
150	仮覆立杭(路面覆工)	18日	06/09/08(金)	06/09/28(水)
151	仮覆立杭(地盤改良)	12日	06/09/29(金)	06/10/12(水)
152	仮覆立杭(薬液注入)	5日	06/10/14(土)	06/10/17(火)
153	仮覆立杭(オイル補強)	17日	06/09/29(金)	06/10/16(水)
154	仮覆立杭(薬液注入)	4日	06/10/19(水)	06/10/23(月)
155	仮覆立杭(仮設)土工事	4日	06/10/24(火)	06/10/27(金)
156	仮覆立杭(薬液注入)	6日	06/10/26(土)	06/11/03(金)
157	仮覆立杭(仮設)土工事	9日	06/11/04(土)	06/11/14(水)
158	仮覆立杭(薬液注入)	7日	06/11/16(水)	06/11/22(水)
159	仮覆立杭(仮設) 仮覆工撤去	6日	06/11/23(水)	06/11/29(水)
160	TH(BH兼用) 仮覆工	4日	06/09/28(火)	06/03/31(金)
161	路面覆土工	8日	06/04/01(土)	06/04/10(月)
162	プラント設置	3日	06/04/01(土)	06/04/04(火)
163	TH(外部) 背面薬注工	7日	06/04/05(水)	06/04/12(水)
164	TH(BH兼用) 仮覆工(外部)	7日	06/04/01(土)	06/04/04(火)
165	TH(BH兼用) 仮覆工(外部)	3日	06/04/13(水)	06/04/15(土)
166	防護管設置	2日	06/04/17(月)	06/04/18(火)
167	注入工	84日	06/04/19(水)	06/07/28(金)
168	TH(BH兼用) 仮覆工(外部)	16日	06/04/19(水)	06/05/10(水)
169	TH(BH兼用) 配管工(外部)	4日	06/04/27(水)	06/05/01(月)
170	TH(BH兼用) 仮覆工(外部)	2日	06/05/02(火)	06/05/03(水)
171	TH(BH兼用) 仮覆工(外部)	4日	06/05/08(火)	06/05/12(金)
172	TH(BH兼用) 仮覆工(内部)	6日	06/04/19(水)	06/04/26(水)
173	TH(BH兼用) 仮覆工(内部)	4日	06/05/11(水)	06/05/15(月)
174	TH(BH兼用) 配管工(内部)	2日	06/05/11(水)	06/05/12(金)
175	TH(BH兼用) 仮覆工(内部)	2日	06/05/13(土)	06/05/15(月)
176	TH(BH兼用) 配管工(内部)	4日	06/05/16(土)	06/05/19(金)
177	TH(BH兼用) 仮覆工(内部)	3日	06/05/20(土)	06/05/23(火)
178	TH(BH兼用) 配管工(内部)	3日	06/05/24(水)	06/05/26(金)
179	TH(BH兼用) 仮覆工(内部)	3日	06/05/27(土)	06/05/30(水)
180	TH(BH兼用) 配管工(内部)	3日	06/05/31(水)	06/06/02(金)
181	TH(BH兼用) 仮覆工(内部)	3日	06/06/03(土)	06/06/06(水)
182	TH(BH兼用) 配管工(内部)	3日	06/06/07(水)	06/06/09(金)
183	TH(BH兼用) 仮覆工(内部)	3日	06/06/10(土)	06/06/13(水)
184	TH(BH兼用) 配管工(内部)	3日	06/06/10(土)	06/06/13(水)
185	TH(BH兼用) 仮覆工(内部)	3日	06/06/14(水)	06/06/16(金)
186	TH(BH兼用) 配管工(内部)	3日	06/06/14(水)	06/06/16(金)
187	TH(BH兼用) 仮覆工(内部)	3日	06/06/17(土)	06/06/20(水)
188	TH(BH兼用) 配管工(内部)	3日	06/06/17(土)	06/06/20(水)
189	TH(BH兼用) 仮覆工(内部)	5日	06/06/21(水)	06/06/26(月)
190	TH(BH兼用) 配管工(内部)	5日	06/06/21(水)	06/06/26(月)
191	TH(BH兼用) 仮覆工(内部)	5日	06/06/27(火)	06/07/01(土)
192	TH(BH兼用) 配管工(内部)	5日	06/06/27(火)	06/07/01(土)
193	TH(BH兼用) 仮覆工(内部)	6日	06/07/03(月)	06/07/11(火)
194	TH(BH兼用) 配管工(内部)	5日	06/07/03(月)	06/07/07(金)
195	TH(内部) 仮覆工(外部)	62日	06/07/29(土)	06/10/12(水)
196	TH(内部) 背面薬注工	39日	06/07/29(土)	06/09/12(水)
197	赤道機切り整入工	45日	06/08/13(水)	06/11/03(金)
198	TH(内部) 背面薬注工 解体	6日	06/08/13(水)	06/08/19(火)
199	TH(内部) 背面薬注工 プラント 設	6日	06/08/13(水)	06/08/19(火)
200	TH(内部) 背面薬注工	21日	06/08/20(土)	06/10/13(金)
201	TH(内部) 背面薬注工 解体	5日	06/10/14(土)	06/10/19(水)
202	TH杭打工(外部) 配管工	7日	06/10/14(土)	06/10/21(土)
203	THプラント工	10日	06/09/20(水)	06/09/30(土)
204	THプラント 工	10日	06/10/06(金)	06/10/17(火)
205	TH(BH兼用) 配管工	4日	06/10/02(月)	06/10/05(木)
206	TH(BH兼用) 配管工	4日	06/10/18(水)	06/10/21(土)
207	TH杭打準備工/杭打工	38日	06/10/06(金)	06/11/18(土)
208	TH(BH兼用) 布留工	5日	06/10/24(火)	06/10/28(土)
209	TH(BH兼用) 配管工	14日	06/10/31(火)	06/11/15(水)
210	TH(BH兼用) 配管工	6日	06/10/24(火)	06/10/30(月)
211	TH(BH兼用) 布留工	14日	06/10/14(土)	06/10/30(月)
212	TH(BH兼用) 布留工	8日	06/10/14(土)	06/10/23(月)
213	TH(BH兼用) 布留工	6日	06/11/16(水)	06/11/22(水)
214	TH(外部) 背面薬注工/杭打工	25日	06/10/31(火)	06/11/28(火)
215	<b>仮設工(B)</b>	<b>034日</b>	<b>06/10/01(土)</b>	<b>06/11/17(金)</b>
216	布留-防護	3日	06/10/01(土)	06/10/04(火)
217	仮覆工	9日	06/10/05(水)	06/10/14(金)
218	トレンチシート防護	9日	06/10/15(土)	06/10/25(火)
219	仮覆工	4日	06/10/26(水)	06/10/29(土)
220	トレンチシート防護	4日	06/10/26(水)	06/10/29(土)
221	中間杭打設工(PPH杭)	4日	06/10/26(水)	06/10/29(土)
222	仮覆工/布留-防護	9日	06/10/31(月)	06/11/08(水)
223	仮覆工-防護	2日	06/11/29(火)	06/11/30(水)
224	仮覆工-防護	5日	06/12/01(水)	06/12/06(火)
225	中間杭打設工(PPH杭)	4日	06/12/08(金)	06/12/13(火)
226	土留壁工 SMW先行削孔	10日	06/12/14(水)	06/01/10(火)
227	土留壁工 SMW先行削孔	6日	06/01/11(水)	06/01/17(火)
228	仮覆工撤去 電線管盛設	3日	06/12/14(水)	06/12/16(金)
229	仮覆工	2日	06/12/17(土)	06/01/04(水)
230	中間杭 杭打布留工	10日	06/12/14(水)	06/01/10(火)
231	中間杭打設工(PPH杭)	2日	06/01/16(水)	06/01/19(火)
232	土留壁工 SMW先行削孔	2日	06/01/20(金)	06/01/21(土)
233	土留壁工 SMW造成	26日	06/01/23(月)	06/02/21(火)
234	YBH(薬注用) 配管工	17日	06/01/16(水)	06/02/03(金)
235	下水切廻し	10日	06/01/16(水)	06/01/26(水)
236	中間杭打設工(PPH杭)	9日	06/02/22(水)	06/03/03(金)
237	土留壁工 SMW先行削孔	6日	06/03/04(土)	06/03/10(金)
238	SMW 杭打布留工(仮覆工)	2日	06/03/04(土)	06/03/06(月)
239	SMW 杭打布留工(仮覆工)	2日	06/03/07(火)	06/03/08(水)
240	中間杭 杭打布留工(2) 仮覆工	2日	06/03/07(火)	06/03/08(水)
241	中間杭 杭打布留工(2) 支障物撤去	2日	06/03/11(土)	06/03/13(月)
242	中間杭 杭打布留工(2) 布留-防護	2日	06/03/11(土)	06/03/13(月)
243	SMW 杭打布留工(2) 布留-防護	3日	06/03/08(水)	06/03/11(土)
244	土留壁工 SMW先行削孔	8日	06/03/14(火)	06/03/22(水)
245	中間杭打設工(PPH杭)	8日	06/03/23(金)	06/03/31(金)
246	土留壁工 SMW先行削孔 多軸切廻し	2日	06/04/01(土)	06/04/03(月)
247	中間杭打設工(PPH杭)	5日	06/04/04(水)	06/04/08(土)
248	土留壁工 SMW造成	34日	06/04/10(月)	06/05/22(月)
249	路面覆土工	6日	06/04/10(月)	06/04/15(土)
250	路面覆土工	6日	06/04/17(月)	06/04/24(月)
251	路面覆土工(SMW側街受設置)	18日	06/05/23(火)	06/06/12(月)
252	下水切廻し	2日	06/05/04(水)	06/05/06(月)
253	下水切廻し	2日	06/05/08(火)	06/05/10(水)
254	下水切廻し	9日	06/05/13(土)	06/05/23(火)
255	路面覆土工(3-18) 中間杭側街受設置	8日	06/05/23(火)	06/05/31(水)
256	路面覆土工(3-18) トレンチシート	8日	06/06/03(土)	06/06/12(月)
257	路面覆土工(3-18) 中間杭側街受設置	6日	06/06/01(水)	06/06/07(水)
258	路面覆土工(3-18) SMW側街受設置	6日	06/06/13(火)	06/06/19(月)
259	路面覆土工(3-17)	3日	06/06/08(水)	06/06/10(土)
260	路面覆土工(3-18) 掘削 残土撤去	10日	06/06/20(火)	06/06/30(水)
261	路面覆土工(3-18)	15日	06/06/20(火)	06/07/06(水)
262	路面覆土工(3-17)	7日	06/06/12(月)	06/06/19(月)
263	地盤改良工	6日	06/06/12(月)	06/06/17(土)
264	下水切廻し	6日	06/06/12(月)	06/06/17(土)
265	地盤改良工	21日	06/07/07(金)	06/07/31(水)
266	路面覆土工 舗装工	3日	06/06/01(水)	06/06/03(木)
267	路面覆土工 旧舗工	4日	06/06/04(金)	06/06/06(土)
268	SMW仮覆工	5日	06/06/01(水)	06/06/05(土)
269	SMW仮覆工	16日	06/06/09(水)	06/06/30(水)
270	SMW仮覆工	24日	06/06/31(水)	06/09/27(水)
271	中間杭PPH仮覆工	33日	06/06/08(水)	06/09/19(水)
272	路面覆土工 下水切廻し	6日	06/06/31(水)	06/09/06(水)
273	SMW工 機械組立	3日	06/06/07(水)	06/06/09(土)
274	SMW工 プラント設置	2日	06/06/11(月)	06/06/12(火)
275	SMW工	14日	06/06/13(水)	06/06/28(水)
276	PPH中間杭	2日	06/06/28(水)	06/06/29(木)

図-22(b) 仮想施工計画ガントチャート

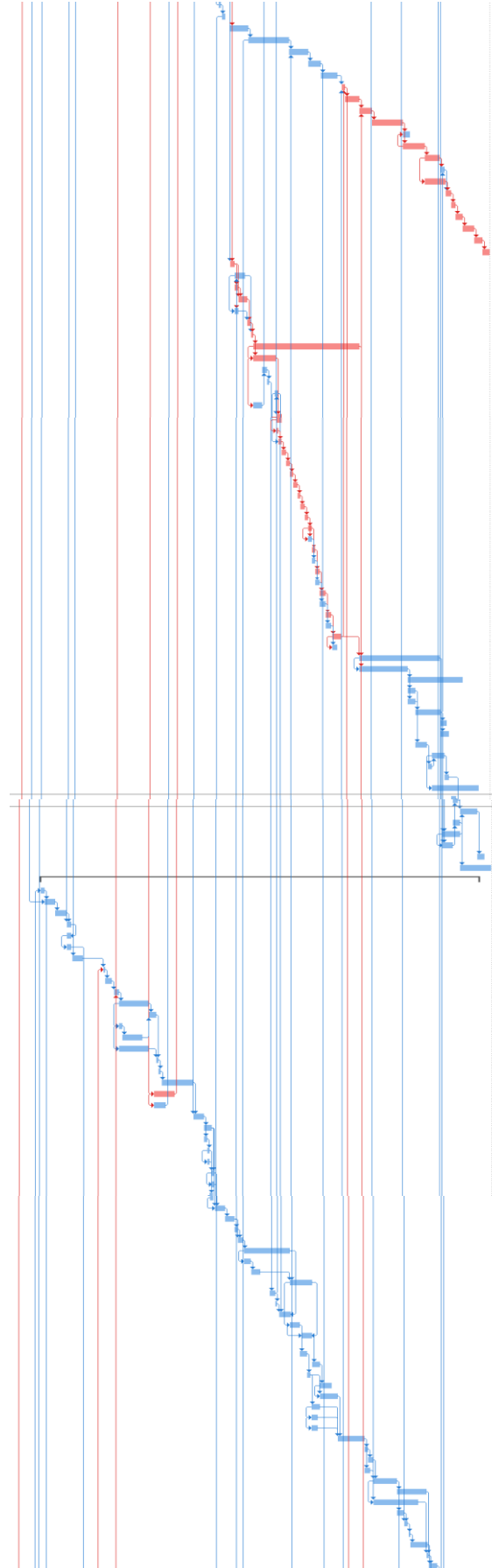


図-23(b) 仮想施工計画ガントチャート

276	馬	PIP中間杭	2日	06/09/28(木)	06/09/29(金)
277	馬	SMMW仮覆工	7日	06/09/30(土)	06/10/07(土)
278	馬	SMMW 1号機	4日	06/09/30(土)	06/10/04(水)
279	馬	PIP中間杭	3日	06/10/05(木)	06/10/07(土)
280	馬	SMMW 1号機	11日	06/10/09(月)	06/10/20(金)
281	馬	PIP中間杭	9日	06/10/21(土)	06/10/31(火)
282	馬	SMMW 1号機	12日	06/11/01(水)	06/11/14(火)
283	馬	SMMW 2号機	22日	06/10/21(土)	06/11/15(水)
284	馬	路面覆工	2日	06/10/09(月)	06/10/10(火)
285	馬	路面覆工	5日	06/10/11(水)	06/10/16(月)
286	馬	中間杭/SMMW 仮覆工	2日	06/11/16(木)	06/11/17(金)
287	馬	歩道幅切り替え工	45日	06/08/31(木)	06/10/21(土)
288	馬	NTT渋谷前感知器通信	9日	06/10/23(月)	06/11/01(水)
289	馬	東電 渋谷前感知器電源	13日	06/11/02(木)	06/11/16(木)
290	馬	・仮設工[C]	355日	05/09/16(金)	06/11/27(月)
291	馬	仮覆工	9日	05/09/16(金)	05/09/26(月)
292	馬	布掘	4日	05/09/27(火)	05/09/30(金)
293	馬	土留壁工・中間杭打設	11日	05/10/01(土)	05/10/13(木)
294	馬	機械組立	3日	05/10/01(土)	05/10/04(火)
295	馬	プラント設備	3日	05/10/05(水)	05/10/07(金)
296	馬	コーナー部	1日	05/10/08(土)	05/10/08(土)
297	馬	コーナー部養生	2日	05/10/10(月)	05/10/11(火)
298	馬	土留壁工	14日	05/10/14(金)	05/10/29(土)
299	馬	仮覆工	6日	05/10/05(水)	05/10/11(火)
300	馬	トレンチシート防護	6日	05/10/05(水)	05/10/11(火)
301	馬	中間杭打設工(PIP杭)	10日	05/10/31(月)	05/11/10(木)
302	馬	仮覆工	5日	05/10/12(水)	05/10/17(月)
303	馬	トレンチシート防護	6日	05/10/12(水)	05/10/18(火)
304	馬	土留壁工 SMMW造成	15日	05/11/11(金)	05/11/28(月)
305	馬	土留壁工 SMMW造成	9日	05/11/29(火)	05/12/08(木)
306	馬	城南河川 到達立杭	5日	06/03/20(月)	06/03/24(金)
307	馬	城南河川 到達立杭	6日	06/03/25(土)	06/03/31(金)
308	馬	城南河川 到達立杭	30日	06/04/14(金)	06/05/22(月)
309	馬	城南河川 到達立杭	14日	06/06/22(木)	06/07/07(金)
310	馬	城南河川 到達立杭	12日	06/07/15(土)	06/07/28(金)
311	馬	城南河川 到達立杭	57日	06/07/29(土)	06/10/06(金)
312	馬	城南河川 到達立杭	12日	06/10/07(土)	06/10/20(金)
313	馬	城南河川 到達立杭	32日	06/10/21(土)	06/11/27(月)
314	馬	城南河川 到達立杭 舗装工事	2日	06/10/07(土)	06/10/09(月)
315	馬	城南河川 到達立杭 舗装工事	2日	06/10/12(木)	06/10/13(金)
316	馬	城南河川 到達立杭 プラント組立・キャリブ立会	3日	06/10/14(土)	06/10/17(火)

図-22(c) 仮想施工計画ガントチャート

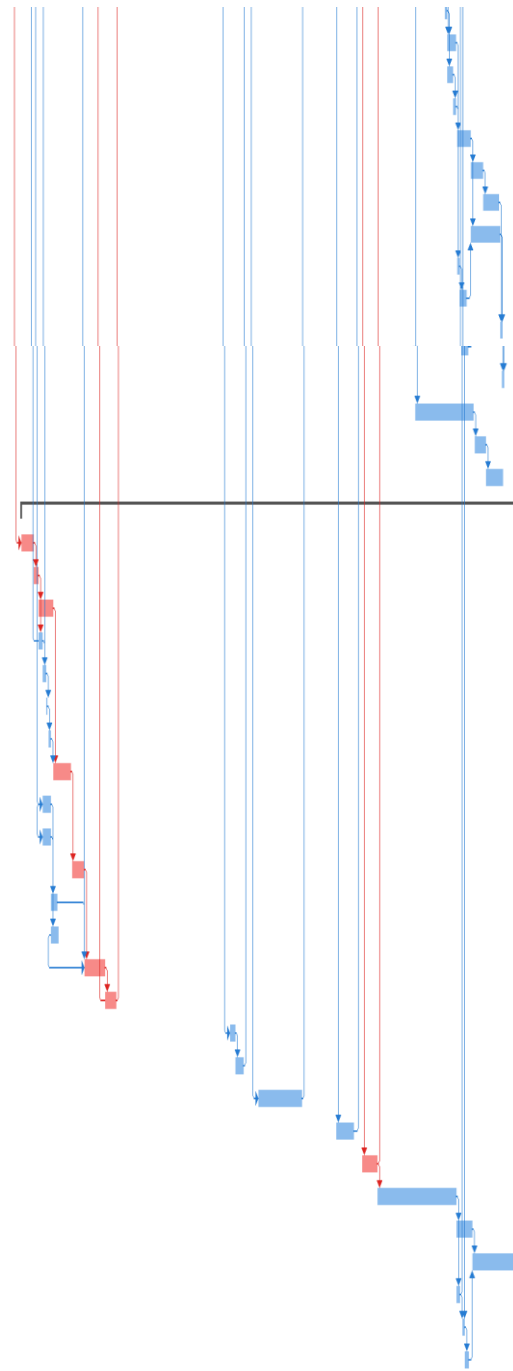


図-23(c) 仮想施工計画ガントチャート

## 5. 遅延解析法<sup>3)</sup>

遅延解析の目的は、遅延時間についてのコスト補償が決められようように、そのいくらが個々の関係者（契約者、発注者、またはどちらでもない）に起因するかをプロジェクト後に識別しようとするためのことである。遅延の種類には2種類あり、ひとつめは受注者がコストのリスクと時間的影響を想定しているイベントは遅延(NN)として分類される。ふたつめは施工者が時間延長と追加コストの回収の両方を受ける権利のある遅延(EC)がある。

### (1) Window analysisとは

特定の周期で更新されたスケジュールに関して、遅延の中間評価を行う。切り取り期間は通常計画または主要なプロジェクト・マイルストーンの大きな変化に基づいて、全体のプロジェクト期間は分けられる。予定通りにウィンドウ期間を越えた予定のままであることが維持される間、各々のウィンドウの中の予定は遅れの時に実際の期間とシーケンスを反映するために更新される。クリティカルパスと新しい完成日付を決定するために、分析は実行される。この新しい完成日付は、そのウィンドウ期間の間に遅れの量を与える分析より前の完成日付と比較される。

ウィンドウ1の終わりに1日の遅延があった。その理由は、契約者の3日間の遅れでした。クリティカルパスG1-G2-G3-G4-G6-G7-G8-G9を含む。2番目のウィンドウの最後に更新されたスケジュールのクリティカルパス上で請負業者が1日遅れて1日のずれを示した。クリテ

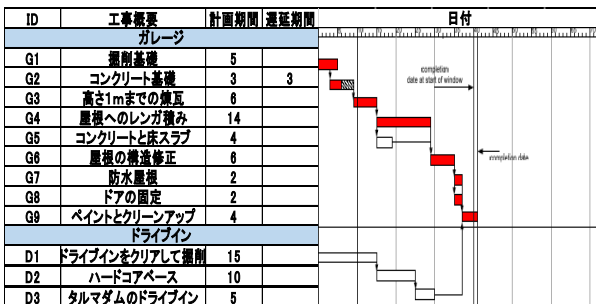


図-24 10日目に更新されたスケジュール

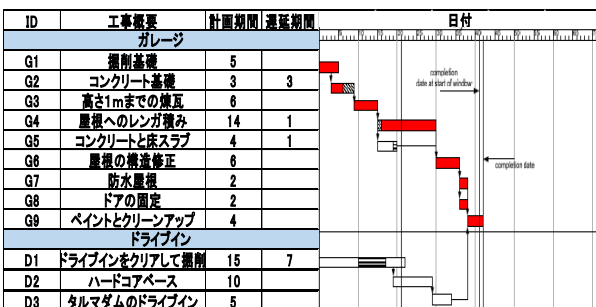


図-25 21日目に更新されたスケジュール

ィカルパスの受注者が2日遅れた結果、第3ウィンドウの最後に2日間の遅延が発生する。クリティカルパスは、4番目のウィンドウの最後にD1-D2-D3-G9に変更され、5日間のずれが生じました。このウィンドウ内の請負業者の遅延責任は2日間であるが、所有者は3日間です。最後のウィンドウの最後に、さらに2日間のずれが受注者によって引き起こされた。クリティカルパスに沿って、D1-D2-D3-G9。以下の表-3は、この分析の結果の要約を示す。

## 6. 本論の遅延分析の考察

### (1) 遅延解析

今回用いる遅延解析分析は、“Window” Analysisを用いて解析を行う。仮想施工計画において、遅延原因タスクが発生する期間を切り取っていく。今回、設定した遅延原因タスクは8つあり、“Window”として切り取った期間は初年度の2005年度は3か月ごとに切り取り計4回、次年度は2006年7月末までで計1回の総計5回の期間を切り取った。これらは遅延原因タスクが完了する期間に基づいて設定した期間である。

実際に遅延解析分析を進めていく前に切り取った5期間それぞれにおいて遅延原因タスクが、最短で施工期間に影響を及ぼす期間を把握する。また、その際のクリティカルパスの変動についても調べ遅延の影響度を把握していく。また、マイクロソフトプロジェクトで設定した期間のみのタスクを抽出する機能がなかったため、図-22の実施工計画から稼働日を一度完全に消去し、2005/03月までのデータを抽出するのには2005/04/01から元々の最終日であった2007/01/04までを休暇日として設定を行い2005/3月末まで稼働するタスク以外を消去した。

残りの切り取り期間についても同様に設定し、新たに施工計画を再構築させた。稼働日を一度完全に消去する方法でタスクを抽出していったので“Window” Analysisを用いる再構築した施工計画においては最終のタスク完了日が異なるが実際に稼働している日数は同じなので、遅延日の把握は最終完了日ではなく施工期間のみで管理している。最終タスクが完了するのは2005/10月末となる。

表-3 ウィンドウ分析結果

ウィンドウ番号	スケジュール更新	完了日	ウィンドウ内の遅延	
			EC	NN
0	0	40	0	0
1	10	41	0	1
2	21	42	0	1
3	31	44	2	0
4	39	49	3	2
5	51	51	2	0
合計			7	4



図-26(a) 05/3 月末までの実施工計画

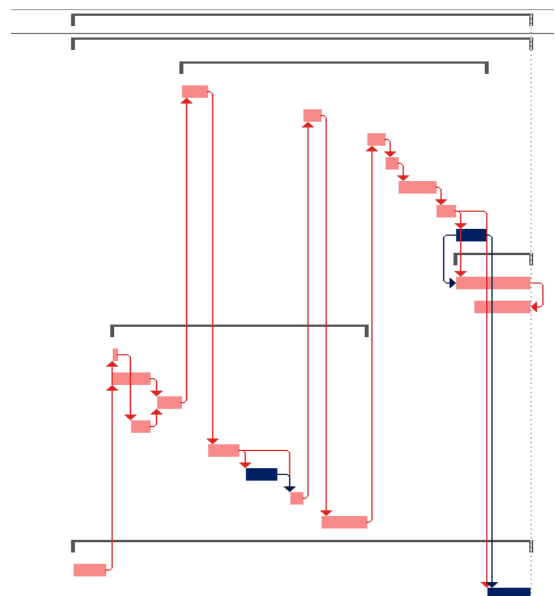


図-27(a) 05/3 月末までの実施工計画

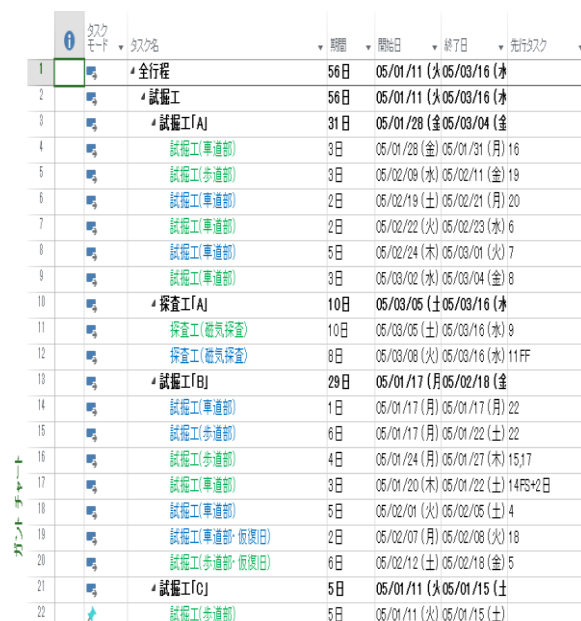


図-26(b) 05/3 月末までの仮想施工計画

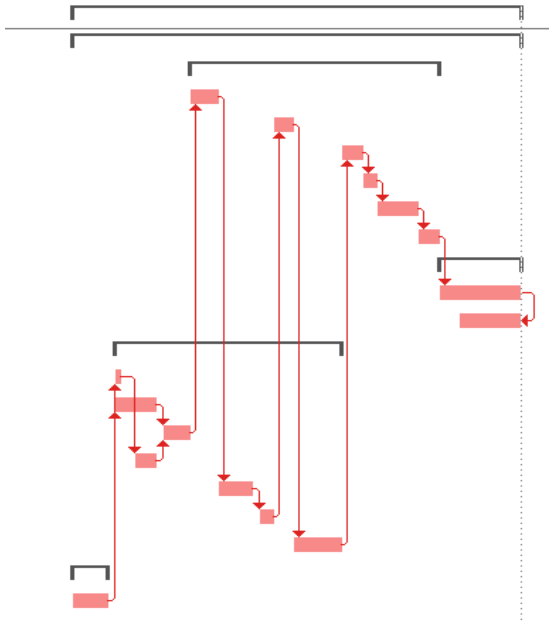


図-27(b) (2) 05/3 月末までの仮想施工計画

(2) 最短で全工程に遅延を生ずる遅延日数の検討

図-26(a), 図-27(a)に2005/03月末までの実施工計画ガントチャートと図-26(b), 図-27(b)に仮想施工計画ガ

ントチャートをそれぞれ示す。上で記した期間の遅延原因タスクと日数, 遅延を与える設定期間, 遅延日をそれぞれ表-4に示す。遅延を与える設定期間とは実施工計画日数を元に最短の工程で遅延を及ぼす期間でありその期間を生じて対応する遅延日数となる。

表-4 2005/1/11-2006/10 月末

工事タスク名	遅延原因タスク期間	実施工計画日数	遅延を与える設定期間	対応する遅延日
東電緊急工事	2005/2/7 2005/2/11	5日	5日	6日
試掘工(追加分)	2005/3/12 2005/3/16	4日	5日	1日
試掘工(追加分)	2005/3/17 2005/3/23	6日	7日	1日
試掘工(追加分)	2005/3/29 2005/4/8	10日	21日	1日
不明水道管	2005/8/26 2005/8/27	2日	3日	1日
不明管処理	2005/9/17 2005/9/20	3日	8日	1日
管路移設布掘(下水)	2005/9/26 2005/10/1	6日	7日	1日

### (3) 遅延日の増加期間

2005/1/11～2006/10月末までの切り取り期間に対して、遅延を与えるまでの設定期間を与えた際の遅延日の増加を図-28に示す。遅延を与えるまでの設定期間とは最短の工程で遅延を及ぼす期間でありその期間に生じて対応する遅延日をそれぞれグラフ化したものである。

### (4) 遅延解析分析

以上のデータを基に“Window” Analysis によって遅延解析分析を行っていく。

遅延原因タスクとは実施工計画において遅延や計画段階からより精密な設計図面があれば不要なタスクと断定できるタスクを抽出したものであり、設計段階から CIM を利用した場合はフロントローディングにより、これら全てのタスクを消去でき、再構築された計画を仮想施工計画と定めている。

本分析で用いる計画完了日は、仮想施工計画の計画完了日 535 日を基準として分析を行う。実施工計画では遅延が発生したタスクを既に考慮して作成された計画であり、この計画より完全に遅延タスクの特定や遅延期間の特定はできない。そこで、特定した遅延原因タスクが実施工計画完了日に影響を与えないタスクの場合は、影響を与える最短日を特定し、その日を基準として仮想施工計画に埋め込んでいき発生する遅延日の影響度を分析する。

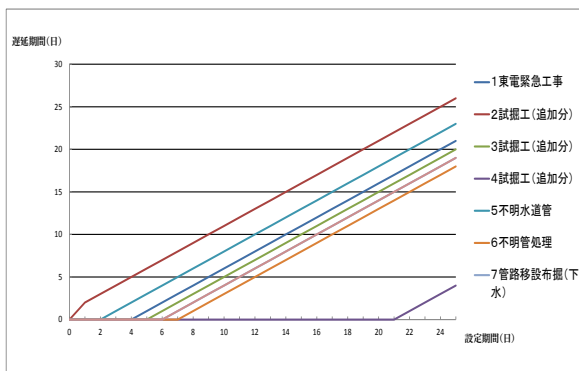


図-28 遅延を与える設定期間の際の遅延期間

表-5 “Window”分析結果

ウィンドウ番号	スケジュール更新	完了期間	ウィンドウ内の遅延	
			EC	NN
0(開始)	2005/1/11～2005/3月末	543日	8	0
1	2005/1/11～2005/6月末	544日	1	0
2	2005/1/11～2005/9月末	546日	0	2
3	2005/1/11～2005/12月末	547日	0	1
4	2005/1/11～2006/7月末	548日	0	1
5(完了)	2005/1/11～2006/10月末	548日	0	0
	合計		9	4

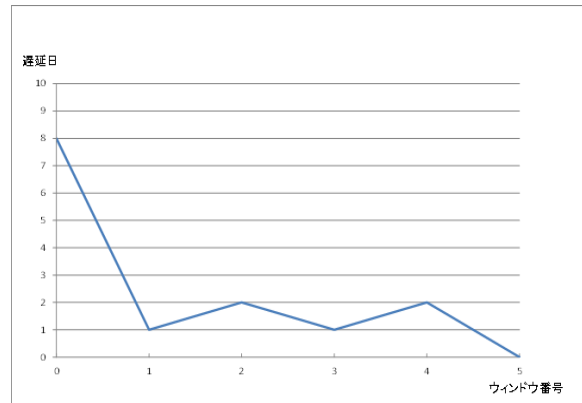


図-29 “Window”分析結果

表-4より、得られた遅延日より分析結果を以下の表-5、図-29に示す。

### (5) 分析結果の考察

これまでに遅延原因タスクとして想定してきたタスク 1-8 の期間を遅延発生までの最短期間で設定すると、前のウィンドウよりも早く遅延が発生してくるタスクや猶予期間が発生するタスクが生じている。これは切り取る期間によって刻一刻とクリティカルパスは変動していることを示し、本工事の施工の複雑さが垣間見られる。そのため、このような複雑性のある工事では、施工段階より前の設計段階から BIM モデルを作成した図面があることによる仮想施工やガントチャートを用いた工程計画を行う価値がある。

“Window”分析結果での結果は最短日の遅延日で分析を行ったが、ウィンドウ 1 での発注者責任の遅延や、ウィンドウ 3, 4 の施工者の遅延は 1 日も遅延が発生すると即施工完了日に影響を与えるタスクであることが明確にされた。また、図-31 より、遅延の影響が大きくなるほどガントチャート内のクリティカルパスは変化していきより複雑な工事へととなっていく 1 日の遅延が即全体の工期に影響を及ぼすのが明確であり遅延日が増えるほど施工に莫大なコストがかかってしまうと言える。

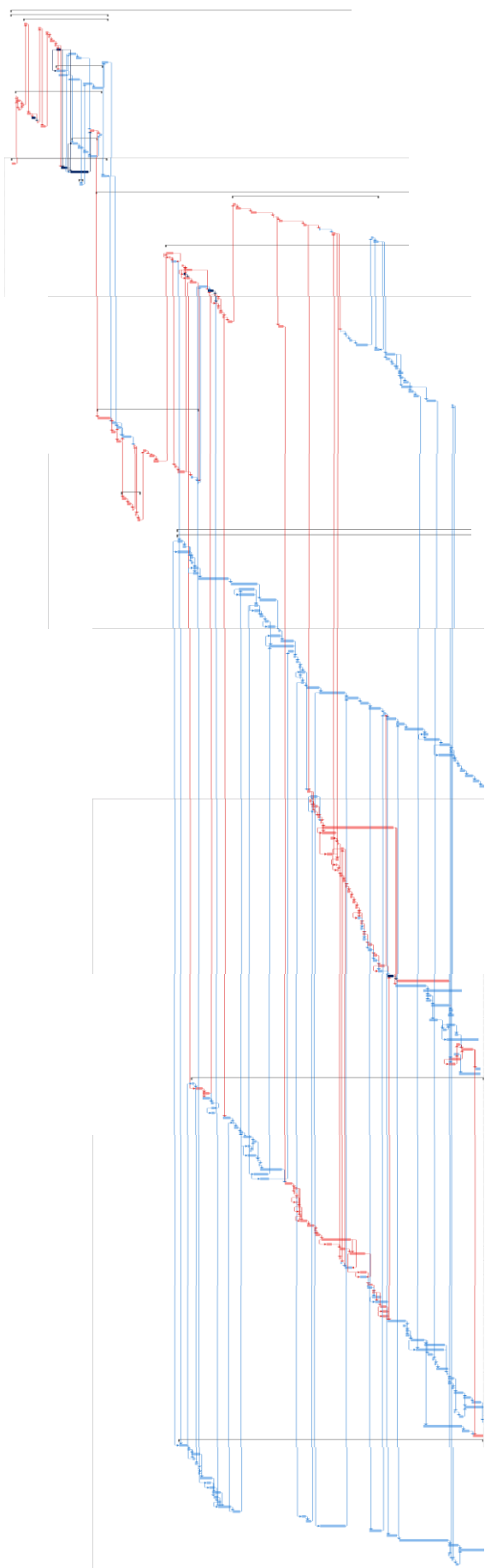


図-30 最終完了月 2006/10 月の仮想施工計画

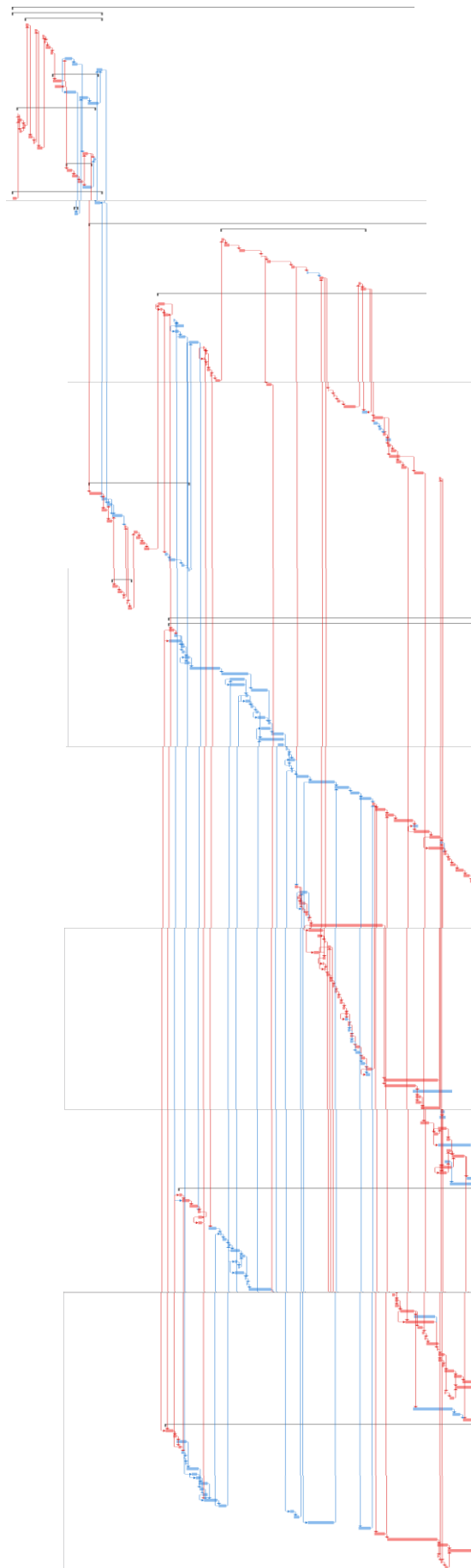


図-31 最終完了月 2006/10 月の実施施工計画

## 6. 結論

本研究では、設計時の施工性の検討が社会基盤施設の計画性向上に大きく寄与するとの認識を前提とし、特に施工リスクの要因として重大と思われる地下埋設物と構造物との干渉チェックが効率的に実施できることを実施工事例を用いて確認するとともに、クリティカルパス解析により、その有効性を検証するものである。

実際に現場で用いられた施工計画を示した図が図-21、-22 であり、遅延原因タスクを取り除いたものを仮想施工計画とし、示したものが図-23、-24 である。仮想施工計画での施工完了日が 524 日であり、ほとんど実際の施工計画の 533 日と差がない日数になった。これは、本工事で使用されていたバーチャートをガントチャートにおこした際に、元の計画の時点で精密であったことが明確に示される結果となった。しかし、ガントチャートを使用すれば、新規に施工計画を立てる際に容易に作成できるため、時間がバーチャートに比べ大きく削減でき、先行タスクを変更することで様々なシミュレーションを行い最適な工程計画をいち早く検討するメリットがある。また、既にガントチャートは BIM とも連動しており、ガントチャートの工程順に施工シミュレーションを行える技術は確立されつつあり今後はますます日本の建設産業が使用する施工計画はバーチャートからガントチャートへと移行が求められると考えられる。対象となった工事においては、現場管理者のマネジメント能力により、大きな施工遅延は発生していない。しかし、海外の特に発展途上国における工事などでは、設計時に予見されていない埋設管の存在が、工事の大幅遅延の原因となることが少なくないこと、国内工事においても埋設管の位置情報に関する設計変更が受注者の重大リスクとなることから、施工遅延の原因となるタスクの影響度を仮想的により重大に想定した状況に対して、プロジェクトマネジメントソフトウェアによる解析を行った。これにより、設

計時に埋設管情報を正確に BIM でモデル化することによる施工性向上の効果を間接的に評価することができた。

本研究の結果、施工遅延の原因となるタスクの影響度を仮想的により重大に想定した想定解析や施工遅延分析で、施工遅延の原因となるタスクの影響度が大きくなるにしたがって、クリティカルパスへの影響が顕著となり、精緻な地下埋設管情報の整備・統合的管理を実施するとともに、ガントチャートの有義性や設計段階から BIM を活用して施工性を検討することの価値を見出すことができた。

## 8. 参考文献

- 1) 日本建設業連合会：建設ハンドブック，pp23，2014
- 2) 外崎康弘：営繕部における BIM の試行について-設計段階における成果と課題-，pp1，営繕部 整備課。
- 3) Nuhu Braimah：Construction Delay Analysis Techniques—A Review of Application Issues and Improvement Needs，pp507-508

## Because the buried pipe interferes with the underground structure

### Delayed construction analysis

In recent years, the construction industry has been sweeping a variety of subjects, particularly the dramatic decline in productivity due to the specialty of construction production is remarkable and remarkable especially the serious construction schedule delay caused by unpredictable change in the construction process As a result of design changes and delays in construction, the contractor faces serious risk reduction of productivity decline. In particular, the existence of the buried pipe which is not foreseen at the time of designing in public works greatly affects construction In addition to the fact that the design change on the position information of the buried pipe is a serious risk of the contractor, even in domestic construction, in this research it is considered as a cause of delay in construction In this paper, we analyze the project management software with respect to situations where the degree of influence of tasks virtually more important, calculate the overall cost effectiveness, and consider the relationship between time and cost



