

島根原子力発電所 2 号炉

外部事象の考慮について

補足説明資料

平成27年 7月 9日

中国電力株式会社

目 次

1. 豪雨に対する影響評価について
2. 地滑り等の影響評価について
3. 生物学的事象に対する考慮について
4. 航空機落下確率評価について
5. 原子炉保護系計器ラックの主な電磁波等，外部からの外乱（サージ）・ノイズ対策について
6. 設計基準事故時に生じる応力の考慮について
7. 自然現象，人為事象に対する安全施設の影響評価について
8. 旧安全設計審査指針と設置許可基準規則の比較について
9. 考慮すべき事象の除外基準とASME判断基準との比較について
10. 考慮した外部事象についての対応状況について
11. 凍結防止対策の具体例について

1. 豪雨に対する影響評価について

1.1 概要

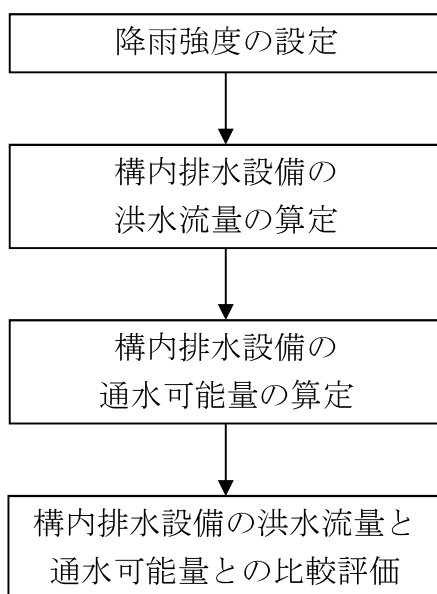
1.1.1 評価概要

島根原子力発電所2号炉において、降雨が継続した場合の敷地への影響について確認する。

評価に用いる降雨は、松江における既往最大の日最大1時間降水量とする。また、日本全国の日最大1時間降水量の最大値についても評価を行う。

1.1.2 評価フロー

本評価においては、考慮する降雨の雨量強度を設定し、発電所構内の排水設備の洪水流量と、通水可能量を比較し、降雨の影響を評価する。



1.2 降雨水の集水範囲

発電所構内に流入する降水の集水範囲は、図1のとおりである。

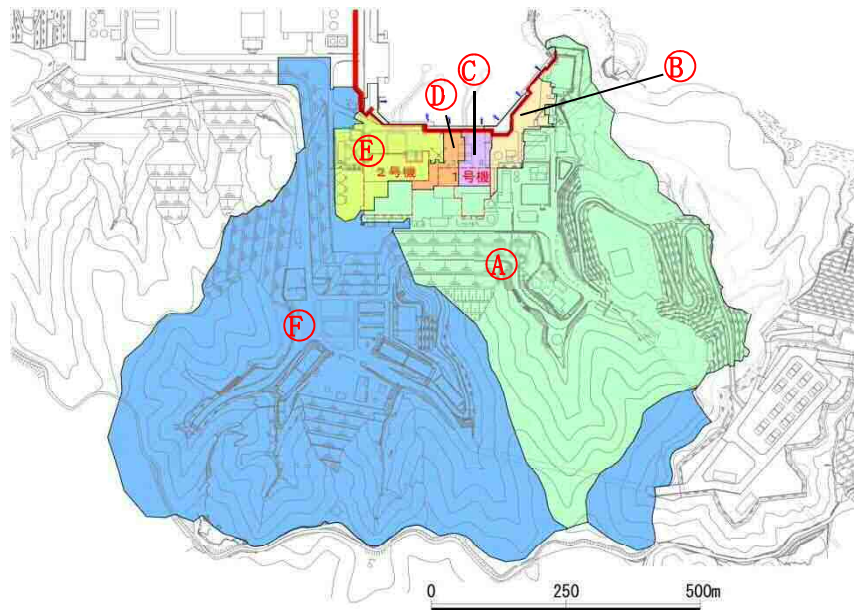


図1 降雨水の集水範囲

1.3 構内排水設備

発電所構内には、図2のとおり構内排水設備が配置されており、海域へ排水する排水設備を対象として、排水流量計算を行う。

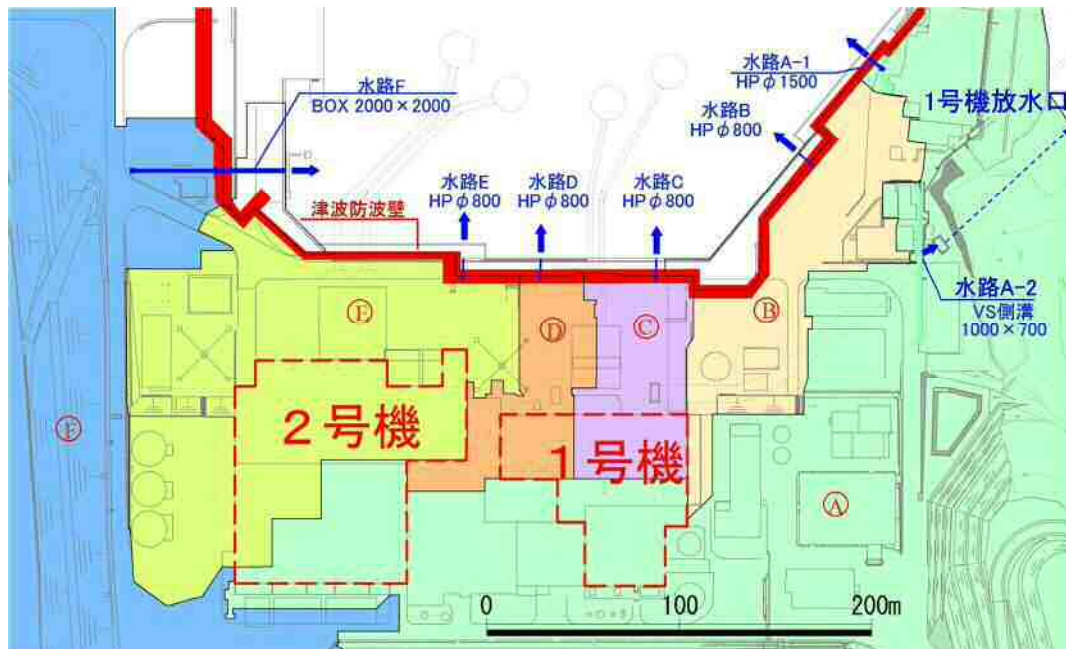


図2 構内排水設備

1.4 洪水流量及び通水可能量の算定方法

1.4.1 降雨強度

降雨強度は、島根原子力発電所が立地する松江市の松江地方気象台における既往最大時間雨量の77.9mm/hとする。

また、表1に示す日本全国の日最大1時間降水量の最大値の153mm/hを用いた評価についても行う。

表1 日本全国の日最大1時間降水量の最大値

都道府県	地点	観測年月日	観測値 (mm/h)
千葉県	香取	1999年10月27日	153
長崎県	長浦岳	1982年7月23日	

1.4.2 洪水流量

洪水流量は、林地開発許可申請の手引き（平成12年4月 島根県農林水産部森林整備課）に準拠し、以下の合理式により実施した。

$$Q = \frac{1}{360} \cdot f \cdot I \cdot A$$

ここで、Q：洪水流量 (m³/s)

f：流出係数

I：雨量強度 (mm/h)

A：流域面積 (ha)

流出係数 f は、島根県林地開発行為審査基準細則記載の下表による。

地表状態	区分	浸透能小 (山岳地)	浸透能中 (丘陵地)	浸透能大 (平地)
	林地		0.6~0.7	0.5~0.6
草地		0.7~0.8	0.6~0.7	0.4~0.6
耕地		—	0.7~0.8	0.5~0.7
裸地		1.0	0.9~1.0	0.8~0.9

採用値は以下のとおり。

林地 f = 0.7

草地 f = 0.7

建物・舗装部 f = 1.0

1.4.3 通水可能量

通水可能量の算定は、林地開発許可申請の手引き（平成12年4月 島根県農林水産部森林整備課）に準拠し、 Manning式により実施した。

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

$$Q' = A \cdot V$$

ここで、 V : 流速 (m/s)

n : 粗度係数

R : 径深 (m) = A/P

A : 通水断面積 (m²)

P : 潤辺 (m)

i : 水路勾配

Q' : 通水可能量 (m³/s)

粗度係数 n は、開発許可制度の手引き（技術編）（島根県土木部都市計画課，平成19年11月）及び林地開発許可申請の手引き（島根県農林水産部森林整備課，平成12年4月）に準拠し，下表による。

排水施設の種類		粗度係数 n
現場施工	コンクリート水路	0.015
	モルタル等吹付水路	0.020
工場製品	コンクリート製水路，管	0.013
	VS 側溝	0.014
	ポリエチレン内面平滑管	0.010

1.5 降水の影響評価

1.5.1 松江市の既往最大時間雨量に対する影響評価結果

表2のとおり、既往最大時間雨量（77.9mm/h）に対して、排水能力を有していることを確認した。なお、水路A-2は、図3に示すとおり水路A-1の超過分の洪水流量を、1号放水口を経て海域に排水する水路である。

表2 影響評価結果（降雨強度77.9mm/h）

水路	集水面積 (ha)	洪水流量 Q (m ³ /s)	排水設備	通水可能量 Q' (m ³ /s)	安全率 (Q'/Q)
A-1	28.27	5.31	ヒューム管 ϕ 1500	6.23	1.52
A-2			VS 側溝 B=1000, H=700	1.84	
B	1.01	0.22	ヒューム管 ϕ 800	2.41	10.95
C	0.55	0.12	ヒューム管 ϕ 800	2.41	20.08
D	0.52	0.11	ヒューム管 ϕ 800	2.41	21.91
E	2.56	0.55	ヒューム管 ϕ 800	2.41	4.38
F	42.97	7.53	BOX2000×2000	16.44	2.18

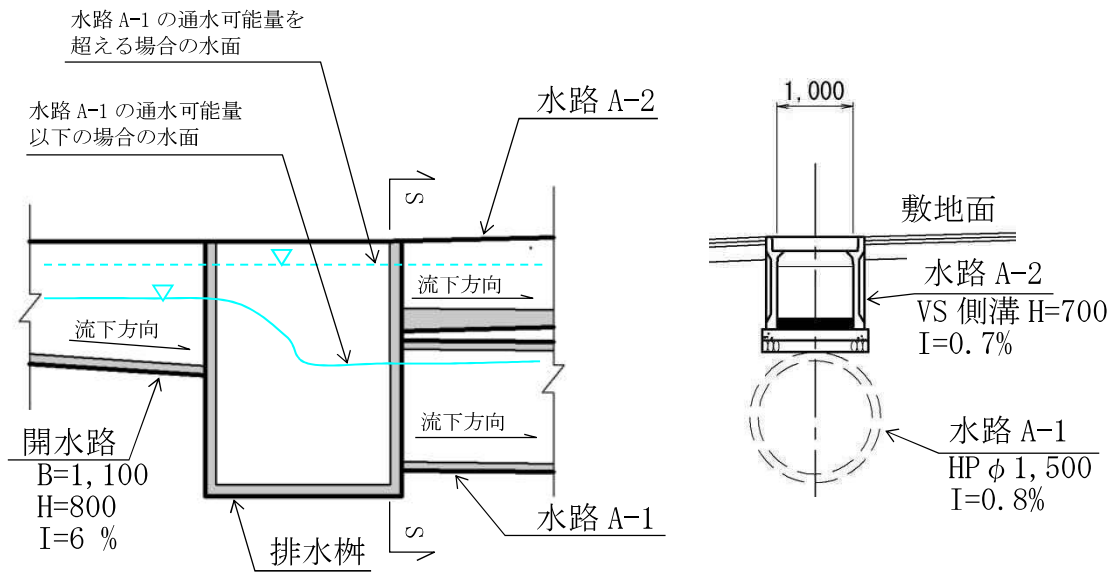


図3(a) 縦断面図

図3(b) S-S断面図

図3 水路A-1, A-2断面図

1.5.2 日本全国の日最大1時間降水量の最大値に対する影響評価結果

表3のとおり、日本全国の日最大1時間降水量の最大値（153mm/h）に対して、1箇所（水路A-2）で溢水することを確認したが、表4および図4のとおり、隣接する水路Bによる排水を考慮することにより、余裕をもって排水可能であることを確認した。

表3 影響評価結果（降雨強度153mm/h）

水路	集水面積 (ha)	洪水流量 Q (m ³ /s)	排水設備	通水可能量 Q' (m ³ /s)	安全率 (Q'/Q)	溢水量 (Q)-(Q')(m ³ /s)
A-1	28.27	9.01	ヒューム管 φ 1500	6.23	0.90	0.94
A-2			VS 側溝 B=1000, H=700	1.84		
B	1.01	0.43	ヒューム管 φ 800	2.41	5.60	—
C	0.55	0.23	ヒューム管 φ 800	2.41	10.47	—
D	0.52	0.22	ヒューム管 φ 800	2.41	10.95	—
E	2.56	1.08	ヒューム管 φ 800	2.41	2.23	—
F	42.97	14.79	BOX 2000×2000	16.44	1.11	—

表4 影響評価結果（降雨強度153mm/h）

水路	集水面積 (ha)	洪水流量 Q (m ³ /s)	排水設備	通水可能量 Q' (m ³ /s)	安全率 (Q'/Q)
A-1	28.27	8.07 ^{※1}	ヒューム管 φ 1500	6.23	1.00
A-2			VS 側溝 B=1000, H=700	1.84	
B	1.01	1.37 ^{※2}	ヒューム管 φ 800	2.41	1.76
C	0.55	0.23	ヒューム管 φ 800	2.41	10.47
D	0.52	0.22	ヒューム管 φ 800	2.41	10.95
E	2.56	1.08	ヒューム管 φ 800	2.41	2.23
F	42.97	14.79	BOX2000×2000	16.44	1.11

※1 : 9.01m³/s(水路A-1, A-2の洪水流量) - 0.94m³/s (水路A-1, A-2からの溢水量)

※2 : 0.94m³/s(水路A-1, A-2からの溢水量) + 0.43m³/s (水路Bの洪水流量)

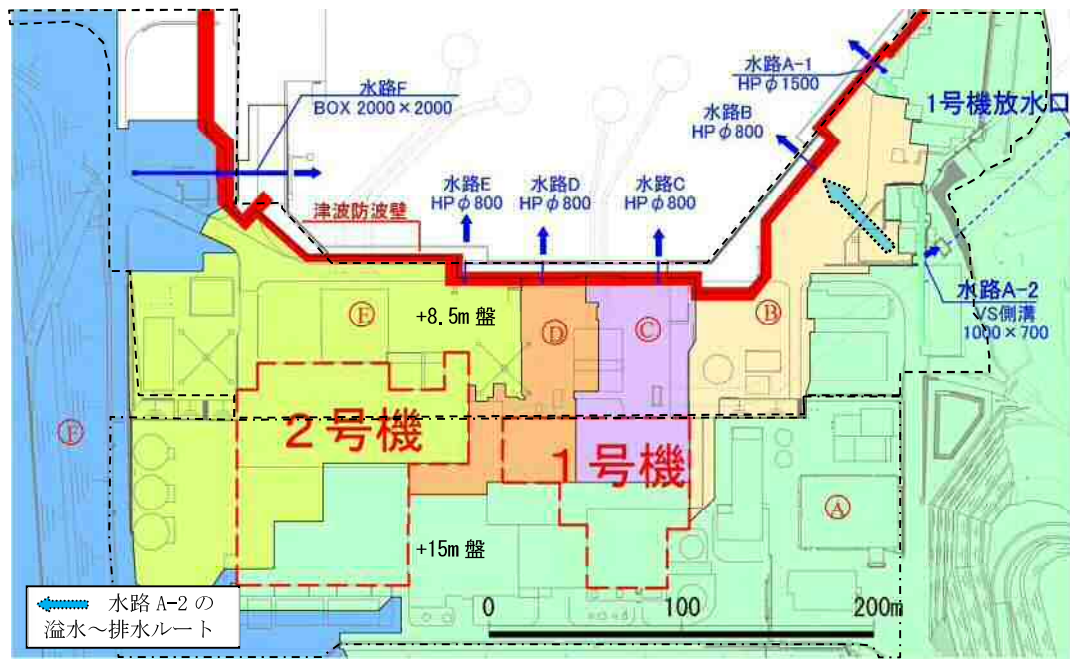


図4 日本全国の日最大1時間降水量の最大値 (153mm/h) に対する溢水～排水ルート図

2. 地滑り等の影響評価について

2.1 地滑り等の影響評価手法について

地滑り等の影響評価手法は、国土交通省が取りまとめた現行の「砂防基本計画策定指針（土石流・流木対策編）解説」（平成19年3月）において引用されている「土石流危険渓流および土石流危険区域調査要領（案）」（平成11年，旧建設省）を参考に設定した。図-1 に評価フロー図を示す。

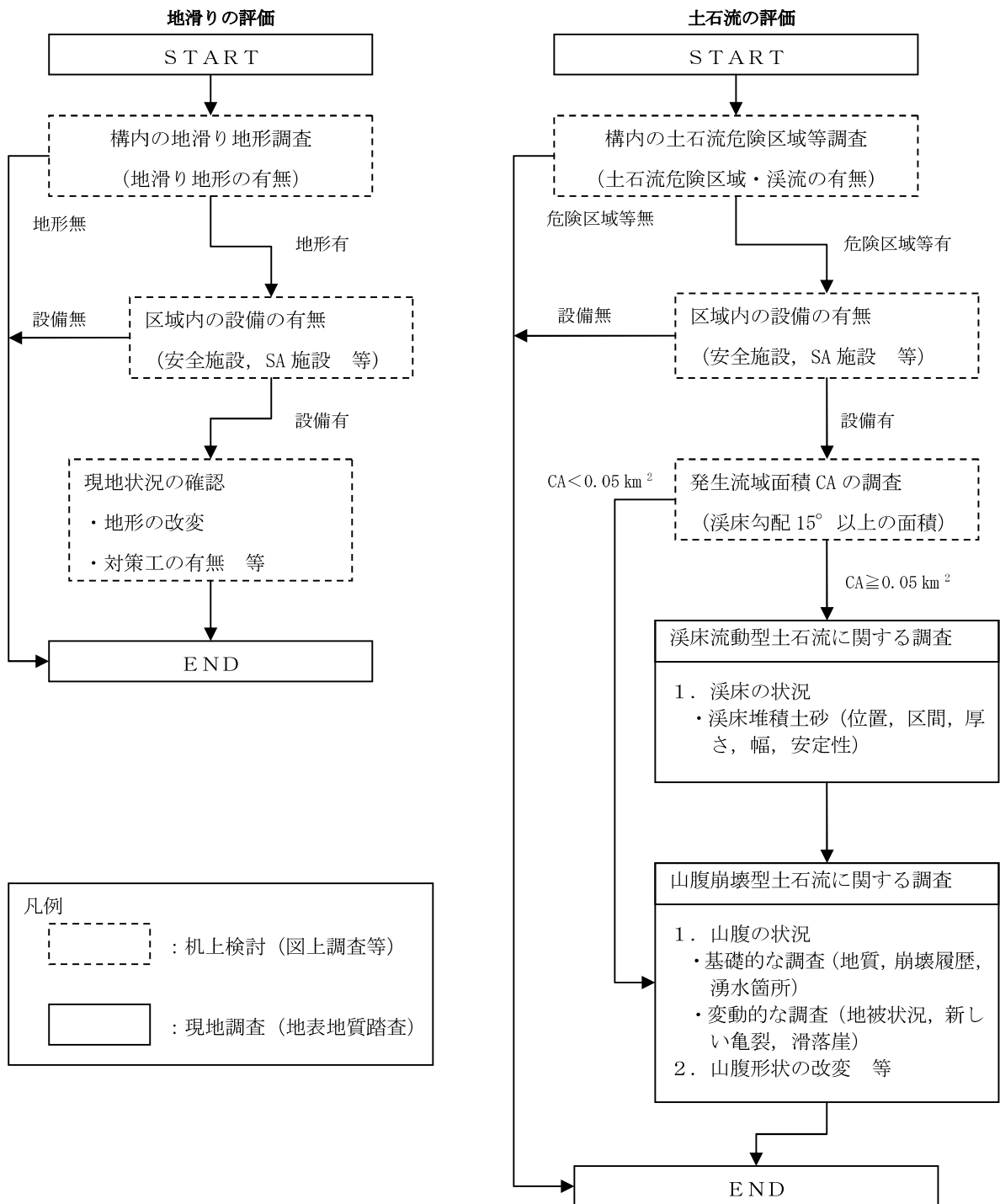


図-1 評価フロー図

土石流：山腹や川底の土砂が長雨や集中豪雨などによって、土砂と水が一体となって一気に下流へと押し流される現象

地滑り：地下水などの影響により斜面の一部が動き出す現象

2.2 地滑りの影響評価について

2.2.1 地滑り地形の抽出

地滑り地形分布図(独立行政法人防災科学技術研究所(以下、「防災科研」)発行)の記載に基づくと、図-2のとおり島根原子力発電所構内の設備に影響を及ぼす地滑り地形は5箇所記載されている。以下では、各々の地滑り地形について評価を実施する。

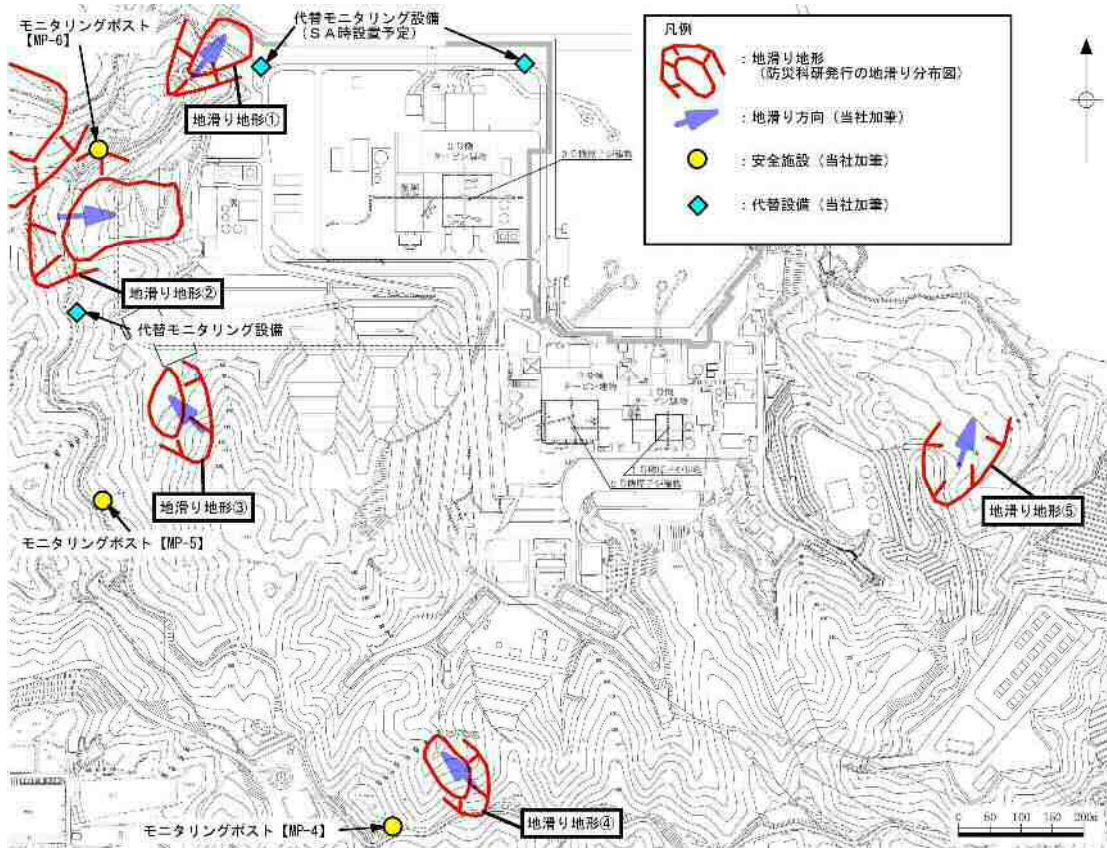


図-2 島根原子力発電所周辺における地滑り地形の分布図

2.2.2 地滑りの影響評価

発電所構内で確認された地滑り地形①及び③～⑤の周辺に安全施設及びSA設備はなく、地滑りが発生した場合に、影響を受ける設備はない。地滑り地形②の周辺にモニタリングポストがあるが、地滑りが発生した場合においても代替モニタリング設備により対応可能である。

2.3 土石流の影響評価について

2.3.1 土石流危険区域等の抽出

土砂災害危険箇所図（国土交通省国土政策局発行）の記載に基づくと、図-3 のとおり島根原子力発電所構内の土石流危険区域は7箇所記載されている。

国土交通省の土砂災害危険箇所図における土石流危険溪流等は、1/25,000の地形図を用いた机上調査のみにより抽出していることから、より詳細な調査を行うため、当社の2mメッシュDEMデータから作成した等高線図（2m間隔）等により地形情報を収集して机上検討を行うとともに、地表地質踏査により地山の崩壊履歴等を調査し、土石流が発生する可能性の有無を検討した。

以下では、各々の土石流危険区域について評価を実施する。

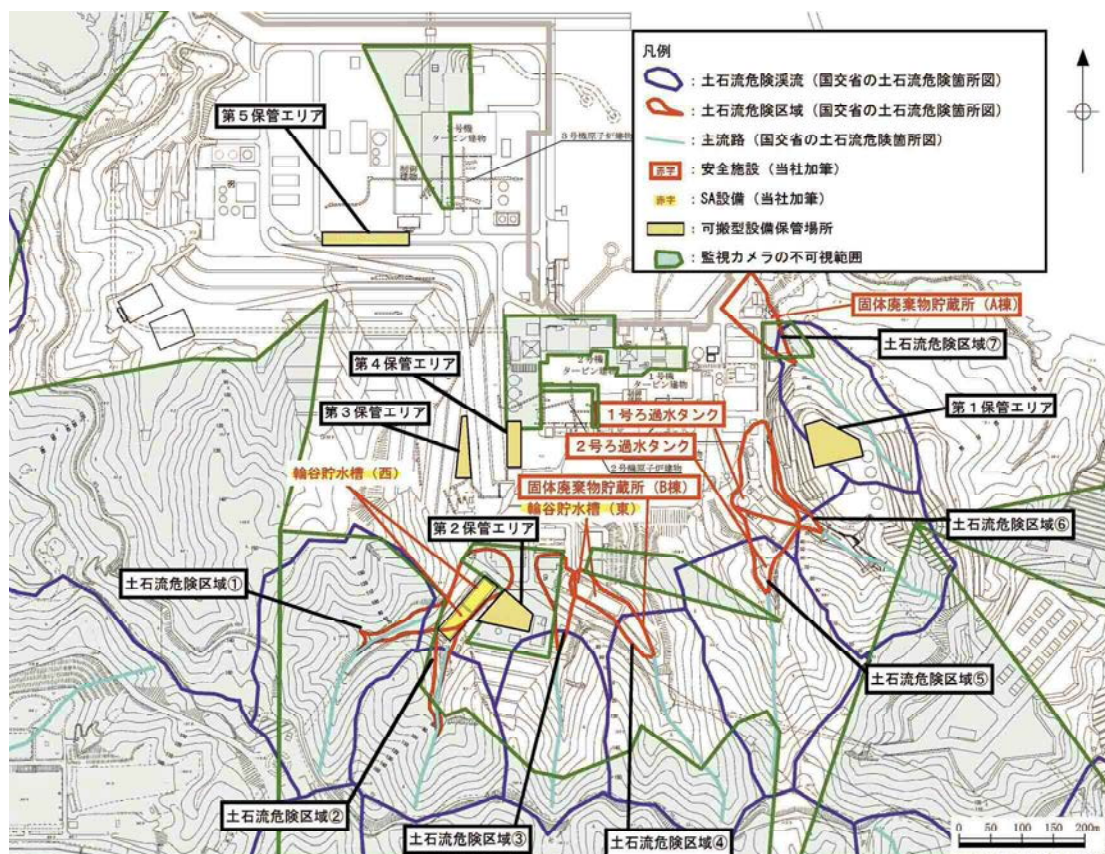


図-3 島根原子力発電所周辺における土石流危険溪流等の分布図

2.3.2 溪床流動型土石流の評価

溪床流動型土石流の評価に当たっては、当社等高線図等により地形情報を収集して机上検討を行った。検討結果は表-1 のとおり。

表-1 溪床流動型土石流に係る机上検討結果一覧表

土石流危険 区域 No.	区域内の施設	発生流域面積* (km ²)	溪流の状態
①	輪谷貯水槽 (西)	0.02	支流に細かく分散し、主溪流の溪床は構内道路として舗装されている。
②	輪谷貯水槽 (西)	0.04	支流に細かく分散
③	輪谷貯水槽 (東)	0.02	
④	輪谷貯水槽 (東) 固体廃棄物貯蔵所 (B 棟)	0.04	
⑤	1号ろ過水タンク 2号ろ過水タンク	0.04	
⑥	1号ろ過水タンク	0.03	
⑦	固体廃棄物貯蔵所 (A 棟)	0.01	

※ 溪床勾配 15° より上流の流域面積

- ・ 土石流危険溪流の発生流域面積（溪床勾配15° の地点より上流の流域面積）は、いずれも0.05km²以下の小溪流である。
- ・ 支流が細かく分散しており、各支流の流域面積は小さい。

以上のことから、安全施設の安全機能に影響を及ぼすような溪床流動型土石流は発生しないと考えられる。

2.3.3 山腹崩壊型土石流の評価

山腹崩壊型土石流の評価に当たっては、山腹の現地状況を地表地質踏査により調査した。検討結果は表-2のとおり。

- ・ 土石流は主にマサ土や火山灰が分布している範囲で発生しやすい傾向があるが、土石流危険溪流における表層の地質は、主に凝灰岩及び凝灰角礫岩から構成されており、マサ土や火山灰の堆積は認められない。（「原子炉設置変更許可申請書 添付⑥ 3.4-2 敷地の地質図」に記載）
- ・ 山腹において大規模な崩壊地形はない。
- ・ 山腹において大規模な崩壊に至るような新たな亀裂、常時湧水箇所等も確認できない。
- ・ 土石流危険区域⑥及び⑦の流域の大半は、免震重要棟設置に伴う敷地造成により山腹形状が改変されており、集水面積は減少している。

以上のことから、安全施設の安全機能に影響を及ぼすような山腹崩壊型土石流は発生しないと考えられる。

表-2 山腹崩壊型土石流に係る現地調査結果一覧表

土石流危険 区域 No.	区域内の施設	地質	地山の状況			
			山腹の状況	湧水の 有無	砂防施設 の有無	山腹形状 の改変
①	輪谷貯水槽（西）	凝灰角礫岩及 び火山礫凝灰 岩主体	大規模な崩壊 地形，新たな 亀裂等なし	間歇水	なし	なし
②	輪谷貯水槽（西）				なし	なし
③	輪谷貯水槽（東）				なし	一部改変
④	輪谷貯水槽（東） 固体廃棄物貯蔵所（B棟）				なし	なし
⑤	1号ろ過水タンク 2号ろ過水タンク				なし	なし
⑥	1号ろ過水タンク				あり	大幅に改変
⑦	固体廃棄物貯蔵所（A棟）				あり	

2.4 (参考) 土石流危険渓流の現地調査について

(1) 土石流の概要

「土砂災害警戒区域における土砂災害防止対策の推進に関する法律」において、土石流とは「山腹が崩壊して生じた土石等又は渓流の土石等が水と一体となって流下する自然現象」と定義されている。すなわち、山腹や川底の土砂が長雨や集中豪雨などによって、土砂と水が一体となって一気に下流へと押し流される現象である。

なお、土石流以外の土砂災害の種類としては、急傾斜地の崩壊及び地滑りが挙げられている。急傾斜地の崩壊は「傾斜°が30°以上である土地が崩壊する自然現象」と定義されており、急傾斜面が突然崩れ落ちる現象である。また、地滑りは「土地の一部が地下水などに起因して滑る自然現象又はこれに伴って移動する自然現象」と定義されており、地下水などの影響により斜面の一部が動き出す現象である。



図-4 土砂災害の種類 (国土交通省 HP)

土石流は、急傾斜地の崩壊や地滑りと比較して、移動距離が長く、発生した場所から離れた場所でも被害を受ける危険性があることが特徴的である。

土石流の発生形態としては、①山腹崩壊の土石流化、②溪床堆積土砂の流動化、③天然ダムの決壊等が挙げられる。

- ① 集中豪雨等により山腹崩壊が発生した際に堆積した土砂が、表流水等の影響により流動化し、そのまま土石流として流れ出るもの。

- ② 溪流内に堆積している土砂が、集中豪雨等の影響により流動化し、土石流として流れ出るもの。
- ③ 集中豪雨等により山腹崩壊や地滑りが発生した際に、その崩壊土砂により河川が一時的に閉塞され（いわゆる天然ダムの形成）、その後上流側に流水が貯まり水位が上昇することで、崩壊土砂（天然ダム）が決壊して土石流として流れ出るもの。

土石流の発生形態のうち、①、③については山腹崩壊型土石流に分類され、②については溪床流動型土石流に分類される。

土石流が発生しやすい谷は、山崩れが起きやすい山地内にあり、急勾配区間（概ね 15° 以上）が長く、谷底に土砂が厚く堆積している谷である。火山灰や火山礫など固結していない地層が積み重なっている火山の谷では、土石流材料の供給源が豊富にあるため、土石流が発生する可能性が大きくなる。

また、勾配が 1～2° 以下といった緩やかな扇状地は河流が運んだ土砂の堆積によるものであるが、勾配の急な扇状地は主として土石流の堆積の繰り返しにより形成されたもので、土石流が発生する危険が大きい地形である。

(2) 土石流調査の一般的な実施内容

平成 11 年から 4 年間に亘って各都道府県において実施された土石流危険溪流に関する調査においては、旧建設省の「土石流危険溪流及び土石流危険区域調査要領（案）」に基づき調査が実施されている。

「土石流危険溪流及び土石流危険区域調査要領（案）」に示されている土石流危険溪流の調査実施フローの概要は図-5 に示すとおりである。

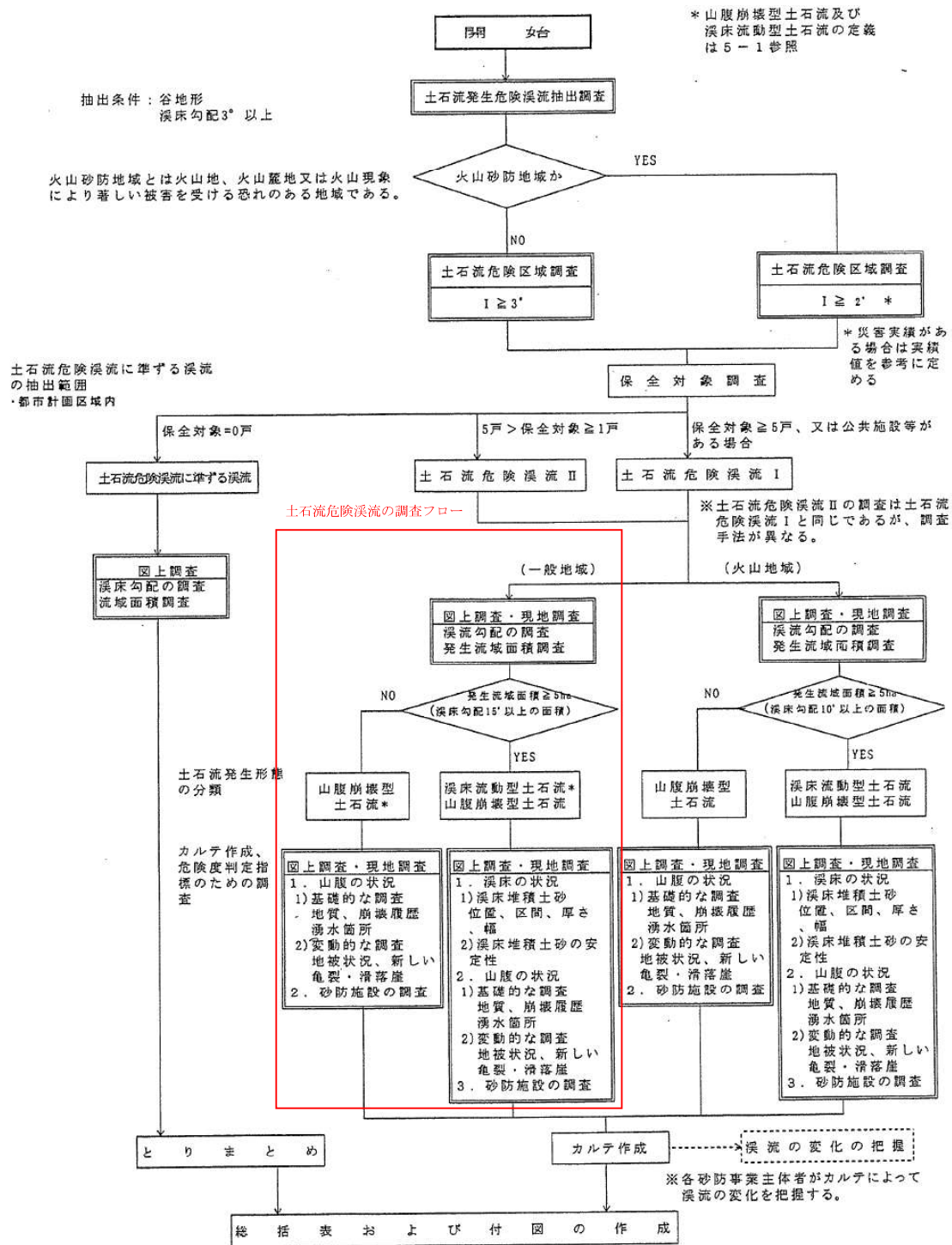


図-5 土石流危険渓流の調査フローチャート
(土石流危険渓流及び土石流危険区域調査要領 (案), 一部加筆)

土石流危険渓流調査では、まず、土石流危険区域調査により土石流危険区域を設定し、土石流危険区域にある保全対象の調査を行うことにより、土石流危険渓流の分類を行っている。その結果、土石流危険渓流Ⅰ及び土石流危険渓流Ⅱに分類されたものに対して土石流発生の要因及び砂防施設の調査を実施している。

土石流危険渓流の調査（図-5における囲み部分）においては，土石流危険渓流の状況を確認するために，渓床の状況調査，山腹の状況調査及び砂防施設の調査を実施することとしている。各調査は机上調査（地形図からの読み取り）又は現地踏査によるものとしている。土石流の発生要因を考慮して，調査項目として①渓床勾配，②流域面積，③渓床の状況，④山腹の状況が挙げられる。これら4項目のうち，①～③は渓床流動型土石流の発生要因，④は山腹崩壊型土石流の発生要因となるものである。各項目の説明を以下に示す。

① 渓床勾配

土石流は，発生区間，流下区間及び堆積区間が渓床勾配によってほぼ明確に分類できることが知られている。図-4に渓床勾配の区分を示す。

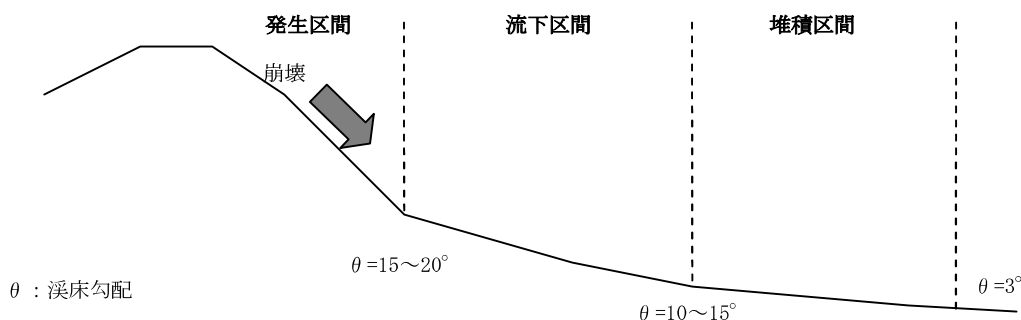


図-4 渓床勾配の区分

② 流域面積

土石流の発生流域面積は，土石流発生要因の一つである水量を表す指標であり，流出土砂量の大小をある程度把握できるものとして調査している。発生流域面積は渓床勾配が 15° の地点より上流の流域面積とされている。発生流域面積が 0.05km² 以下の小溪流では渓床流動型土石流は発生しにくいとされ，渓床の状況調査は実施しないとされている。

③ 渓床の状況

渓床流動型土石流においては，発生源となる渓床堆積土砂の存在及び量が重要な要素となることから，渓床堆積土砂の有無やその安定度を確認する。

④ 山腹の状況

流域内で1箇所当たりの崩壊面積が 1,000m² 以上の山腹崩壊が発生した場合，その崩壊土砂が流動化し土石流となる危険性がある。土石流となるような比較的規模の大きい山腹崩壊の発生の危険性を判断するために，地質や規模の大きい崩壊履歴，常時湧水箇所の調査を実施する。

(3) 土石流による主な被害事例

近年発生した土石流の被害事例を表-3に示す。土石流は、主にマサ土や火山灰等で発生している。マサ土は、花崗岩が風化してできた砂であり、粘性が低く、脆く崩れやすい状態である場合が多い。火山灰は、粒子が細かいため不透水層を形成しやすく、不透水層の上面を雨水が流れることにより、土石流が発生しやすくなることが知られている。また、土石流は同じ場所あるいは近傍で繰り返し発生している。

表-3 近年発生した土石流被害事例

年月日	場所	地山の岩種	流下した土砂	周辺も含めた過去の土石流災害
2014. 8. 20	広島市	花崗岩	マサ土	1999. 6. 29 の豪雨災害あり
2014. 7. 24	長野県南木曾町	花崗岩	マサ土	数年～数十年おきに発生
2013. 10. 16	伊豆大島	玄武岩（14世紀の噴火による溶岩流）	火山灰 ・火砕物	1958. 9. 26 台風 22 号により同地区で土石流災害
2009. 7. 21	山口県防府市	花崗岩	マサ土	数年～数十年おきに発生

以上