

## 7 - 4 水質

## 7-4 水質

### 7-4-1 現況調査

水質の調査概要を表 7-4-1 に示す。

表 7-4-1 調査概要(水質)

調査項目		調査地点	調査期間
水質	水質 (浮遊物質量、流量)	・石内川 2 地点 (雨水放流地点の上流・下流)	晴天時: 平成 21 年 6 月 9 日 降雨時: 平成 21 年 7 月 8 日(1 回目) 平成 21 年 10 月 2 日(2 回目)
	土質 (土砂沈降試験)	・計画地内の切土部分 3 地点	

#### 1) 現地調査

##### (1) 調査方法

水質(浮遊物質量、流量)

水質の調査は、「河川水質試験方法(案)」(建設省河川局)及び「建設省河川砂防技術基準(案)」(建設省河川局)記載の方法により実施した。浮遊物質量は流況(雨量・流量の増減)によって大きく変化するため、調査期間を晴天時及び降雨時に設定し、降雨時については 2 回調査を行った。

測定時には、流速計等を用いて流量を測定し、浮遊物質量についてはサンプルを採取し、ろ過法により計測した。

また、これらに付随して、水質に係る関連法規について整理を行った。

土質(土砂沈降試験)

計画地内の切土部分から生じる水の濁りについて予測するため、土壌の調査を実施した。計画地内の切土部分 3 地点から土壌サンプルを採取し、室内において沈降管による土壌沈降試験(初期 SS 濃度 2,000mg/L)を行った。

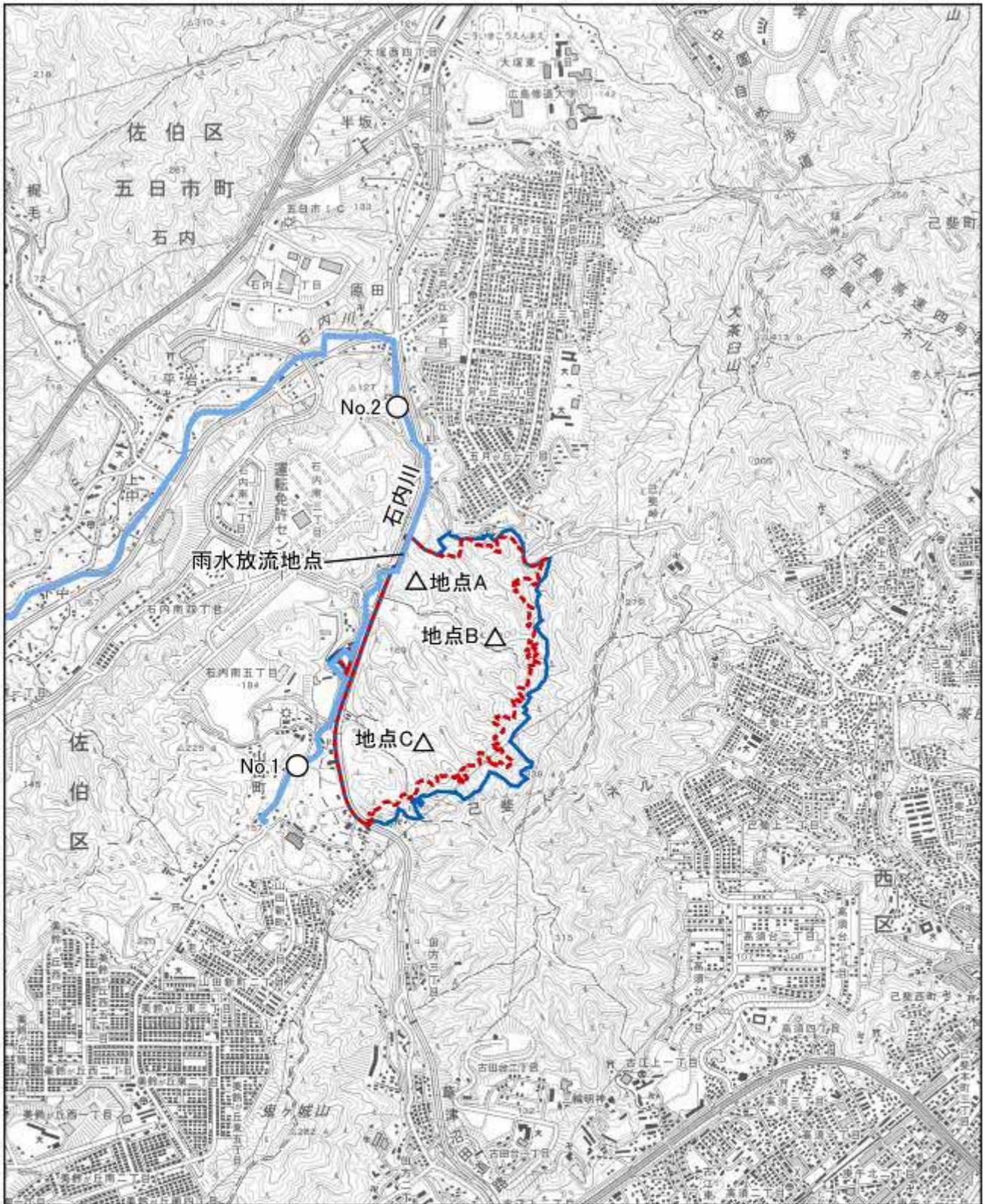
##### (2) 調査地点

水質調査地点および土質試験のサンプル採取地点を図 7-4-1 に示す。また、水質調査地点の写真を写真 7-4-1(1), (2)に示す。

水質については、雨水放流先である石内川を対象とし、放流地点の上流および下流にて調査を行った。土質試験のサンプル採取地点は、造成計画に基づき、切土となる地点から選定した。地点によって土質が異なる可能性があるため、3 地点からサンプルを採取した。

#### 2) 関連法規

調査範囲の石内川については、「水質汚濁に係る環境基準について(昭和 46 年 12 月 28 日環告 59 号)」に関する河川類型(AA~E)が定められていないため、生活環境の保全に関する環境基準の対象とならない。



凡 例

- 事業計画地
- - - 開発行為申請予定地域 (変更区域)
- 石内川
- 水質調査地点
- △ 土壌サンプル採取地点

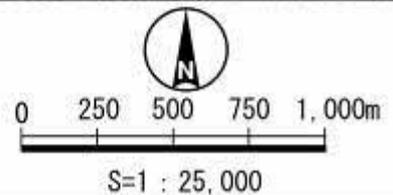


図7-4-1 水質調査地点



写真 7-4-1(1) 調査地点状況 (No.1)



写真 7-4-1(2) 調査地点状況 (No.2)

## 7-4-2 調査結果

### 1)現地調査

#### (1)水質

水質の現地調査結果を表 7-4-2(1), (2)に示す。

晴天時の浮遊物質量は 1mg/L 未満と清澄であった。降雨時には、雨水の流入により、浮遊物質量および流量が増加していた。降雨時のいずれの調査においても、調査地点 No.2(下流地点)の浮遊物質量が、調査地点 No.1(上流地点)よりも高くなっているため、事業計画地付近からの濁水が流入していることが考えられる。

表 7-4-2(1) 水質調査結果(No.1：上流地点)

	浮遊物質量 (最大値)	流量最大値	日降水量
晴天時	1 mg/L 未満	0.008 m <sup>3</sup> /s	-
降雨時(1回目)	24 mg/L	0.628 m <sup>3</sup> /s	35.0 mm/日
降雨時(2回目)	69 mg/L	0.592 m <sup>3</sup> /s	40.5 mm/日

広島地方気象台の発表による。

表 7-4-2(2) 水質調査結果(No.2：下流地点)

	浮遊物質量 (最大値)	流量最大値	日降水量
晴天時	1 mg/L 未満	0.034 m <sup>3</sup> /s	-
降雨時(1回目)	26 mg/L	1.069 m <sup>3</sup> /s	35.0 mm/日
降雨時(2回目)	260 mg/L	1.614 m <sup>3</sup> /s	40.5 mm/日

広島地方気象台の発表による。

## (2)土質

土壌沈降試験の結果を表 7-4-3 及び図 7-4-2 に示す。

試験結果について地点別の差異はほとんどなく、いずれのサンプル、経過時間 4 時間で浮遊物質量 200mg/L 以下、経過時間 24 時間で浮遊物質量約 100mg/L 程度、経過時間 48 時間で浮遊物質量 40mg/L 以下となった。

表 7-4-3 土壌沈降試験結果(浮遊物質量の経時変化) 単位：mg/L

経過時間	地点 A	地点 B	地点 C	平均
10 分	1,280	1,240	1,300	1,273
20 分	960	940	930	943
30 分	600	720	720	680
1 時間	280	420	390	363
2 時間	190	270	240	233
4 時間	120	190	180	163
8 時間	81	130	120	110
12 時間	68	110	100	93
24 時間	40	67	61	56
48 時間	19	37	37	31

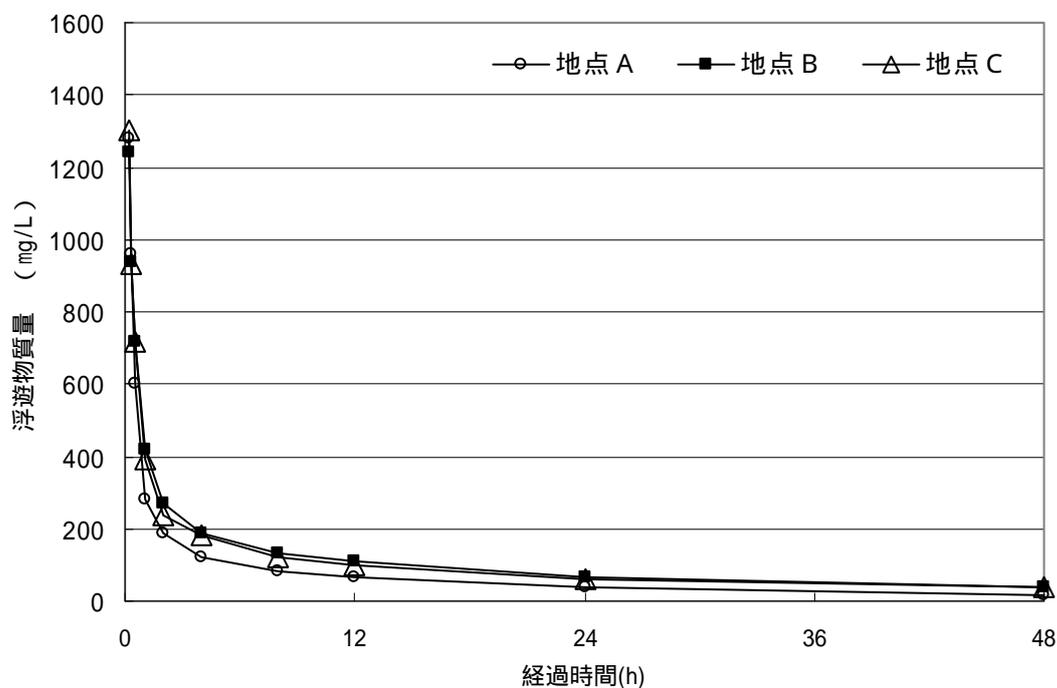


図 7-4-2 土壌沈降試験による浮遊物質量の経時変化

### 7-4-3 予測

#### 1) 予測項目

水質について、造成等の施工によって石内川の水質に一時的な濁りが生じることが考えられるため、造成工事に伴う流出水の濁り(浮遊物質量)の程度について、予測を行った。

#### 2) 予測時点

予測時点は、造成工事期間中において、仮設調整池が設置された後の降雨時とした。

#### 3) 予測地点

予測地点は、公共用水域への排水地点とした。

#### 4) 予測方法

水質の予測フローを図7-4-3に示す。

工事中に事業計画地に降った雨水は、事業計画地内の仮設調整池に貯留し、沈降させた後に沈砂池(板桁式)で処理する。その後に放流河川(石内川)に放流する計画となっている。

そのため、水質の予測について、発生原単位を用いて、事業計画地から仮設調整池への濁水の流入量を算定し、仮設調整池の容量等により排水口位置での浮遊物質量を予測する定量的な方法に拠るものとした。

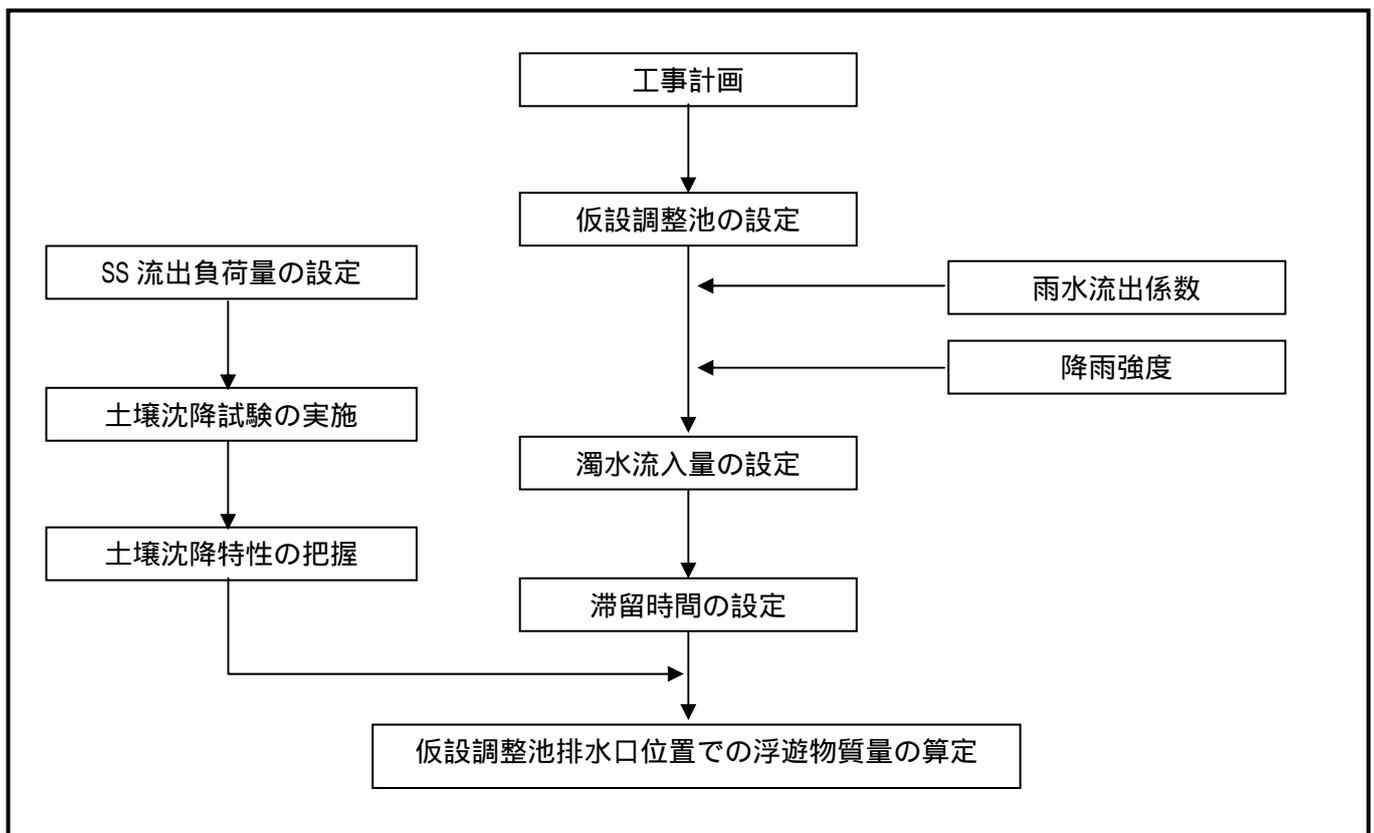


図7-4-3 予測フロー(水質)

## ア. 予測式

### a. 濁水流入量

造成区域からの濁水流入量について、「面整備事業環境影響評価技術マニュアル」(平成11年、建設省)による合理式により算出した。

$$Q = f_1 \cdot I / 1000 \cdot A_1$$

ここで、

$Q$  : 濁水流入量(m<sup>3</sup>/h)

$f_1$  : 造成区域の雨水流出係数(0.5)

$I$  : 平均降雨強度(mm/h)

$A_1$  : 造成区域面積(m<sup>2</sup>)

### b. 滞留時間

滞留時間については、「面整備事業環境影響評価技術マニュアル」(平成11年、建設省)による式により算出した。

$$\text{滞留時間(分)} = \frac{\text{仮設調整池の貯水容量(m}^3\text{)}}{\text{仮設調整池の濁水流入量(m}^3\text{/h)}}$$

### c. 仮設調整池排水口位置での浮遊物質

仮設調整池排水口位置の浮遊物質は、前述の土砂の沈降試験結果(p.252)から、3地点の平均値を用いて、回帰式により算出した。

$$y = 5818.9 X^{-0.647}$$

ここで

$y$  : 浮遊物質(mg/L)

$X$  : 滞留時間(分)

イ. 予測条件

a. 仮設調整池の諸元

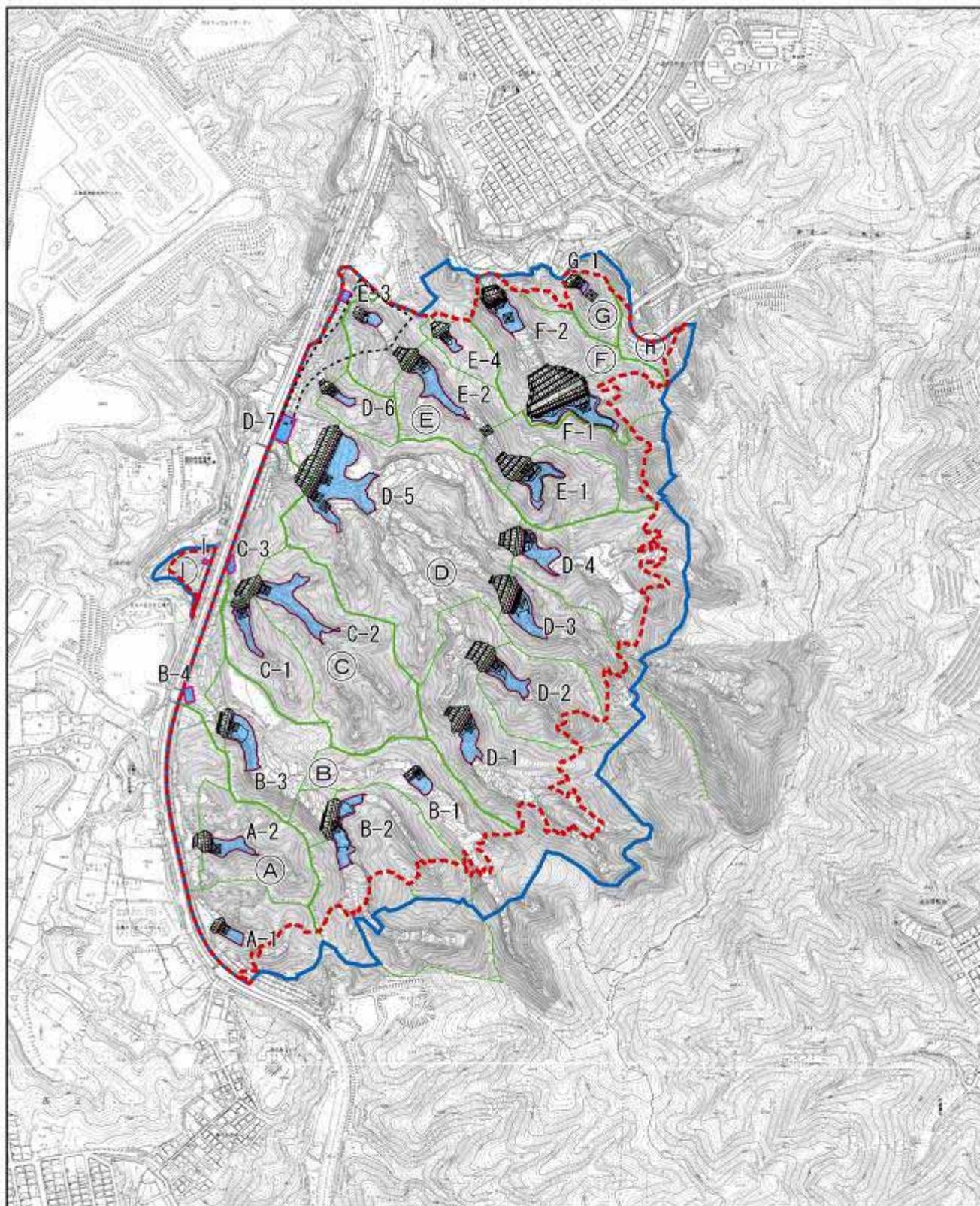
仮設調整池の諸元を表 7-4-4 に、位置及び流域を図 7-4-4 に示す。

造成工事においては仮設調整池を設置するほか、E-3 の流域に設置する調節池を優先して施工し、事業計画地西側の流域の造成工事に係る濁水処理のため調節池を仮使用する。

表 7-4-4 仮設調整池の諸元

仮設調整池 区分	造成区域 流域面積 (ha)	貯水容量 ( $m^3$ )
A-1	1.72	1,059
A-2	2.83	4,199
B-1	1.92	483
B-2	3.38	3,744
B-3	4.70	4,551
C-1a	1.95	4,091
C-1b	5.37	12,874
D-1	3.39	5,497
D-2	2.44	7,509
D-3	2.31	9,284
D-4	3.67	7,084
D-5	12.56	20,799
E-1	1.01	878
E-2	2.07	4,719
E-3	4.58	10,265
E-4	0.80	732
E-5	1.68	560
F-1	1.32	6,597
F-2	3.17	5,553
G	0.82	481
調節池仮使用	7.70	85,600
合計	69.39	153,700.7

全造成区域 ( 70.23ha ) のうち、0.84ha は直接放流域である。



凡 例

- 事業計画地
- - - 開発行為申請予定地域  
(改变区域)
- 仮設調整池
- 流域
- Ⓐ 流域番号
- ⋯ 調節池

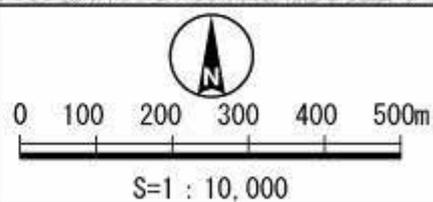


図7-4-4 仮設調整池位置

b. 平均降雨強度

予測は、事業計画地周辺における日常的な降雨量を対象に行うものとする。

日常的な降雨量としては、降雨時に人間活動が認められる範囲の降雨を想定し、気象庁の気象観測法における降雨強度区分の「弱雨」(強度0:瞬間強度0.0~3.0mm/h未満)を対象とし、予測に用いる平均降雨強度は3.0mm/hとする。

広島気象台における平成13~22年の最大時間降水量の出現日数を表7-4-5に示す。

表7-4-5より、事業計画地周辺において「弱雨」相当以上の最大時間降水量が観測された日数は年間約200~230日程度であり、そのうち大半は「弱雨」相当である。

表7-4-5 最大時間降水量の出現日数(平成13~22年 広島気象台)

	最大時間降水量の出現日数(日)			
	0.0~3.0mm/h未満	3.0~15.0mm/h未満	15.0mm/h以上	降雨なし
平成13年	149	46	9	161
平成14年	159	50	5	151
平成15年	168	53	14	130
平成16年	146	49	14	157
平成17年	164	38	9	154
平成18年	155	58	11	141
平成19年	152	46	4	163
平成20年	168	44	4	150
平成21年	152	51	7	155
平成22年	142	33	35	155

気象観測法における降雨強度区分は以下の通りである。

- 弱雨：強度0、瞬間強度0.0~3.0mm/h未満
- 並雨：強度1、瞬間強度3.0~15.0mm/h未満
- 強雨：強度2、瞬間強度15.0mm/h以上

c. 浮遊物質(SS)流出負荷量の設定

浮遊物質の流出負荷量は、表7-4-6に示すとおり、「土質工学会における化学の基礎と応用」(土質工学会)により、宅地造成工事の事例に基づき、2,000mg/Lと設定した。

表7-4-6 造成工事における濁水の発生状況

発生地域	具体的工事名	濁水の発生量(m <sup>3</sup> /h)	SS濃度(mg/L)
市街地	場所打杭工事	15~16	200,000~500,000
	地中連続壁工事	2~10	100,000~300,000
	泥水シールド工事	15~60	200,000~500,000
市街地近郊	宅地造成工事	工事規模・降雨量によって大きく変動する。	200~ <b>2,000</b>
	飛行場造成工事		
	ゴルフ場造成工事		
山岳地	トンネル工事	50~500	500~20,000
	ダム工事	100~1,000	500~20,000
	砕石プラント工事	100~1,000	15,000~30,000
港湾	浚渫工事	5,000~10,000	5,000~100,000
河川・湖沼	河川等改修工事	50~500	5,000~50,000
	橋梁基礎工事		

資料：「土質工学会における化学の基礎と応用」(土質工学会)

### 5) 予測結果

仮設調整池の排水口における浮遊物質量の予測結果を表7-4-7に示す。浮遊物質量は、最大で66.4mg/Lと予測される。これは、現況の石内川（降雨時における上流）の浮遊物質量と同程度である。

表 7-4-7 仮設調整池排水口における浮遊物質量の予測結果

仮設調整池 区分	濁水流入量(m <sup>3</sup> /h)	滞留時間(分)	SS(mg/L)
A-1	26	2,463	37.2
A-2	42	5,935	21.1
B-1	29	1,006	66.4
B-2	51	4,431	25.4
B-3	71	3,873	27.8
C-1a	29	8,392	16.8
C-1b	81	9,590	15.4
D-1	51	6,486	19.9
D-2	37	12,310	13.1
D-3	35	16,076	11.1
D-4	55	7,721	17.8
D-5	188	6,624	19.6
E-1	15	3,477	29.8
E-2	31	9,119	15.9
E-3	69	8,965	16.1
E-4	12	3,660	28.8
E-5	25	1,333	55.3
F-1	20	19,991	9.6
F-2	48	7,007	18.9
G	12	2,346	38.4
調節池仮使用	116	44,468	5.7

#### 7-4-4 環境保全措置

予測結果のとおり、事業実施に伴う建設工事及び施設が存在・供用が事業計画地及びその周辺の河川水質に及ぼす影響は小さいと考えられるが、環境への影響を低減するため、環境保全措置について検討し、事業者が以下の環境保全措置を実施することとした。

##### 【環境保全措置】

水質への影響を低減するためには、濁水の発生を抑制すること、土砂の流出を防止することが重要である。そのためには、仮設調整池による沈砂、土砂流出防止対策を実施する、造成工事完了後の濁水の発生を抑制する等の措置が有効である。

以上のことから、本事業では以下の環境保全措置を実施する。

- ・ 仮設調整池については、十分な貯水容量を確保する。
- ・ 仮設調整池から公共水域に排水する際は、沈降した上で排水する。
- ・ 造成工事完了後の法面は、裸地のまま放置せず、速やかに種子吹きつけ等により緑化を図り、濁水の発生を抑制する。
- ・ 造成工事及び降雨の状況により、シート被覆、土のうや土砂流出防止柵の設置等により、土砂の流出を防止する。
- ・ 直接放流域については柵を設置し、濁水の流出防止を図る。

#### 7-4-5 評価

工事計画において、事業計画地内に降った雨水は、仮設調整池に流入し沈砂を行った後に、雨水放流河川である石内川に放流する計画となっている。

仮設調整池の排水口における浮遊物質量は、造成工事時に平均降雨強度3mm/hの降雨があった場合に最大66.4mg/Lと予測された。これは現況の石内川（降雨時における上流）の浮遊物質量と同程度であるため、著しい影響は及ぼさないと考えられる。

これらに加えて、環境保全措置を実施することにより、造成工事による水質への影響が低減されるものと評価する。

#### 7-4-6 事後調査計画

本事業による水質汚濁の影響はないものと予測されるが、造成工事中の状況を確認するため、土工事期間中に、水質汚濁の生じやすい雨天時の測定を年1回実施する。調査地点は、仮設調整池及び調節池等からの排水水が石内川に流入する地点の上流側と下流側の2地点とする。



## 7-5 水象

## 7-5 水象

### 7-5-1 現況調査

水象の調査概要を表 7-5-1 に示す。

表 7-5-1 現況調査概要(水象)

調査項目		調査地点	調査方法	現地調査期間	
河川の状況	降雨量	-	・既存資料調査	-	
	河川流下能力	調節池放流地点より下流 2km まで	・既往調査結果の整理		
	表流水	河川流量	事業計画地内及び周辺の 7 地点	・流速計測法及び容器法により流量及び流速を 3 回計測し、平均する方法	春季:平成 21 年 4 月 30 日 夏季:平成 21 年 8 月 17 日 秋季:平成 21 年 10 月 16 日 冬季:平成 22 年 1 月 25 日
地下水の状況	湧水	湧水地点	事業計画地内	現地踏査(ゾーン ~ )	平成 21 年 5 月 20 日 ~平成 21 年 5 月 26 日
	地下水	地下水位	事業計画地内 12 地点	・ボーリング孔の地下水位観測結	ボーリング調査(一次調査) 平成 21 年 6 月 8 日 ~平成 21 年 7 月 8 日 ボーリング調査(二次調査) 平成 21 年 11 月 16 日 ~平成 21 年 12 月 24 日
	井戸の深さ及び利用状況		計画地周辺の井戸 5 ヶ所	・聞き取り調査	平成 21 年 12 月 21~24 日、 平成 22 年 2 月 12 日

#### 1)既存資料調査

既存資料により降雨量の把握を行った。

また、事業計画地から下流 2km までの石内川流下能力について、既往調査結果より整理するとともに、事業計画地及びその周辺の湧水及び地下水の状況について把握するため、既往ボーリング調査結果を整理した。

#### 2)現地調査

##### (1)調査方法

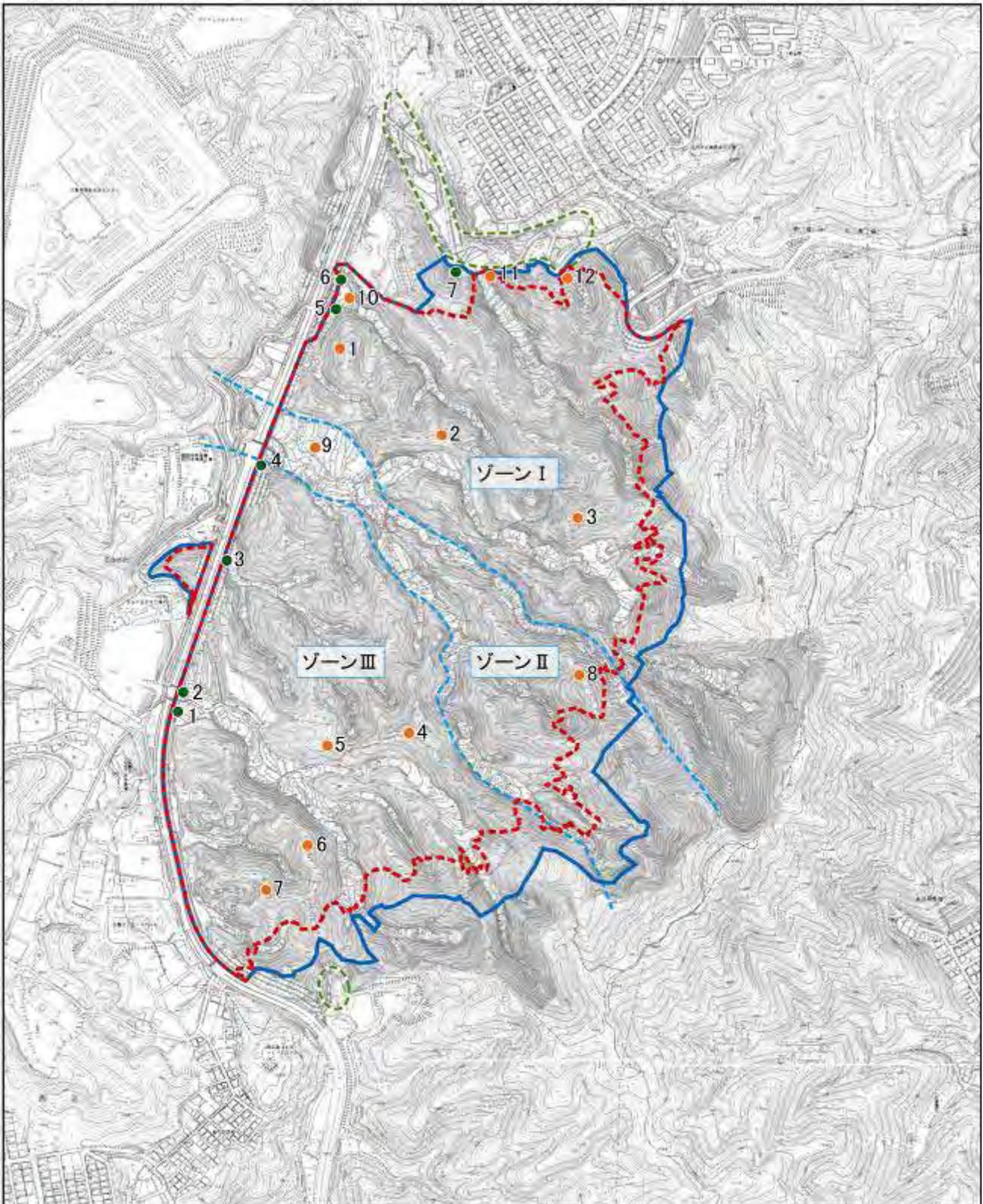
事業計画地の沢及び事業計画地からの表流水が流入する石内川の流量を把握するため、事業計画地及び周辺の 7 地点において表流水調査を実施した。

また、湧水地点及び地下水位を把握するため、事業計画地内を谷部及びその両側の稜線を一つの組み合わせとしたゾーン(ゾーン ~ )に区分して現地踏査を行い、その結果を整理するとともに、ボーリング孔内で水位計を用いて観測した結果を整理した。

事業計画地周辺北側及び南側に位置する井戸(事業計画地北側の 4 軒及び南側の霊泉寺、計 5 ヶ所)については、聞き取り調査により、井戸の深さ及び利用状況等を把握した。

##### (2)調査地点

水象の調査地点を図 7-5-1 に示す。



凡 例

- 事業計画地
- - - 開発行為申請予定地域 (変更区域)
- 表流水(河川)流量調査地点
- ボーリング調査位置
- - - 湧水ゾーン別踏査範囲
- - - 井戸調査対象範囲

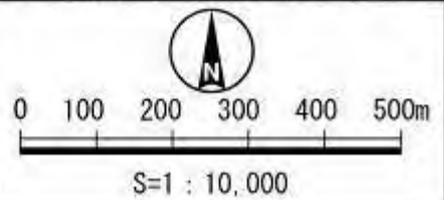


図7-5-1 水象調査位置図

## 7-5-2 調査結果

### 1)降雨量

広島地方気象台における最近10年間(平成13年～平成22年)の月別降水量を表7-5-2(1)に、日降雨量を表7-5-2(2)に示す。

最近10年間の年間降水量は、平成18年に1,959.5mmと最も多く、平成19年に1,047.5mmと最も少なかった。月間降水量が最も多かった月は、平成21年7月の512.0mmであり、最も少なかった月は平成15年10月の1.5mmであった。また、月間降水量が比較的多い期間は7～10月、少ない期間は12～2月であった。日降雨量50mm以上の日は、平均で年間5日であった。

表7-5-2(1) 平成13年～平成22年の月別降水量(広島地方気象台による。単位:mm)

月別	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
平成22年	21.5	108.5	182.5	236.0	212.5	269.0	316.0	5.5	65.0	62.0	26.5	81.0	1,586.0
平成21年	33.5	120.5	91.0	84.5	48.5	233.0	512.0	60.0	43.0	57.0	164.5	39.0	1,486.5
平成20年	75.0	39.0	138.5	128.0	190.0	133.0	41.0	113.5	120.0	50.0	62.5	58.0	1,148.5
平成19年	22.0	71.0	98.0	91.0	198.5	69.5	235.5	53.0	57.0	56.0	15.0	81.0	1,047.5
平成18年	36.0	81.5	103.5	270.5	333.5	295.0	311.5	150.0	227.5	29.0	67.5	54.0	1,959.5
平成17年	12.0	77.0	118.0	59.0	108.5	74.5	413.0	80.0	194.0	73.5	78.0	35.0	1,322.5
平成16年	3.5	41.5	67.5	180.5	417.5	199.0	82.0	257.5	299.0	209.0	34.0	111.0	1,902.0
平成15年	45.5	57.5	93.5	205.5	189.0	202.0	466.0	184.5	94.5	1.5	131.0	39.0	1,709.5
平成14年	56.0	24.5	179.0	131.0	215.0	141.5	156.0	71.5	137.5	54.0	37.0	69.5	1,272.5
平成13年	87.0	84.5	48.0	22.0	185.0	349.0	147.5	70.0	176.5	274.0	66.5	46.0	1,556.0
平均	39.2	70.6	112.0	140.8	209.8	196.6	268.1	104.6	141.4	86.6	68.3	61.4	1,499.1

注) 網掛け部は文中の数字を示す。

表7-5-2(2) 平成13年～22年の日降雨量(広島地方気象台による。単位:mm)

日降雨量	13年	14年	15年	16年	17年	18年	19年	20年	21年	22年	平均
50 mm 以上	8	2	3	15	4	8	2	1	4	6	5.3
40 mm 以上 50 mm 未満	4	2	6	3	5	3	2	3	8	1	3.7
30 mm 以上 40 mm 未満	4	7	10	1	8	8	5	5	5	8	6.1
20 mm 以上 30 mm 未満	8	9	16	12	5	16	9	15	6	11	10.7
10 mm 以上 20 mm 未満	24	20	24	16	10	24	19	20	21	19	19.7
5 mm 以上 10 mm 未満	15	21	15	12	13	15	18	12	13	10	14.4
1.0 mm 以上 5 mm 未満	31	43	43	32	36	29	31	35	28	36	34.4
0.5 mm 以上 1.0 mm 未満	16	11	14	11	11	16	15	12	17	18	14.1
0.5mm 未満	255	250	234	264	273	246	264	263	263	256	256.8
計	365	365	365	366	365	365	365	366	365	365	

平成22年の日降水量の最大値を表7-5-2(3)に示す。最大日降雨量は7月13日の123.5mmであった。

表7-5-2(2) 平成22年の降水量の最大値(広島地方気象台による。単位:mm)

順位	月日	日降水量(mm)	時間降水量(mm)	10分間降水量(mm)
1位	7月13日	123.5	30.0	7.5
2位	6月26日	110.0	30.0	7.5
3位	5月23日	97.5	10.5	3.0
4位	7月14日	84.0	30.5	8.0
5位	2月26日	54.5	7.5	2.5

## 2)石内川の流下能力

石内川の流下能力について、調節池放流点から下流 2km について算定した結果を表 7-5-3 及び図 7-5-2 に示す。

最小流下能力は、No.3 地点（比流量 0.056 m<sup>3</sup>/s/ha）であった。

表 7-5-3 (1) 石内川流下能力（調節池放流点より 2km 下流）

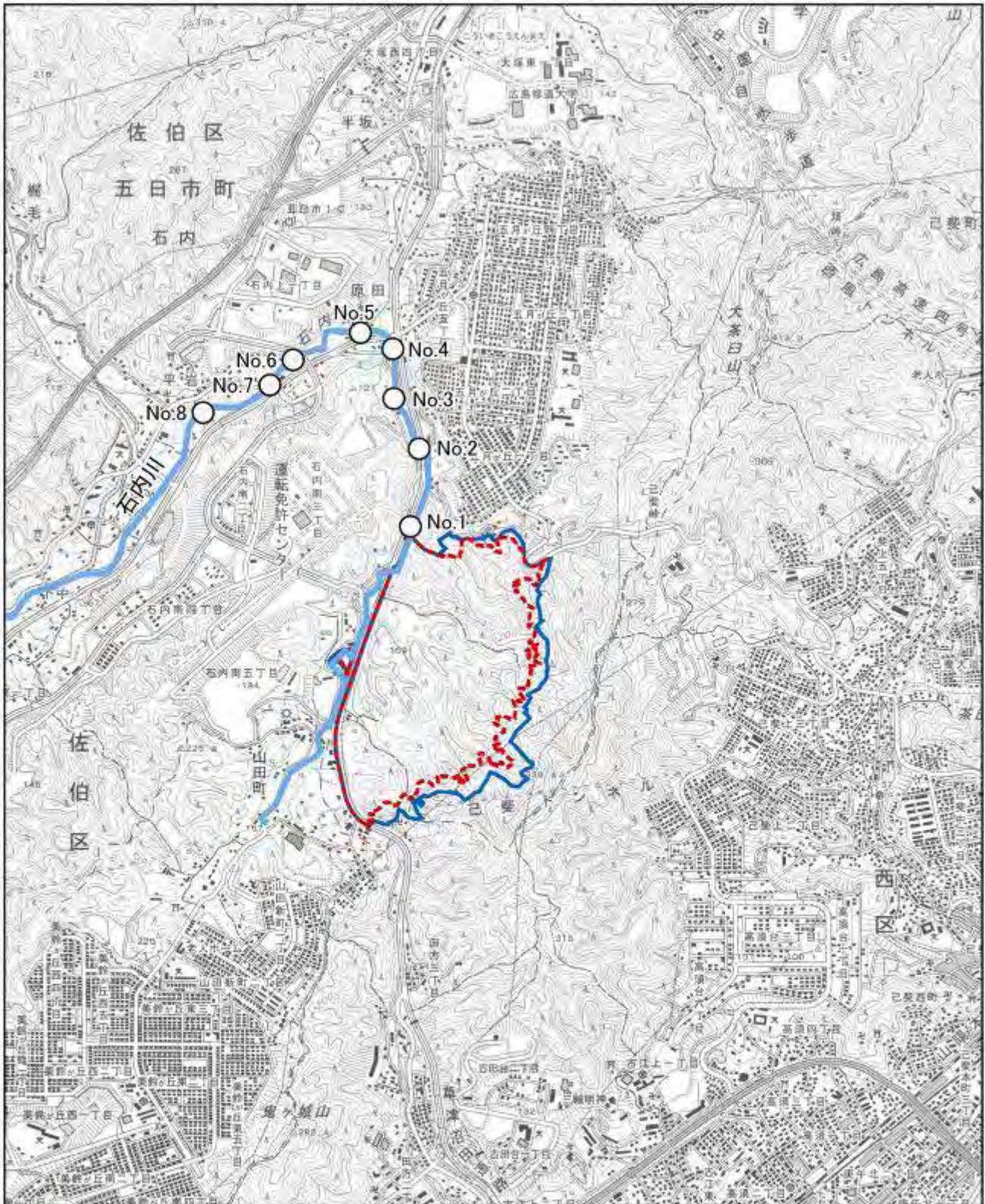
		No.1
断面形状	BOX 加圧ト	
通水断面積 (m <sup>2</sup> )	14.37	
合成粗度係数	0.025	
流速 (m/s)	4.71	
流下能力 (m <sup>3</sup> /s)	67.683	
流域面積 (ha)	259.0	
比流量 (m <sup>3</sup> /s/ha)	0.261	
		No.2
断面形状	コンクリートブロック積	
通水断面積 (m <sup>2</sup> )	8.96	
合成粗度係数	0.035	
流速 (m/s)	5.19	
流下能力 (m <sup>3</sup> /s)	46.502	
流域面積 (ha)	330.0	
比流量 (m <sup>3</sup> /s/ha)	0.141	
		No.3
断面形状	コンクリートブロック積	
通水断面積 (m <sup>2</sup> )	7.72	
合成粗度係数	0.035	
流速 (m/s)	2.436	
流下能力 (m <sup>3</sup> /s)	19.050	
流域面積 (ha)	342.0	
比流量 (m <sup>3</sup> /s/ha)	0.056	
		No.4
断面形状	コンクリートブロック積	
通水断面積 (m <sup>2</sup> )	23.46	
合成粗度係数	0.035	
流速 (m/s)	5.862	
流下能力 (m <sup>3</sup> /s)	137.523	
流域面積 (ha)	428.0	
比流量 (m <sup>3</sup> /s/ha)	0.321	

表 7-5-3 (2) 石内川流下能力 (調節池放流点より 2km 下流)

		No.5
断面形状	石積	
通水断面積 (m <sup>2</sup> )	22.49	
合成粗度係数	0.035	
流速 (m/s)	3.631	
流下能力 (m <sup>3</sup> /s)	81.661	
流域面積 (ha)	616.0	
比流量 (m <sup>3</sup> /s/ha)	0.133	
		No.6
断面形状	石積	
通水断面積 (m <sup>2</sup> )	24.82	
合成粗度係数	0.035	
流速 (m/s)	10.752	
流下能力 (m <sup>3</sup> /s)	266.865	
流域面積 (ha)	628.0	
比流量 (m <sup>3</sup> /s/ha)	0.425	
		No.7
断面形状	石積	
通水断面積 (m <sup>2</sup> )	27.5	
合成粗度係数	0.035	
流速 (m/s)	4.930	
流下能力 (m <sup>3</sup> /s)	135.575	
流域面積 (ha)	669.0	
比流量 (m <sup>3</sup> /s/ha)	0.203	
		No.8
断面形状	石積	
通水断面積 (m <sup>2</sup> )	27.85	
合成粗度係数	0.036	
流速 (m/s)	4.275	
流下能力 (m <sup>3</sup> /s)	119.059	
流域面積 (ha)	739.0	
比流量 (m <sup>3</sup> /s/ha)	0.161	

比流量：単位流域面積当たりの流量、すなわち流量を流域面積で除したものの。流域面積が大きいほど流域内の平均雨量強度は小さくなるので、流域面積が大きいほど比流量は小さくなる。

粗度係数：河川が流れるときに河床や河岸などが抵抗する度合いを表す係数。一般に、表面に凹凸がある方が、粗度係数が高くなり、流速が遅く、流量は小さくなる。



凡 例

- 事業計画地
- - - 開発行為申請予定地域 (改变区域)
- 算定地点
- 石内川

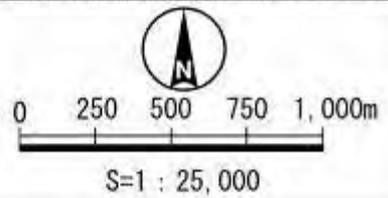


図7-5-2  
石内川流下能力算定地点

### 3)表流水

事業計画地内の各沢下流地点 (No.1～5 及び 7) 並びに石内川 (No.6) の表流水(河川)流量の測定結果を表 7-5-4 及び図 7-5-3 に示す。また、広島地方気象台による平成 21 年度の月別降雨量を図 7-5-4 に示す。

季節別にみると、7月に降雨量が多かったため、夏季(8月)の流量が最も多くなっている。

また、地点別にみると、石内川本川の No.6 地点の流量は 6,561.2 m<sup>3</sup>/日、事業計画地からの流入分(No1～5)は 2,644.1 m<sup>3</sup>/日と、No.6 地点において約 40%の表流水が石内川に流入している。さらに、No.7 地点についても、事業計画地から己斐峠川に合流し、石内川に流入する水量がある。

表 7-5-4 表流水(河川)流量測定結果

調査地点	春季		夏季		秋季		冬季	
	L/分	m <sup>3</sup> /日						
No.1	54.7	78.8	188.6	271.6	61.8	89.0	37.2	53.6
No.2	117.4	169.1	514.4	740.7	312.1	449.4	112.6	162.1
No.3	46.6	67.1	136.7	196.8	64.2	92.4	22.3	32.1
No.4	259.0	373.0	823.1	1185.3	395.6	569.7	244.4	651.9
No.5	42.9	61.8	173.4	249.7	115.9	166.9	75.2	108.3
No.6	2071.0	2982.2	4556.4	6561.2	2161.0	3111.8	1402.6	2019.7
No.7	44.6	64.2	173.7	250.1	66.5	95.8	37.4	53.9

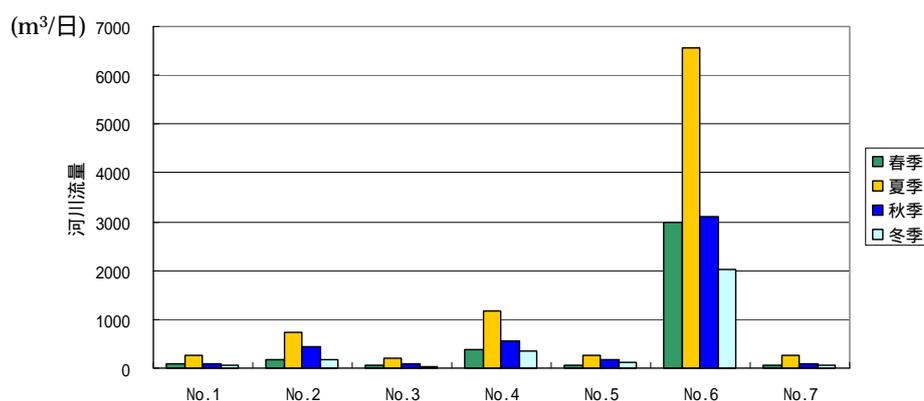


図 7-5-3 河川流量の測定結果

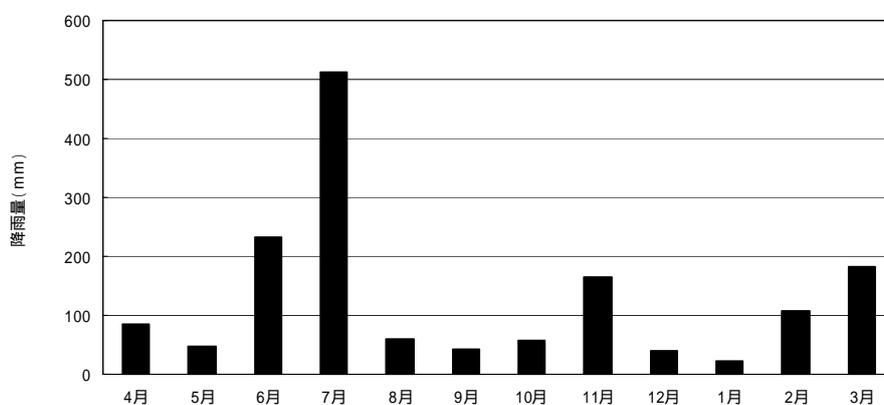


図 7-5-4 月別降雨量(広島地方気象台、平成 21 年度)

#### 4)湧水

湧水の確認状況を表 7-5-5、確認地点を図 7-5-5 に示す。現地踏査により、事業計画地内において合計 15 地点の湧水地点が確認された。

ゾーン ~ のいずれにおいても、概ね谷の上流部の傾斜変換点(遷緩線)付近で湧出しており、湧出量は僅かであった。

表 7-5-5 湧水調査結果

調査地点	湧水地点	確認状況
ゾーン	1~6	湧水は、概ね、谷の上流域の傾斜変換点(遷緩線)付近で確認された。湧出地点の標高は 135~189m で、湧出量は僅かであった。
ゾーン	7	湧水は、ゾーン と同様に、谷の上流域の傾斜変換点(遷緩線)付近で確認された。湧出地点の標高は 203m 付近で、湧出量は僅かであった。
ゾーン	8~15	湧水は、ゾーン 及び と同様に、谷の上流域の傾斜変換点(遷緩線)付近で確認された。湧出地点の標高は 140~150m 付近と 185~216m 付近であり、湧出量は僅かであった。

#### 5)地下水

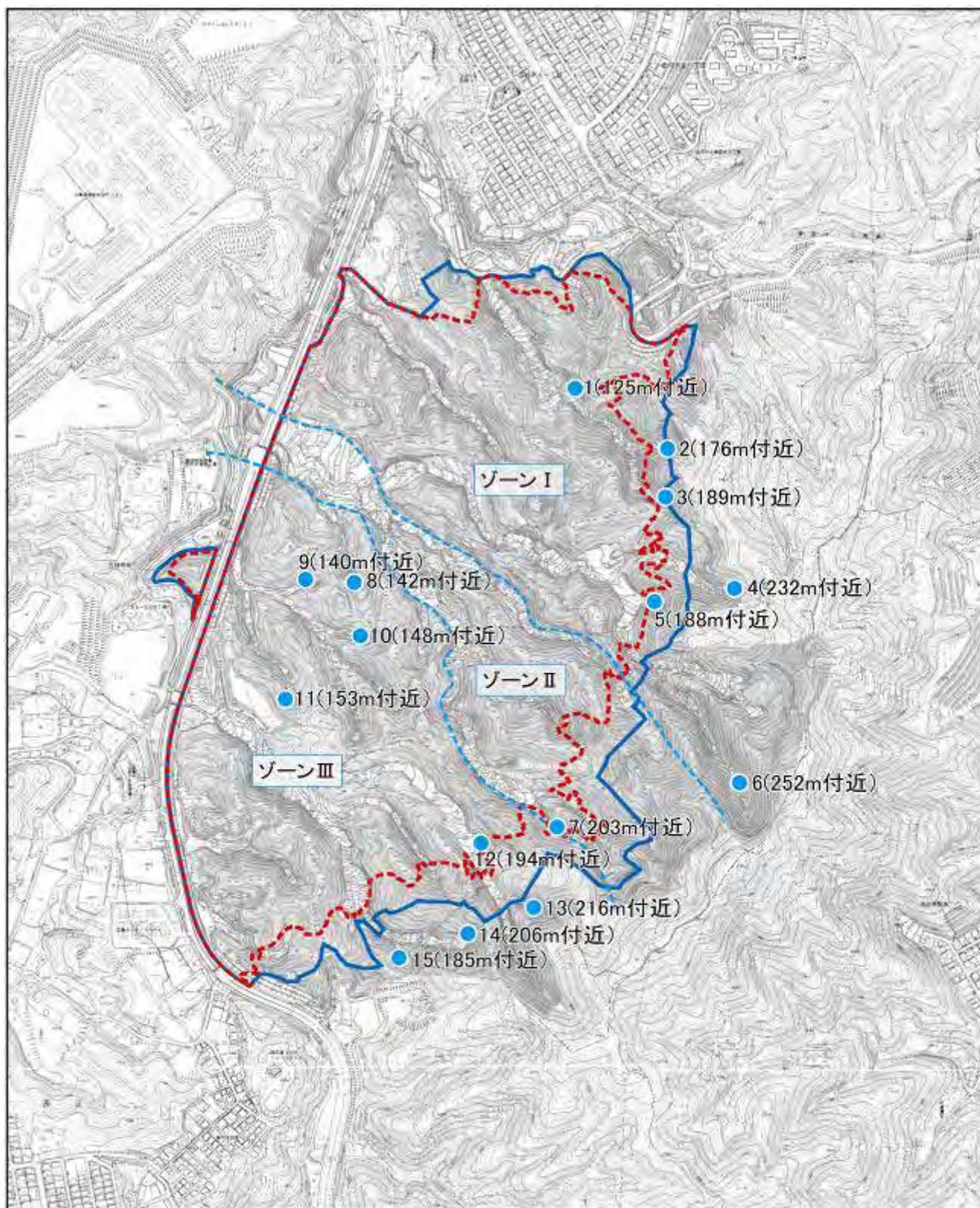
ボーリング孔の地下水位を整理した結果を表 7-5-6 に示す。

地下水が確認された地層及び孔内の水位変動状況等により、確認されたこれらの地下水は、中間部に不透水層がない単一帯水層構造と考えられる。(「7-6 地形・地質」p.281 参照)

また、事業実施区域の動水勾配は、概ね東側の高標高部から西側の低標高部に向かっているものとみられる。

表 7-5-6 地下水位測定結果一覧表

ボーリング孔番号	地盤標高 (GH-m)	掘進長 (GL-m)	地下水位 (深度 GL-m)	地下水位 (GH-m)	計画地盤高 (GH-m)	掘削範囲、地下水位等
1	146.11	43.0	30.90	115.21	115.5	掘削範囲は地下水位以上
2	160.78	19.0	19.0 以深	141.78 以下	150.2	掘削範囲は地下水位以上
3	203.46	28.0	24.15	179.31	180.5	掘削範囲は地下水位以上
4	201.73	44.0	26.85	174.88	175.0	掘削範囲は地下水位以上
					180.7	掘削範囲は地下水位以上
5	179.38	25.0	16.10	163.28	163.2	掘削範囲は地下水位付近
6	194.55	30.0	24.30	170.25	170.0	地下水位以下の掘削 0.25m
7	200.95	35.0	27.80	173.15	170.0	地下水位以下の掘削 3.15m
8	227.41	30.0	27.90	199.51	213.0	掘削範囲は地下水位以上
9	129.70	9.0	9.0 以深	120.70 以下	132.0	盛土
10	107.84	8.0	0.70	107.14	114.0	盛土
11	114.42	10.0	2.00	112.42	155.0	盛土
12	127.35	11.0	4.00	123.35	160.0	盛土



凡 例

- 事業計画地
- - - 開発行為申請予定地域 (変更区域)
- 湧水確認地点
- - - 湧水ゾーン別踏査範囲

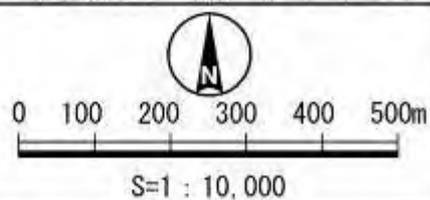


図7-5-5 湧水確認地点位置図

## 6)井戸の深さ及び利用状況

事業計画地北側の4軒及び南側の霊泉寺の井戸について、聞き取り調査を行った。調査結果を表7-5-7、調査時に把握された井戸の位置を図7-5-6に示す。

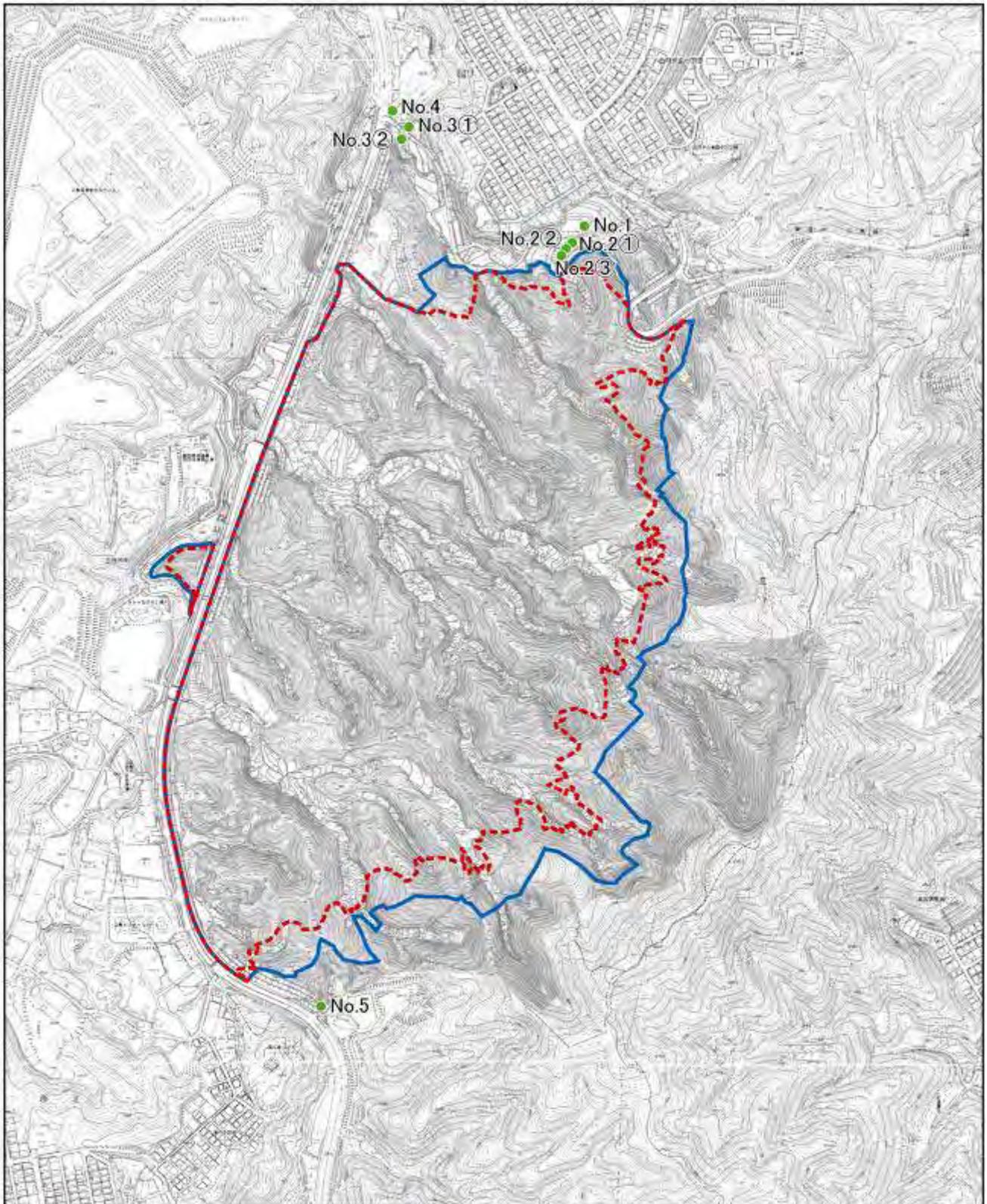
井戸の深さは、No.1地点を除き20m程度であり、比較的浅い層の地下水を利用していると思われる。なお、No.1地点～No.4地点は事業計画地北側の谷戸であり、ボーリング調査結果および井戸調査結果から主に花崗岩中の地下水を利用しているものと推察される。

表7-5-7 井戸の深さ及び利用状況等の聞き取り調査結果

	No.1	No.2-	No.2-	No.2-
井戸形式	ボーリング井戸	ボーリング井戸	掘井戸	ボーリング井戸
設置年月	平成7年頃	昭和50年頃	不明	昭和50年頃
取水施設	水中ポンプ	電動ポンプ	なし	電動ポンプ
使用状況	毎日	毎日	使用なし	毎日
使用目的	飲料水・生活用水、畑地かんがい用、営業用	飲料水・生活用水	-	飲料水・生活用水
水量状況	1年中豊富	1年中豊富	-	1年中豊富
利用状況	井戸のみ	井戸のみ	-	井戸のみ
井戸深度	約140m	約25m	約5m	約25m
備考	岩盤打抜き埋設	埋設	密閉	埋設

	No.3-	No.3-	No.4	No.5
井戸形式	ボーリング井戸	ボーリング井戸	ボーリング井戸	ボーリング井戸
設置年月	昭和58年頃	昭和55年頃	不明	昭和50年頃
取水施設	電動ポンプ	電動ポンプ	電動ポンプ	電動ポンプ
使用状況	毎日	毎日	毎日	毎日
使用目的	飲料水・生活用水、養魚用	飲料水・生活用水	飲料水・生活用水	飲料水・生活用水
水量状況	1年中豊富	1年中豊富	1年中豊富	1年中豊富
利用状況	井戸のみ	井戸のみ	井戸のみ	井戸のみ
井戸深度	-	-	約18m	約20m
備考	埋設	埋設 (平成12年頃に掘り直した)	埋設	埋設

谷戸：台地や丘陵地が湧水等の浸食によって複雑に刻み込まれた地形をいう。地域によっては「谷津」「棚田」とも呼ばれている。



凡 例

- 事業計画地
- - - 開発行為申請予定地域  
(変更区域)

● 井戸の位置

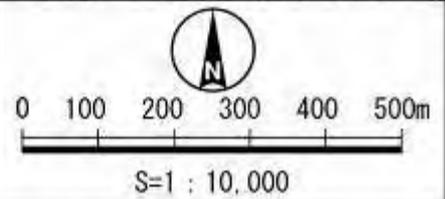


図7-5-6 井戸の位置図

### 7-5-3 予測

#### 1) 予測項目

水象について、事業実施に伴う地下水及び表流水への影響が考えられるため、水象については、次を予測項目として行った。

(1) 造成工事による地下水(井戸)の変化の程度又は消滅の有無

(2) 土地利用の変更による影響

水収支(雨水流出量、地下浸透量)の変化の程度

河川の流量等の変化の程度(調節池放流量)

#### 2) 予測時点

(1) 造成工事による地下水(井戸)の変化の程度又は消滅の有無

予測時点は、工事期間中(造成工事期間)とした。

(2) 土地利用の変更による影響

水収支(雨水流出量、地下浸透量)の変化の程度

予測時点は、施設供用時(造成工事完了後の、立地予定施設が完成した時期)とした。

河川の流量等の変化の程度(調節池放流量)

予測時点は、施設供用時(造成工事完了後の、立地予定施設が完成した時期)とした。

#### 3) 予測地点

(1) 造成工事による地下水(井戸)の変化の程度又は消滅の有無

予測地点は、事業計画地周辺(北及び南側)の井戸とした。

(2) 土地利用の変更による影響

水収支(雨水流出量、地下浸透量)の変化の程度

予測地点は、事業実施区域とした。

河川の流量等の変化の程度(調節池放流量)

予測地点は、放流河川(石内川)の、調節池からの放流地点とした。

#### 4) 予測方法

##### (1) 造成工事による地下水(井戸)の変化の程度又は消滅の有無

###### ア. 造成工事による掘削深度と地下水位との関係

事業計画及びボーリング調査結果等により、定性的に予測した。

###### イ. 切土による影響

ボーリング調査結果では、地下水を区分する明確な不透水層は確認されなかったが、風化粘性土のシームや岩脈等を挟む花崗岩類(マサを含む)では、不透水層の存在を否定することは難しい。このため、条件が類似しているトンネル湧水の影響範囲を求める手法(山岳トンネルを対象とした「高橋の水文学的方法」)に準拠し、造成に伴う表層地下水への影響範囲を予測した。

この予測手法は、トンネルを暗渠とみなし、トンネル掘削によって、表流水及び地下水はトンネルの掘削底面からトンネルに流入する、と想定したものである。トンネル直上では表流水は流れず、地下水位もトンネル掘削底面となる。これに対して、切土法面では、表流水は切土部で遮断され、地下水位も最終的に切土法尻高さに収束すると想定される。(図7-5-7 参照)

両者の類似性に注目し、トンネル湧水の影響範囲の検討手法を切土に適用したが、予測にあたり、全ての切土底面が地下水位より下にある、と想定することになる。地下水位面より下の切土が部分的な場合等には、過大な影響範囲を示すことになるが、安全側の予測として行った。

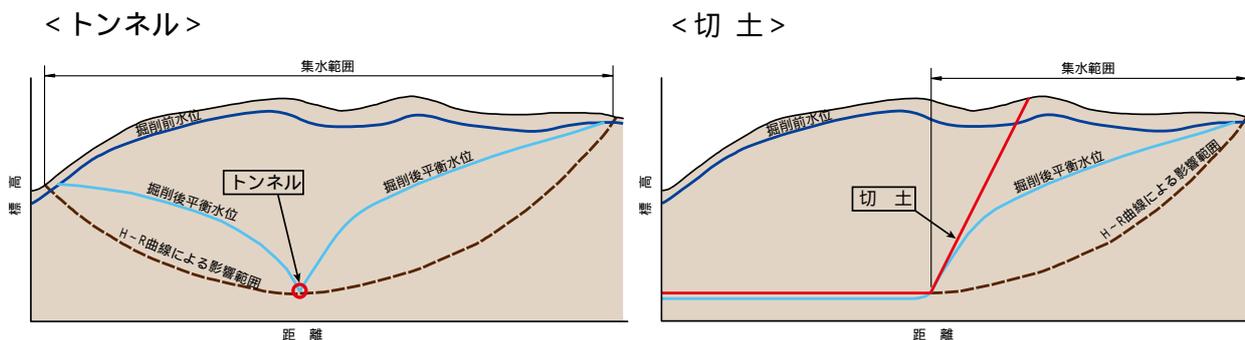


図7-5-7 造成に伴う表層地下水への影響模式図

##### (2) 土地利用の変更による影響

水収支(雨水流出量、地下浸透量)の変化の程度

現況と造成工事完了後について、雨水流出量、蒸発量及び地下浸透量の割合の変化を比較することにより予測を行った。

河川の流量等の変化の程度(調節池放流量)

造成完了後における事業計画地からの流出量の変化に伴う河川(石内川)への影響について、調節池放流量の計算結果と石内川の流下能力を比較することにより予測を行った。

シーム：厚い地層中に土質あるいは岩質が異なる薄い層が挟まれているとき、この薄層をシームという。

砂質土層中に粘性土質のシームが挟まれる場合は、地下水位分布や湧水状況に影響を与える場合がある。

## 5) 予測結果

### (1) 造成工事による地下水(井戸)の変化の程度又は消滅の有無

#### ア. 造成工事による掘削深度と地下水位との関係

表 7-5-6 に示したように、ボーリング調査によって確認された地下水は、地下水が確認された地層及び孔内の水位変動状況等により、中間部に不透水層がない単一帯水層構造と考えられる。また、事業実施区域の動水勾配は、概ね東側の高標高部から西側の低標高部に向かっているものとみられる。

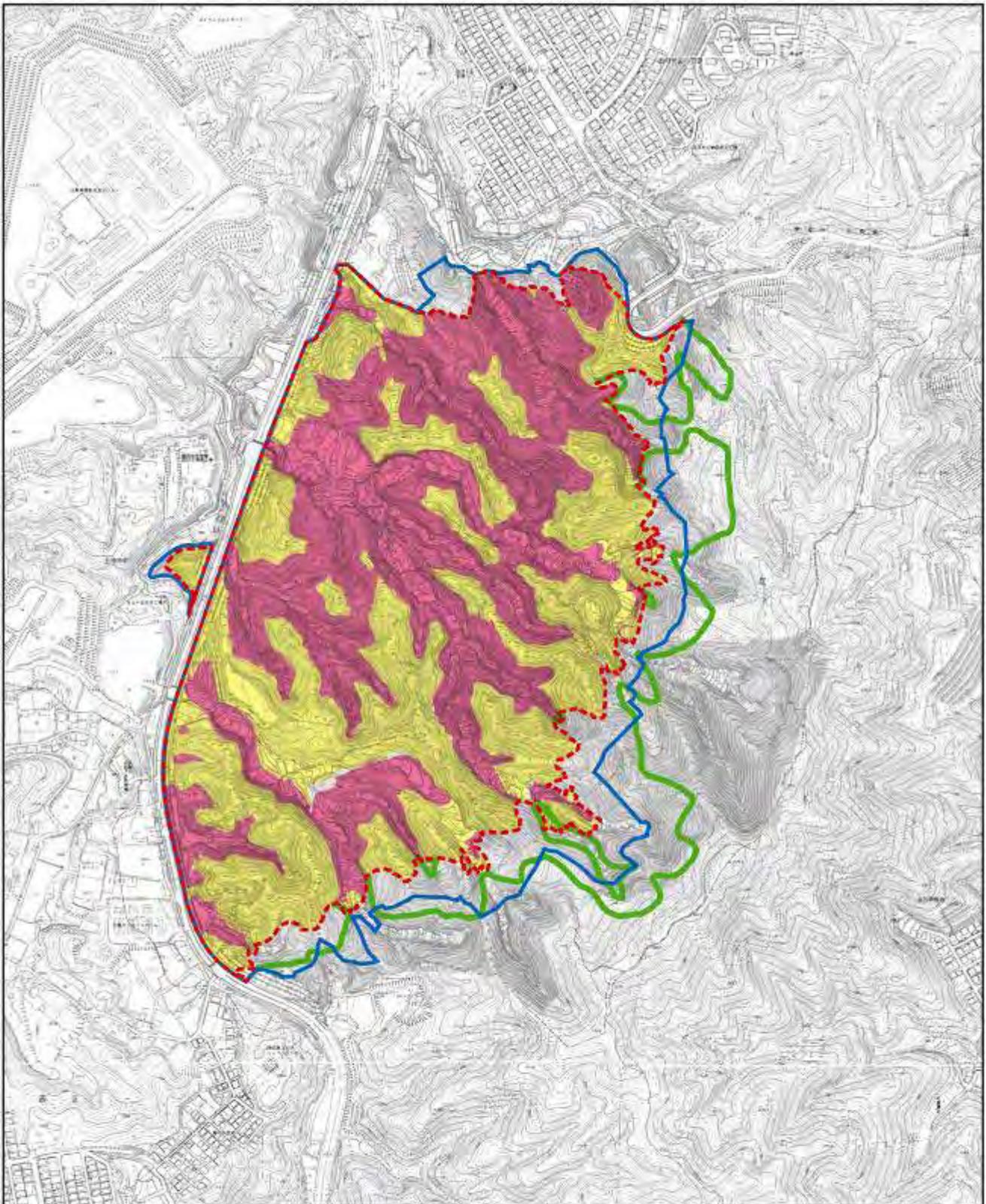
事業計画によると、事業計画地の切土部の地下水位は、ほとんどが造成計画高さより低いため、これらの地下水の流れを遮断することはないと考えられる。また、上流にあたる東側の地下水位を低下させる可能性も低いと考えられる。

#### イ. 切土による影響

切土による流出影響範囲を図 7-5-8 に示す。

地下水位は、造成計画高より下とされているため、切土により地下水位に影響を及ぼす範囲は、事業計画地東側の尾根(分水嶺)を越えないものと考えられる。南側の尾根部では僅かに尾根を越えるが、これは、かなり安全側の予測結果であるため、事業に伴う切土工事によって地下水脈が遮断されることはないと考えられる。北側については、盛土がほとんどで切土は少ないため、切土による影響はほとんどないと考えられる。

造成による影響として、土地利用の変更により北側の集水域が減少するが、北側の集水域は主に己斐峠川から涵養される範囲が大部分を占め、事業計画地側の集水域は相対的に僅かである。また、北側の井戸は、花崗岩中の地下水を揚水していると想定され、これらの井戸の利用等への影響は極めて小さいものと予測される。南側の井戸は、集水域の変更も無く、切土による影響もほとんど無いと考えられる。



凡 例

- 事業計画地
  - - - 開発行為申請予定地域  
( 変更区域 )
- 切土部
  - 盛土部
  - 掘削による水位低下の  
影響範囲

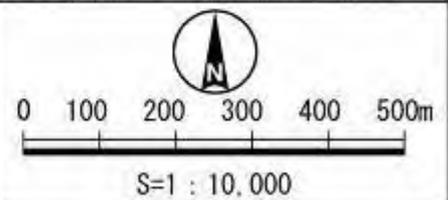


図7-5-8  
切土による流出影響範囲図

(2)土地利用の変更による影響

水収支(雨水流出量、地下浸透量)の変化の程度

事業計画地を含む流域における雨水流出量、地下浸透量(地下水涵養量)の変化の程度を表7-5-8に示す。

開発後には、現況に比べて樹林地等が減少することにより、事業計画地からの雨水流出量の割合は増加し、地下浸透量(地下水涵養量)の割合は低下すると考えられ、開発後は約16%の地下浸透量が減少する。

表 7-5-8 雨水流出量、地下浸透量の変化

		山地部	宅地部	合計	備考
現況	面積	106.6ha	-	106.6ha	
	流出係数	0.4	-	0.4	
開発後	面積	36.9ha	69.7ha	106.6ha	
	流出係数	0.4	0.65	0.56	

注1) 流出係数は、以下に示す「下水道施設計画・設計指針と解説」より、山地0.4、宅地0.65に設定した。

注2) 開発後の表面流出量の割合は、上表より山地部36.9haは0.4、宅地部69.7haは0.65の加重平均とし0.56とした。

工種別基礎流出係数の標準値

工種別	流出係数	工種別	流出係数
屋根	0.85~0.95	間地	0.10~0.30
道路	0.80~0.90	芝、樹木の多い公園	0.05~0.25
その他の不透水面	0.75~0.85	こう配の緩い山地	0.20~0.40
水面	1.00	こう配の急な山地	0.40~0.60

用途別総括流出係数の標準値

敷地内に間地が非常に少ない商業地域及び類似の住宅地域	0.80
浸透面の屋外作業場等の間地を若干もつ工場地域及び若干庭がある住宅地域	0.65
住宅公団団地等の中層住宅団地及び1戸建て住宅の多い地域	0.50
庭園を多くもつ高級住宅地域及び畑地等が割合残っている郊外地域	0.35

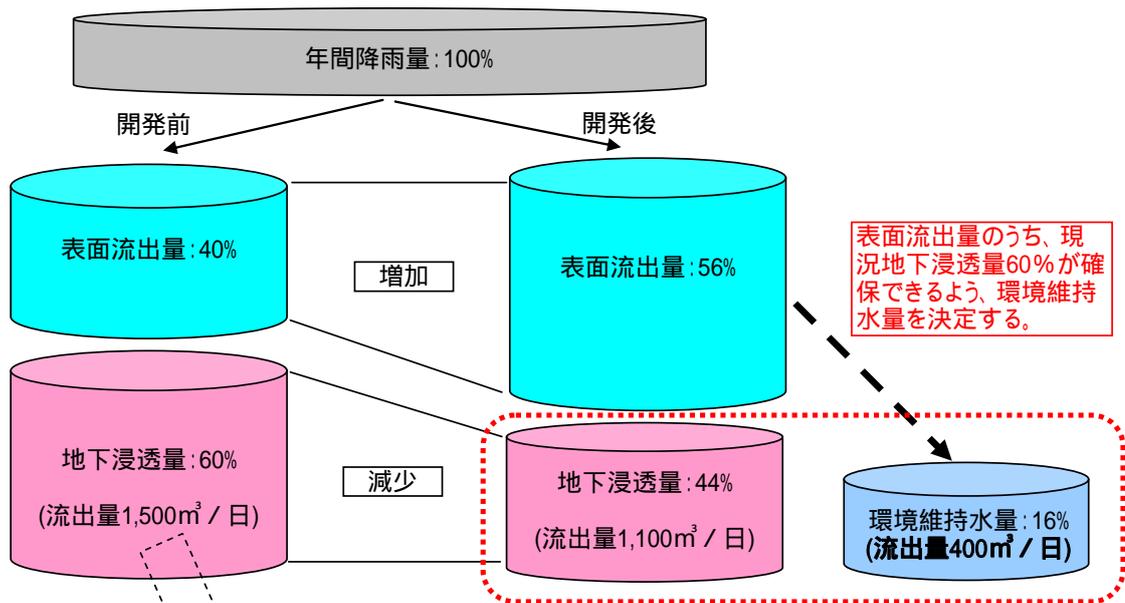
出典：「下水道施設計画・設計指針と解説」

なお、事業計画地内に調節池を設置する計画であり、その調節池において開発により地下浸透量(地下水涵養量)の減少分を貯水する計画である。その貯水量を石内川の環境維持水として放流することにより、現況の石内川の流量をできるだけ確保する。

調節池に貯留する量は、図7-5-9に示すモデル化により算定した。

事業計画地からの流出量は、日平均で現況は1,500m<sup>3</sup>/日であり、開発後は1,100m<sup>3</sup>/日となり、400m<sup>3</sup>/日が減少することになる。この減少分を環境維持水量として8.1日( )確保することとする。なお、貯留量の算定については、実水深による流出量を8.1日の1日当りの平均が400m<sup>3</sup>になるよう計算すると、4,200m<sup>3</sup>となる。

：1999年～2008年に日降水量10mm以上であった日数は455日であり、年間平均45日とした。この場合、10mm以上の降雨は365日÷45日=8.1日に1回となる。



現況における石内川に対する1日当りの流出量の想定

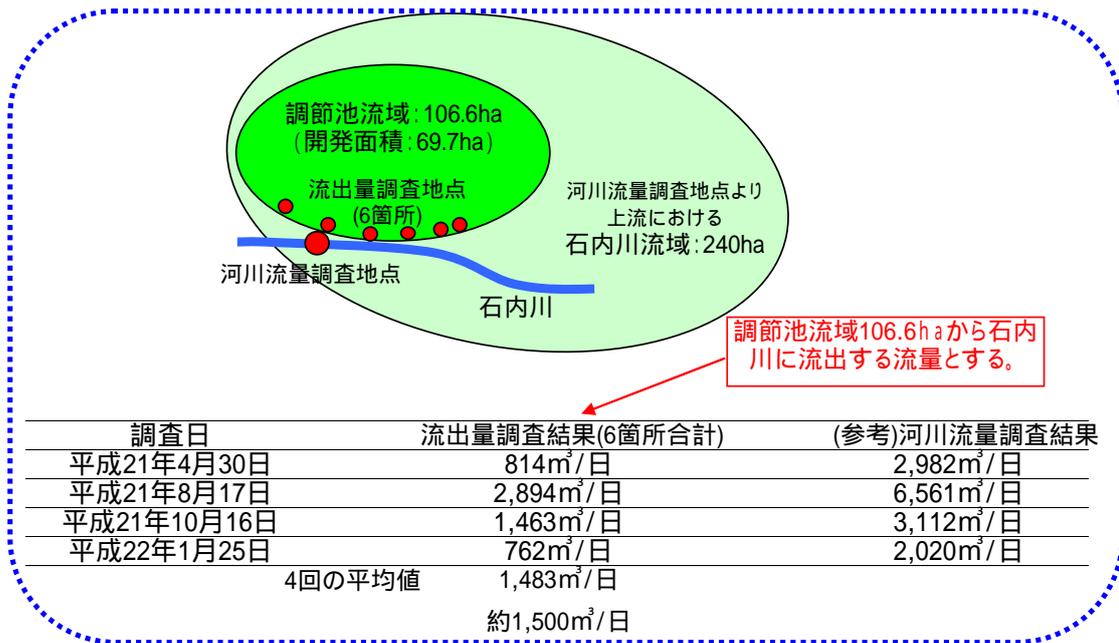


図 7-5-9 水収支モデル

#### 河川の流量等の変化の程度(調節池放流量)

事業計画地内に調節池を設置し、事業計画地の雨水を集水し、石内川への放流量を現況と同等に調整することにより、下流域への急激な流量の増大を避ける。また、下流2kmまでの石内川の最小流下能力（流下能力 $19.050\text{m}^3/\text{s}$ 、比流量 $0.056\text{m}^3/\text{s}/\text{ha}$ ）と比較して、その能力以下に調節池の放流量（許容放流量 $5.596\text{m}^3/\text{s}$ 、比流量 $0.0534\text{m}^3/\text{s}/\text{ha}$ ）を設定していることから、調節池からの放流量は現況と同等の流出量に抑えられると予測される。

#### 7-5-4 環境保全措置

予測結果のとおり、造成工事により、地下水の流れを遮断することはなく、切土による地下水位の低下の範囲も計画地東側の尾根を越えることはないと予測された。また、北側及び南側の井戸の利用等への影響はほとんど無いと予測された。

土地利用の変更により地下浸透量（地下水涵養量）が減少し、石内川への供給量も減少するが調節池内に減少分の水量を貯留する計画としている。また、下流河川の流出量が増大するが、調節池で放流量を下流の最小流下能力以下にすることから現況と同等に抑えられると予測された。

これらより、環境への影響は小さいと予測されたが影響を低減するため、環境保全措置について検討し、事業者が以下の環境保全措置を実施することとした。

#### 【環境保全措置】

水象への影響を低減するためには、地下水位の状況に応じて適切な措置を講じること、石内川への水の流出量の抑制と供給量を維持することが重要である。

以上のことから、本事業では以下の環境保全措置を実施する。

- ・ 工事中の地下水低下の状況を把握するため、事業計画地内あるいは周辺の北側・南側各1地点において既存井戸の利用若しくはボーリング観測孔を設置し、地下水位の観測を実施し、必要に応じて適切な措置を講じる。
- ・ 北側の井戸に対して影響が発生した場合は、水道の敷設や井戸の付け替えなどの措置を図る。
- ・ 南側の井戸に対して影響が発生した場合は井戸の付け替えなどの措置を図る。
- ・ 造成完了後の流出量の変化によって地下水涵養量が減少することによる、石内川への供給量の減少を低減するため、調節池内に減少分の水量をできるだけ貯留する計画とする。

#### 7-5-4 評価

予測結果により、事業計画地の北～東側に対して、切土工事における地下水の低下は、最大でも東側の尾根を越えることは無く、北側及び南側の井戸については、その利用に影響が生じた場合は上水道の敷設や井戸の付け替えなどの措置を図る。

また、本事業の実施により、造成後の雨水流出量が増加し地下水涵養量が減少することにより、石内川への流出量が増加するものと考えられる。このことを踏まえ、造成工事完了後には、事業計画地に降雨した雨水を調整池に集水し、石内川への放流量を調整することにより、雨天時等に石内川の水量が急激に増水しないように計画している。また、調整池内に常時貯水し、その水を緩やかに石内川に放流することにより、地下水涵養量の減少による影響をできる限り低減する計画である。

これらの予測結果と、予測結果を踏まえた環境保全措置を実施することにより、事業による水象への影響(井戸の利用など地下水への影響及び河川流量への影響)は、できる限り低減されるものと評価する。

#### 7-5-5 事後調査計画

本事業による地下水位への影響を確認するため、造成工事期間中を対象に地下水位の観測を実施する。調査地点は事業計画地内あるいは周辺の北側・南側各 1 地点において、既設井戸の利用若しくはボーリング観測孔を設置し、自動記録式水位計により地下水位の観測を実施するとともに、水質についても年 4 回調査を実施する。調査項目は、水道法の水質基準項目のうち、一般細菌、大腸菌、硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素、塩化物イオン、有機物、pH 値、味、臭気、色度、濁度の 10 項目とする。

事業計画地周辺の南北の井戸（5 箇所）についても、工事期間中を対象に水質を年 4 回調査する。調査項目は、地下水位の観測地点と同様の 10 項目とする。なお、造成工事開始前と終了後に、地下水の環境基準項目（28 項目）についても調査を実施する。

## 7 - 6 地形・地質

## 7-6 地形・地質

### 7-6-1 現況調査

地形・地質の調査概要を表 7-6-1 に示す。

表 7-6-1 現況調査概要(地形・地質)

調査項目		調査地点	調査方法		現地調査期間	
地形 ・ 地質	既存資料調査	地形・地質の状況	事業計画地及び周辺		-	
	現地調査	地盤調査	事業計画地内	現地踏査	地表調査	平成 21 年 5 月 20 日 ～平成 21 年 5 月 26 日
				ボーリング調査	[一次調査] 7 箇所	平成 21 年 6 月 8 日 ～平成 21 年 7 月 8 日
			[二次調査] 5 箇所		平成 21 年 11 月 16 日 ～平成 21 年 12 月 24 日	

#### 1)既存資料調査

本事業は、複合用地の造成事業であり、事業実施による工事中の建設行為(土地形状の変更)により、改変区域内の斜面の安全性への影響が考えられる。そのため、事業計画地及び周辺の地形・地質の状況について既存資料調査を行い、現地調査結果とあわせて整理した。

#### 2)現地調査

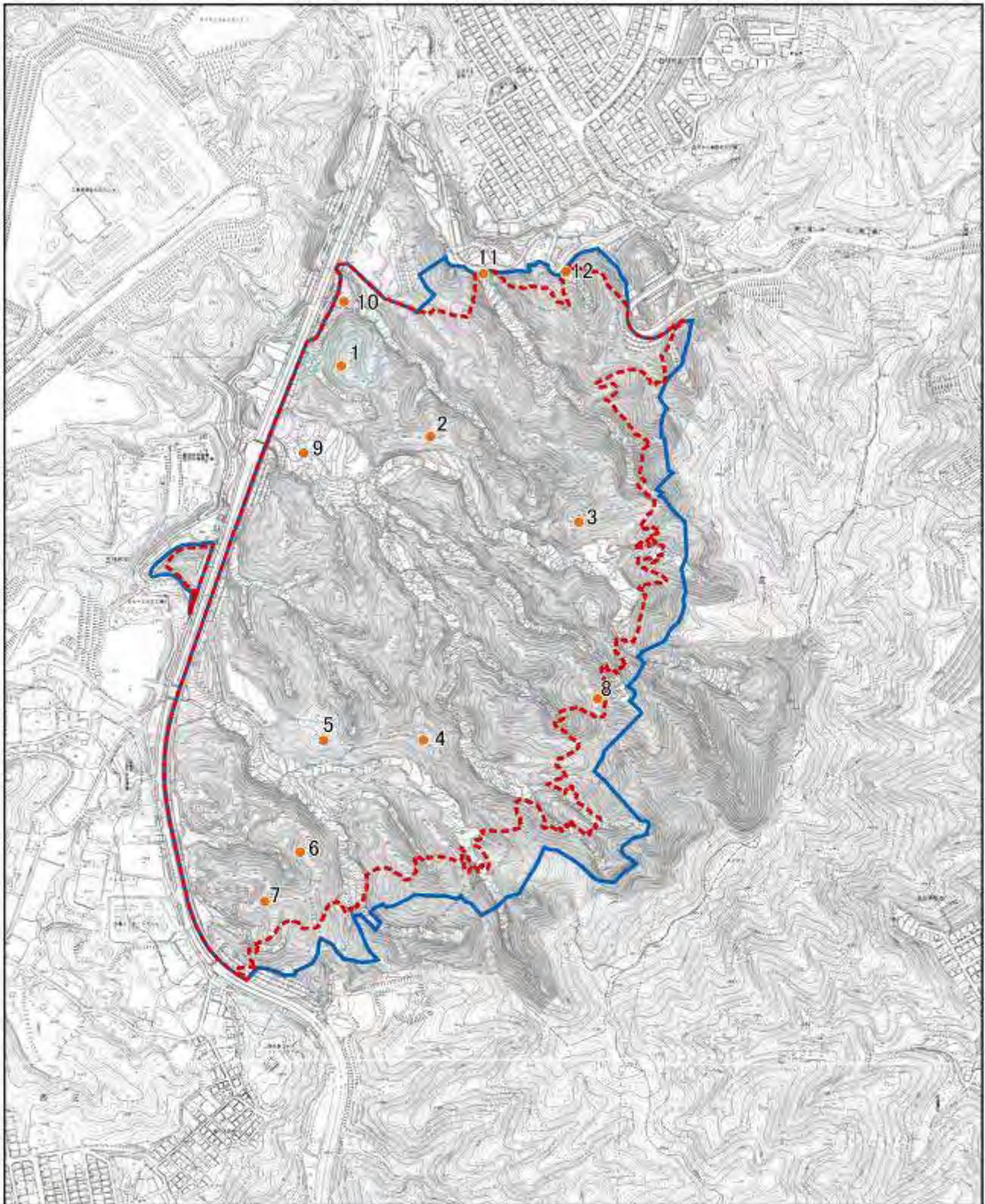
##### (1)調査方法

工事中の建設行為(土地形状の変更)による改変区域内の斜面の安全性への影響に関して、事業計画地及び周辺の地形・地質の状況について、地盤調査(現地踏査及びボーリング調査)を実施し、既存資料調査結果とあわせて整理した。

##### (2)調査地点

現地踏査は、事業計画地内を対象として実施した。

また、ボーリング調査は、事業計画地内 7 地点(No.1～7)における一次調査と、事業計画地内 5 地点(No.8～12)における二次調査を実施した。ボーリング調査の実施位置を図 7-6-1 に示す。



凡 例

— 事業計画地

● ボーリング調査位置

- - - 開発行為申請予定地域  
( 改变区域 )

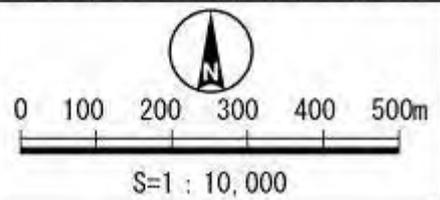


図7-6-1 ボーリング調査位置図

## 7-6-2 調査結果

### 1)地形の状況

事業計画地周辺の地形は、標高約 300m 程度の尾根が南北方向あるいは南東-北西方向に延び、それらの尾根を境にして、両側がなだらかに降りる形状である。事業計画地南東側の尾根は特に標高が高く、その尾根を超えた事業計画地周辺南東側と、事業計画地周辺北側では、山体斜面沿いに大規模な住宅地等が整備され、地形は改変されている。

事業計画地内には北西-南東方向の尾根が多い。これらは侵食を受けたやせ尾根で、稜線の傾斜は緩やかであるが、尾根から谷部にかけての傾斜は急である。また、山体斜面の中で、残留未風化部(コアストーン)の花崗岩が分布している場所等に、傾斜の緩やかな部分が点在している。

谷部は概ね尾根に平行に発達している。谷部の勾配は緩いが、谷の上流の勾配は上昇し、また、勾配が上昇した場所には転石や玉石が分布することが多い。

### 2)地質の状況

#### 地質層序等

事業計画地の地質層序表を表 7-6-2、想定地質断面図を図 7-6-2(1)～(11)に示す。

事業計画地を含む広島地方は、日本の地質構造区分からすると西南日本内帯に属し、古い時代に生成された基盤岩層として中生代白亜紀の広島花崗岩類(黒雲母花崗岩)が分布し、その上層に沖積層(新生代第四紀の沖積層である、谷底堆積物)が分布する。最上層には、場所によって崖錐堆積物がみられる。

事業計画地の基盤岩層である広島花崗岩類は、一般的に風化の進行が早く、場所によっては深部まで、風化した花崗岩が分布することもある。

ボーリング調査結果によると、地質表層を成している谷底堆積物の下に、層厚 5m 以上の強風化花崗岩(DL、DM、DH)が、連続性を有して分布していることが確認された。山体斜面上などには粘土状マサ(DL)や砂状マサ(DM)が分布し、N 値 10～30 以下の軟質な地点が多かった。谷部では、谷底堆積物の下に、やや硬質なマサ土(水流により流出した風化花崗岩)が分布し、砂状マサ(DM)が主体であったが、ボーリング孔 No.2 では N 値が 30 を超えた。

沖積層は、礫・砂・粘性土等によって構成され、河川沿いや谷を埋めるように分布していた。ボーリング孔 No.7 では、谷を埋めるように、層厚 3.6m の谷底(平野)堆積物が分布しており、土質は花崗岩起源の砂質土が主体で、平均 N 値  $N=8.7$  と軟質であった。

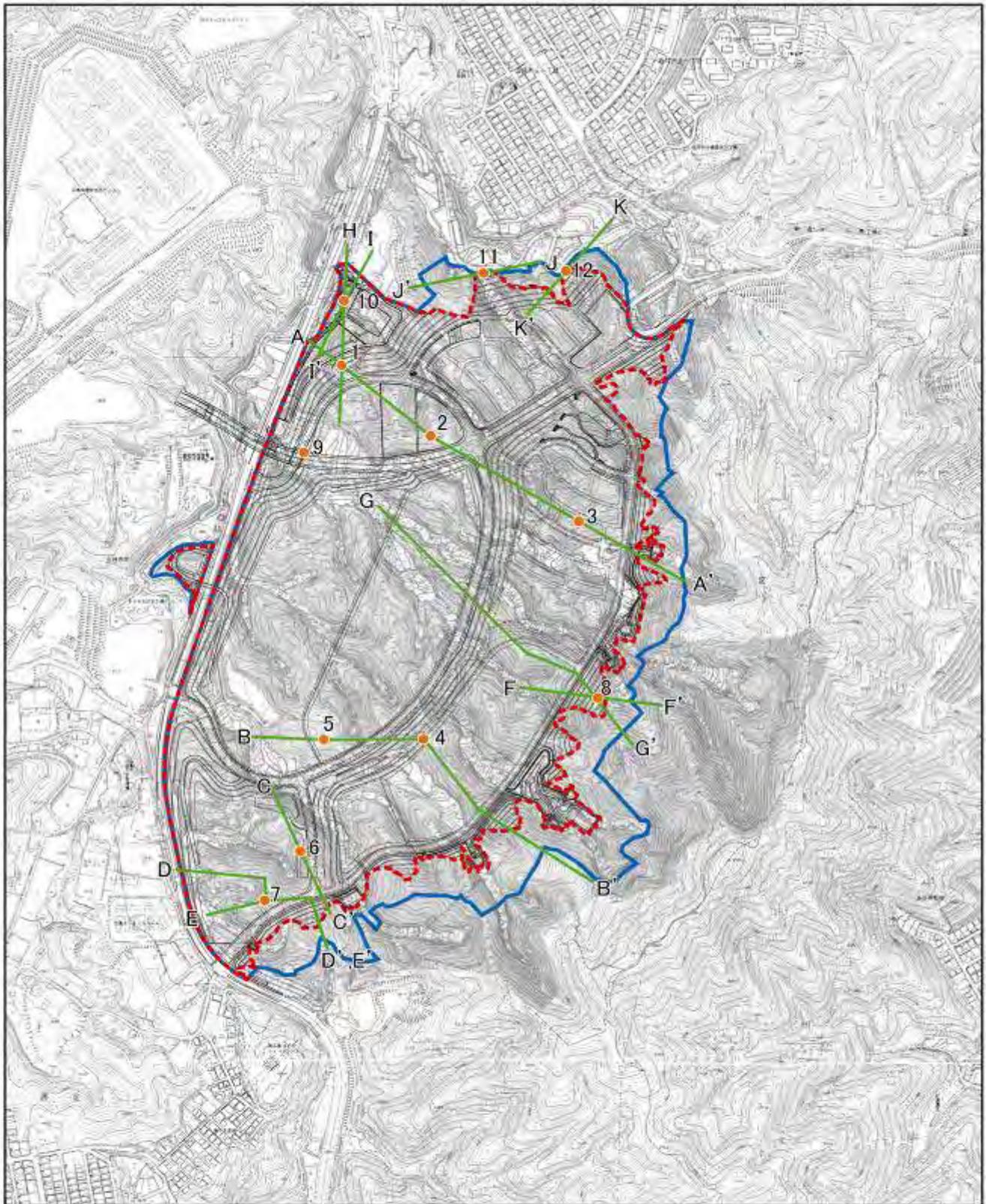
崖錐堆積物：急傾斜地などから剥離した岩屑類が下部斜面に堆積して出来た地形を崖錐といい、一般に半円錐状を呈する扇状地などを形成する。その形成された地形の構成物が崖錐堆積物である。

表 7-6-2 地質層序表

地質時代 区分	地層 (地質記号)	岩級 区分	現地調査結果		
			岩相	状況	
新生代 第四紀 沖積世	崖錐堆積物 (dt)	-	岩塊 ・礫混じり土砂	斜面下部に緩斜面～平坦面を形成して分布し、硬質な礫及び岩塊を混入していた。	-
	谷底(平野) 堆積物 (rd)	-	岩塊 ・礫混じり土砂 ～砂質土 ～粘性土	谷や沢に緩斜面～平坦面を形成して分布し、硬質な礫や岩塊を混入していた。谷の上流の緩斜面を形成する本層には、巨礫の混入がみられた。	ボーリング孔 No.9、No.10、No.11、No.12 孔で確認され、最大 N 値 N=23、最小 N 値 N=2、平均 N 値 N=10.87 であった。N 値のバラツキは、細粒分及び礫分の混入の違いによるものと考えられる。
中生代 白亜紀	広島花崗岩類	DL	粘土状マサ	花崗岩の強風化部で、ハンマーの軽打で容易に粉体化する。尾根部に厚く分布していた。原岩の組織は殆ど残存しないが、一部では僅かに残存していた。	ボーリング孔 No.4、No.5、No.7、No.8 孔で確認され、最大 N 値 N=22、最小 N 値 N=3、平均 N 値 N=8.7 であった。大部分が N 値 10 以下を示した。
		DM	砂状マサ	花崗岩の強風化部。原岩組織は残存している。ハンマーの軽打で容易にポロポロになる。	No6、No.10 孔を除く全地点で確認され、最大 N 値 N=167、最小 N 値 N=5、平均 N 値 N=34.7 であった。N 値のバラツキは大きかったが、大部分は N 値 30 以下であった。
		DH	砂礫状マサ	花崗岩の強風化部で、ハンマーの軽打で容易に砕ける。概ね粘土状マサや砂状マサの下位に分布していた。	全地点で確認され、最大 N 値 N=300、最小 N 値 N=2、平均 N 値 N=180.2 であった。N 値のバラツキは大きかったが、大部分が N 値 50 以上を示した。
		CL	軟岩	花崗岩の弱風化部で、ハンマーの軽打で砕ける。低標高部の一部や長大切土法面下部に露出していた。	(DH-CL 級岩盤) No1、No.3、No.6 孔で確認され、最大 N 値 N=882、最小 N 値=65、平均 N 値 N=347.9 であった。N 値のバラツキはやや大きかったが、大部分が N 値 50 以上を示した。 (CL 級岩盤) No.2、No.9、No.10、No.11、No.12 孔で確認され、最大 N 値 N=貫入不能、最小 N 値 N=65、平均 N 値 N=1500 以上であった。N 値のバラツキは小さく、大部分が N 値 300 以上を示した。
		CM	中硬岩	硬質の花崗岩で、ハンマーの軽打では容易に割れない。河床部や、低標高の尾根部や斜面上に、コアストーンとして分布し、露出していた。	-

N 値：標準貫入試験によって得られる値（63.5kg の重錘を 75cm の高さから自由落下させ、先端に取り付けた試験機を 30cm 地中に打ち込むのに必要な打撃回数）であり、値が大きい地盤は硬く、小さい地盤は軟らかいと評価される。

全体的な傾向として、深度が増すにつれて N 値は大きな値を示す。  
広島花崗岩類は、そのほとんどが黒雲母花崗岩によって構成される。



凡 例

- 事業計画地
  - - - 開発行為申請予定地域  
(改変区域)
- ボーリング調査位置
  - 想定地質断面図位置

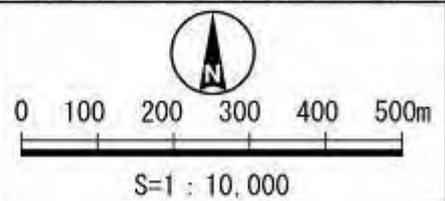


図7-6-2(1) 想定地質断面図位置

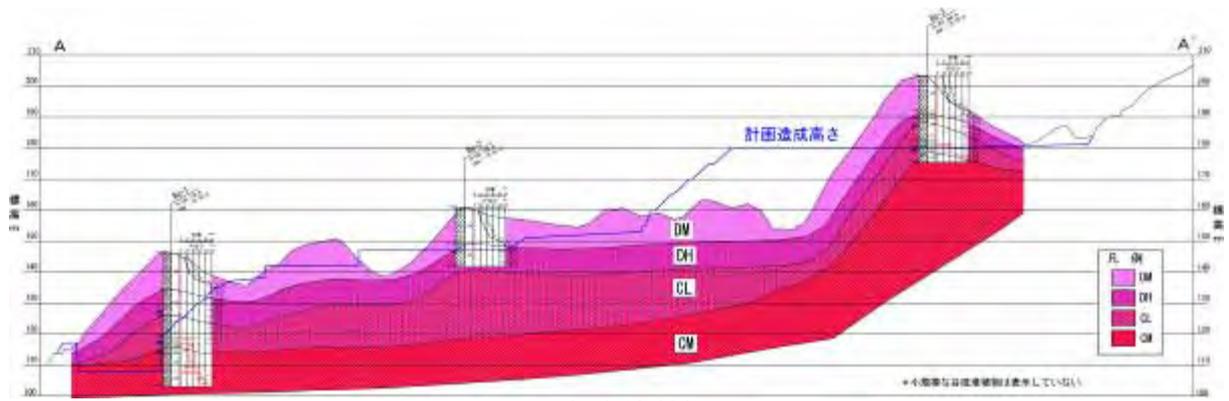


図 7-6-2(2) 想定地質断面図 A-A

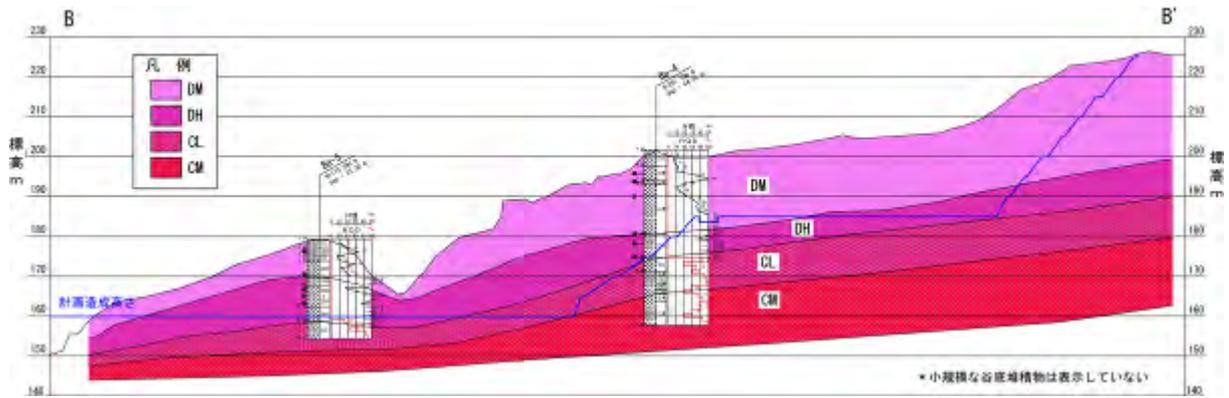


図 7-6-2(3) 想定地質断面図 B-B

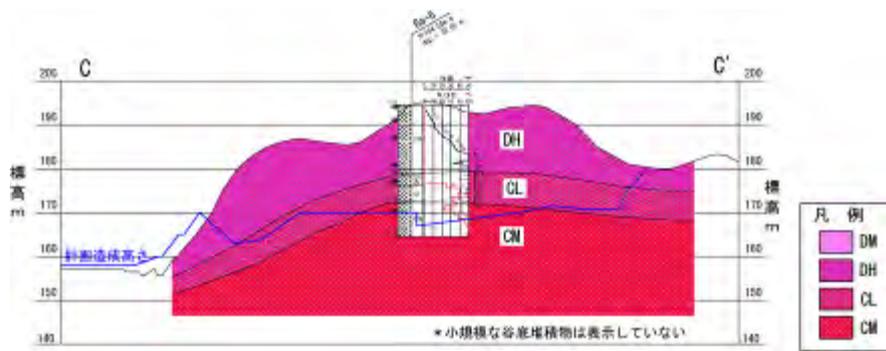


図 7-6-2(4) 想定地質断面図 C-C

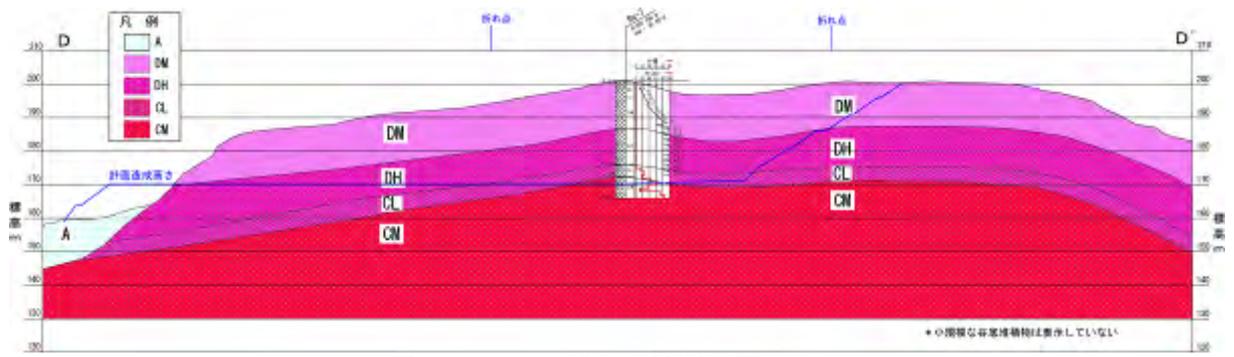


図 7-6-2(5) 想定地質断面図 D-D

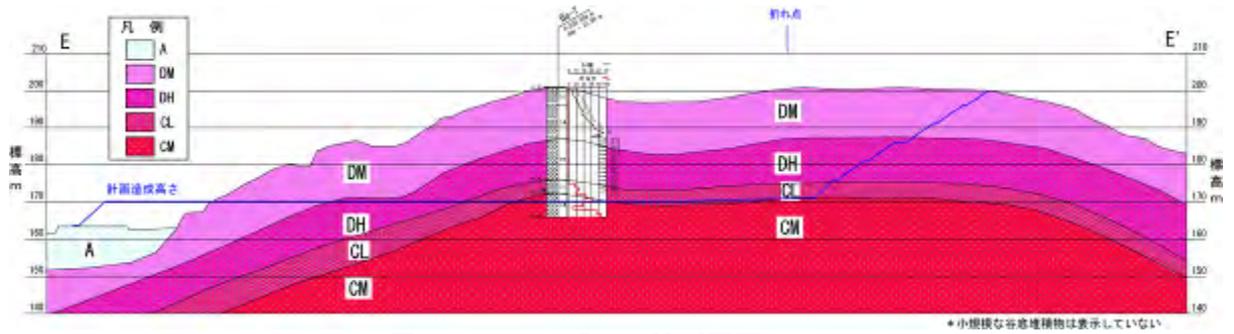


図 7-6-2(6) 想定地質断面図 E-E

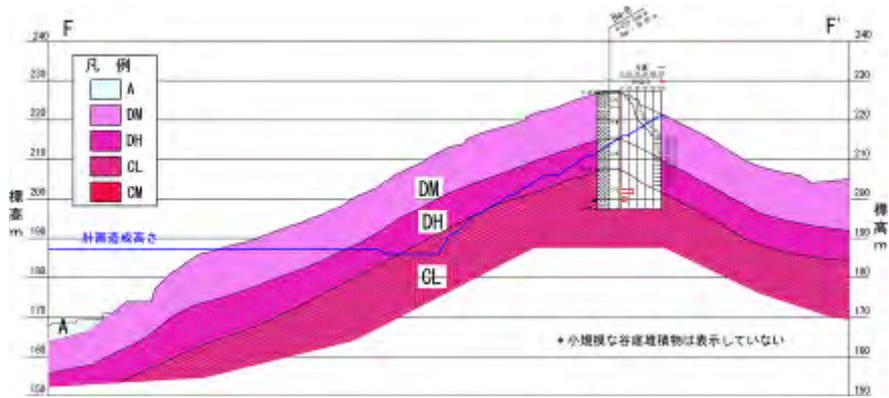


図 7-6-2(7) 想定地質断面図 F-F

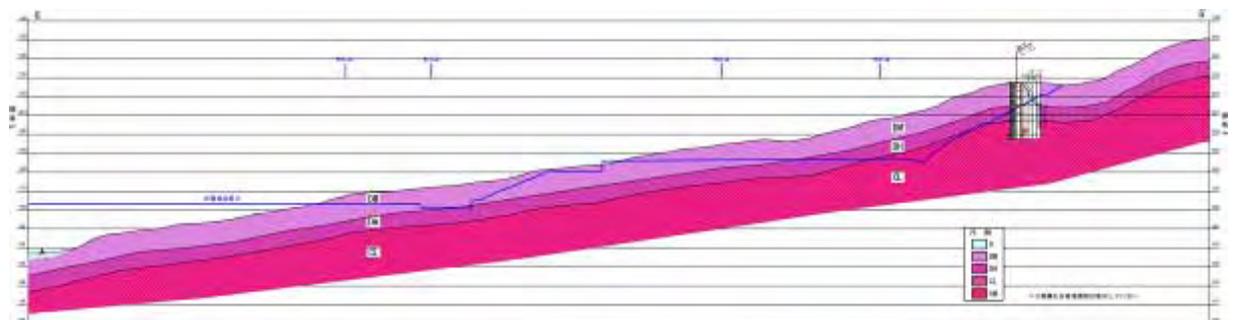


図 7-6-2(8) 想定地質断面図 G-G

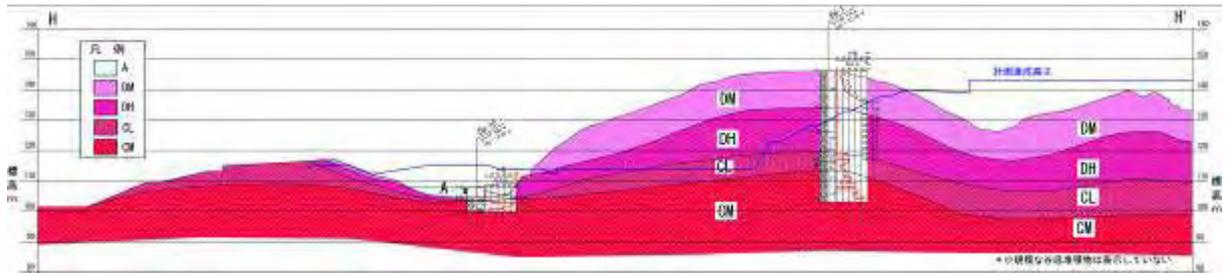


図 7-6-2(9) 想定地質断面図 H-H

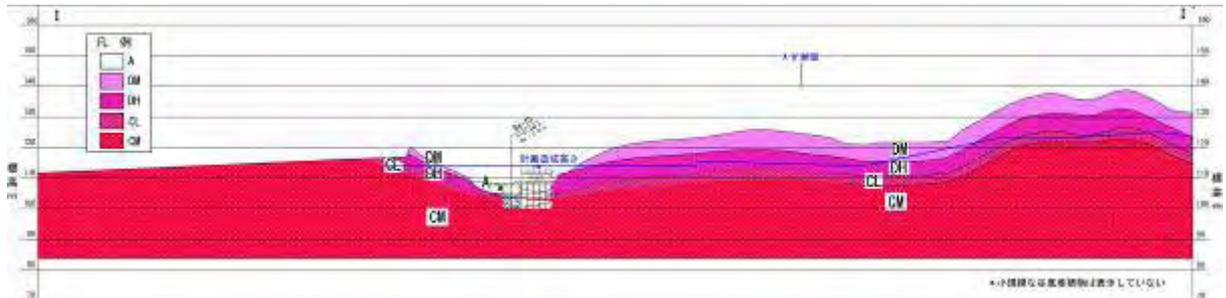


図 7-6-2(10) 想定地質断面図 I-I

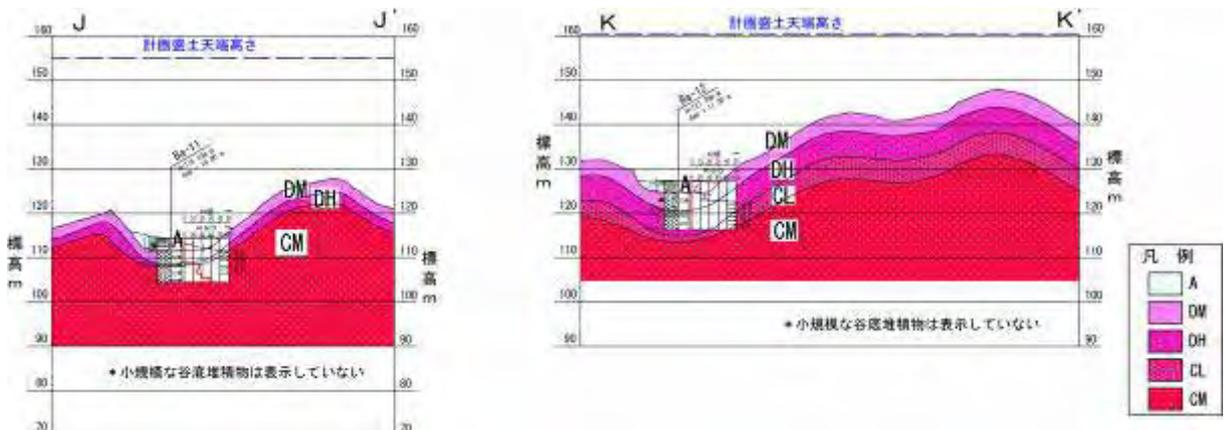


図 7-6-2(11) 想定地質断面図 J-J 、 K-K

### 表層地質

事業計画地内の地質表層には、風化が進行した花崗岩(強風化花崗岩。粘土状～砂状マサ)が分布している(写真 7-6-1～4)。

また、低標高部の切土斜面や河床部には、部分的に硬質な花崗岩の露出が見られる(写真 7-6-5, 写真 7-6-6)。

谷部は概ね花崗岩の風化流出土砂(砂質土及び粘性土)が堆積し、標高の高い部分や谷の傾斜が下流より急な場所に、径数 10cm 程度以上、最大径数 m 程度の転石・玉石が分布していた(写真 7-6-7, 写真 7-6-8)。

また、事業計画地周辺東側の標高の高い谷部には、最大径数 m 程度の巨石・転石の多い場所が確認された。



写真 7-6-1

広電資材置き場付近の切土斜面。  
酸化し著しく褐色になった粘土状マサ。  
面は自立している。  
ハンマー軽打で容易にボロボロとなる。



写真 7-6-2

拡大写真(丸印)。  
風化が著しく進行しているが、  
岩組織の残留がみられる。



写真 7-6-3

北西部の道路脇土取り場状マサ。  
ハンマー軽打で容易にボロボロとなる。斜面は自立している。



写真 7-6-4

拡大写真(丸印)。  
風化が著しく進行しているが、  
岩組織は明瞭に残留している。



写真 7-6-5

標高 100m 付近の道路切土斜面の硬質花崗岩。  
ハンマー打撃で容易に割れない。



写真 7-6-6

事業計画地西側河床の硬質花崗岩。  
シーティングジョイントが発達している。  
地層の傾斜はほぼ水平方向である。



写真 7-6-7

溪流部の玉石。  
径数 10cm 程度以上の硬質な玉石が点在する。



写真 7-6-8

山体斜面にみられる花崗岩のコアストーン。  
径 3m 程度で、全体に開口亀裂が発達している。  
岩片は硬質で、ハンマー打撃で容易に割れない。

### 7-6-3 予測

#### 1)予測項目

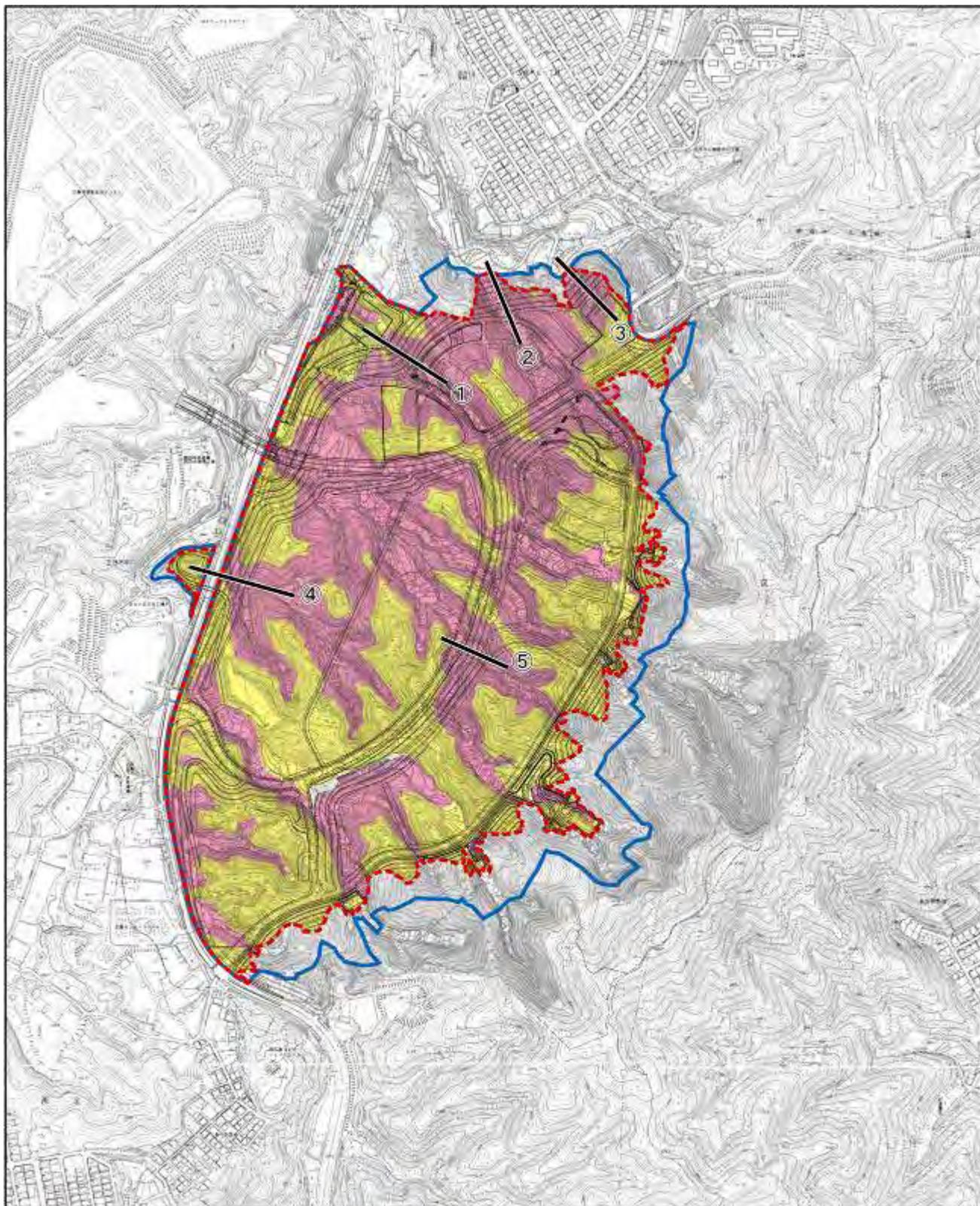
地形・地質の予測は、造成等の施工によって出現する造成法面の斜面の安定性(安全性)について行った。

#### 2)予測時点

予測時点は工事期間中(造成工事完了後)とし、常時と地震時について予測を行った。

#### 3)予測地点

予測地点を図7-6-3に示す。予測地点は、事業実施区域の最大盛土法面(5箇所)とした。



凡 例

- |                            |       |
|----------------------------|-------|
| — 事業計画地                    | ■ 切土部 |
| - - - 開発行為申請予定地域<br>(改変区域) | ■ 盛土部 |
| — 断面位置                     |       |

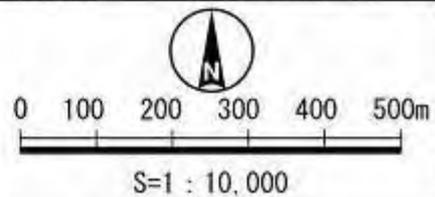


図7-6-3  
斜面安定性の検討位置図

#### 4) 予測方法

円弧滑り面法の簡便式(スウェーデン式)による全応力法により、斜面安定計算を行った。

予測式は、以下のとおりである。また、斜面の安定計算に用いた地盤物性値について、現地調査結果等に基づく値を表 7-6-3 に示す。

< 常時 >

$$F_s = \frac{M_R}{M_D} = \frac{\sum (C \cdot \ell + W \cos \alpha \cdot \tan \phi)}{\sum W \sin \alpha}$$

- ここに、 $F_s$  : 安全率  
 $M_R$  : 土塊の抵抗モ-メント (kN・m/m)  
 $M_D$  : 土塊の滑動モ-メント (kN・m/m)  
 $W$  : 各スライスの単位長さ重量 (kN/m)  
 $\alpha$  : 各スライスの滑り面の中点と滑り面を円弧とする円の中  
 心とを結ぶ直線が鉛直線となす角度 (°)  
 $\ell$  : 各スライスの滑り面の長さ (m)  
 $\phi$  : 盛土の内部摩擦角 (°)  
 $C$  : 盛土の粘着力 (kN/m<sup>2</sup>)

< 地震時 >

$$F_s = \frac{M'_R + \Delta M'_R}{M'_D} = \frac{r \sum \{C \cdot \ell + (W \cos \alpha - k_h \cdot W \sin \alpha) \cdot \tan \phi\} + P \cdot r'}{\sum (r \cdot W \sin \alpha + k_h \cdot W \cdot h)}$$

- $M'_R$  : 地震時の土塊の抵抗モ-メント (kN・m/m)  
 $\Delta M'_R$  : 抵抗モ-メントの増分 (kN・m/m)  
 $M'_D$  : 地震時の土塊の滑動モ-メント (kN・m/m)  
 $P$  : 対策工の抵抗力(抑止力) (kN・m)  
 $r$  : 滑り面の半径 (m)  
 $r'$  : 対策工の工法により決まるモ-メントの腕の長さ  
 $k_h$  : 設計水平震度

表 7-6-3 安定計算で用いた地盤物性値

地質区分	岩級 区分	単位体積重量 t (kN/m <sup>3</sup> )	粘着力 cu (kN/m <sup>2</sup> )	内部摩擦角 u (°)
盛土	-	19	-	35
谷底堆積物 (rd)	-	17	0	31
強風化花崗岩(粘土状マサ)	DL	19	32	34
強風化花崗岩(砂状マサ)	DM	21	44	36
強風化花崗岩(砂礫状マサ)	DH	23	68	39
花崗岩	CL	24	92	41
花崗岩	CM	25	500	40

## 5) 予測結果

斜面安定計算の結果を表 7-6-4, 5 に示す。

基準安全率(常時 1.5、地震時 1.0)に対して、各斜面の最小安全率はこれを上回っていると予測される。

表 7-6-4 斜面安定計算結果(常時)

地点	断面	断面	断面	断面	断面
最小安全率 $F_s$	1.61	1.69	1.65	1.66	1.66
基準安全率	1.5 以上				

安定計算における詳細(モデル図、各層の地盤物性値等)は、資料編に示す。

表 7-6-5 斜面安定計算結果(地震時)

地点	断面	断面	断面	断面	断面
最小安全率 $F_s$	1.03	1.08	1.06	1.07	1.04
基準安全率	1.0 以上				

安定計算における詳細(モデル図、各層の地盤物性値等)は、資料編に示す。

### 7-6-4 環境保全措置

斜面安定計算の結果、各法面の最小安全率は基準安全率を上回っているが、環境への影響を低減するため、環境保全措置について検討し、事業者が以下の環境保全措置を実施することとした。

#### 【環境保全措置】

斜面の安定性への影響を低減するためには、造成後の法面を安定させることが重要である。そのため、造成法面を裸地のまま放置せず、植栽及び種子吹き付けを行う等の措置が有効である。

以上のことから、本事業では以下の環境保全措置を実施する。

- ・ 造成法面には早期に種子吹き付けを行い、法面の安定化を図るものとする。

### 7-6-5 評価

事業計画地内の造成工事に伴い、部分的に長大法面が発生するが、法面安定計算の結果、各法面の最小安全率は基準安全率を上回っており、さらに、環境保全措置も行なわれることから、影響は回避されると評価する。