

島根原子力発電所電源線の送電鉄塔基礎の安定性等評価報告書

平成24年2月

中国電力株式会社

1. はじめに

経済産業省原子力安全・保安院指示文書「原子力発電所の外部電源の信頼性確保について（指示）」（平成 23・04・15 原院第 3 号）に基づき，当社は平成 23 年 5 月 16 日に島根原子力発電所の外部電源の信頼性確保について報告した。

この報告の中で，島根原子力発電所への電源線の地震による送電鉄塔基礎の安定性等の評価については，下記のとおり 8 月末を目途に確認することとしていた。本書は，この評価結果について報告するものである。

【島根原子力発電所の外部電源の信頼性確保に係る実施状況報告書】抜粋

4. 島根原子力発電所の電源線の送電鉄塔に関する耐震性および地震による基礎の安定性等の評価

（略）

(3) b. 基礎の安定性の評価

一般に，送電線のルートは，地すべり地域等を極力回避するよう選定している。また，やむを得ずこのような地域を経過する場合にも，個別に詳細調査を実施し，基礎の安定性を検討して，より強固な基礎型を選定する等の対策を実施している。

しかしながら，今回の地震においても，鉄塔敷地周辺の崩れ等による被害（以下，「二次的被害」という）が発生しており，こうした鉄塔敷地周辺の状況が基礎の安定性に与える影響について再評価する必要がある。このため，今回の地震で鉄塔倒壊の原因となった「盛土の崩壊」に加え，二次的被害を引き起こす要因として一般的に考えられる「地すべり」，「急傾斜地の土砂崩壊」について評価を行う。[評価フローは，添付資料 2～4 による]

（略）

表 原子力発電所の電源線の設備概要

線路名	区間	電圧	亘長	鉄塔基数
島根原子力幹線	島根原子力発電所 ～ 北松江変電所	500 k V	16.3 k m	46 基
第二島根原子力幹線	島根原子力発電所 ～ 北松江変電所	220 k V	16.3 k m	44 基
鹿島線	津田変電所 ～ 鹿島変電所	66 k V	11.4 k m	54 基
鹿島支線	鹿島線 53 乙鉄塔 ～ 島根原子力発電所	66 k V	1.1 k m	3 基

2. 島根原子力発電所への電源線の地震による送電鉄塔基礎の安定性等評価

(1) 盛土の崩壊による評価

盛土箇所の抽出にあたっては、今回の検討の発端となった東京電力（株）の66kV夜の森線周辺で発生した盛土崩壊箇所^{*1}と同規模程度のものを念頭に、更なる安全性向上の観点から、それよりも小規模なものについても対象とした。

具体的には、送電線ならびにその周辺の地形状況が記載されている実測平面図^{*2}、国土地理院発行の地形図（1/25,000）、送電線路周辺の保守記録を使用して、人工的に土地の改変が加えられた箇所を机上で確認した。また、送電線路周辺で発生した盛土に関する送電線の保守記録も参照し、さらに現地を徒歩により直接確認して、抽出漏れのないことを確認している。

その結果、以下の1線路2基について、周辺の盛土を確認した。

- ① 66kV 鹿島線No. 2：宅地造成による盛土
- ②-1 66kV 鹿島線No. 3：残土処理による盛土
- ②-2 66kV 鹿島線No. 3：河川堤防の盛土

次に、これらの盛土について現地状況を詳細確認し、当該盛土の形状・規模、鉄塔との距離を確認した。その結果、以下のとおり、安定性評価を必要とする盛土ではないと判断した。（添付資料－1参照）

- ① 66kV 鹿島線No. 2：宅地造成による盛土

最大高さ約2mの盛土で、鉄塔から約5mの距離があり、仮に崩壊したとしても当該鉄塔への土砂流入はない。

- ②-1 66kV 鹿島線No. 3：残土処理による盛土

最大高さ約1mの盛土で、鉄塔から約5mの距離があり、仮に崩壊したとしても当該鉄塔への土砂流入はない。

- ②-2 66kV 鹿島線No. 3：河川堤防の盛土

最大高さ約1mの盛土で、鉄塔から約8mの距離があり、仮に崩壊したとしても当該鉄塔への土砂流入はない。

なお、評価の詳細は、添付資料－2のとおり。

[盛土箇所の評価結果]

評価対象鉄塔	現地踏査実施	評価結果
147基	2基	安定性評価が必要な盛土なし

^{*1} 当該盛土の規模は、高さ30m程度の高盛土箇所であった。

^{*2} 送電線を中心に、左右100mの周辺状況を図面化したもの。現況に合わせて定期的に修正を行い、設備管理に活用するとともに、国への許認可・届出手続きの添付図面としても使用している。

(2) 地すべりによる評価

地すべりについては、地すべり防止区域（地すべり防止法）、地すべり危険箇所（地方自治体指定）および地すべり地形分布図（（独）防災科学技術研究所）から対象鉄塔を抽出した後、さらに『道路土工 切土工・斜面安定工指針（（社）日本道路協会 平成21年6月）』に示されている「地形図及び写真判読のポイント(P.377)」等を参考にした航空写真判読により、送電線とその周辺の地形形状、地形状況を確認し、4線路8基を抽出した。

抽出した8基について、地質・地盤・斜面崩壊等の知識とともに土質調査や土木施工など土質、地質に関する様々な経験を有する地質専門家により現地踏査を実施し、詳細な地形情報、地質情報、表層の情報等を収集した。

踏査にあたっては、調査の対象とする地区に対して可能な限り見通しの良い正面または側面から全体の地形、勾配、傾斜変換線の位置等を確認して、地すべり地の概略を把握した。その後、地すべり地内を詳細に踏査し、地形状況、露岩分布状況、移動土塊の状況、地表面の変状、構造物の変状の有無等について確認した。

安定度の評価にあたっては、安定度区分に応じた評価基準と対応方針を示す必要があるが、『道路土工 切土工・斜面安定工指針（（社）日本道路協会 平成21年6月）』における「地すべりの安定度判定一覧表(P.370)」や『電気協同研究 第58巻第3号 送電用鉄塔基礎の設計（（社）電気協同研究会 平成14年10月）』における「第3章地盤の調査および試験(P.25～32)」等を参考に地質専門家の意見を踏まえて設定した。（評価基準は添付資料－5（1／2）による）

上述の現地踏査で収集した地すべりの変状、地形特性に基づき、各鉄塔を評価した結果、詳細評価が必要なものは無く鉄塔基礎の安定性には問題ないことを確認した。（評価の詳細は、添付資料－3のとおり）

なお、評価がCランクとなった66kV鹿島支線No.2鉄塔は、地すべりが発生しているわけではないが、地すべりの素因となる地形・地質が、鉄塔敷地周辺に認められることから、定期巡視の都度、当該地形の状況を観察し、地すべり発生の兆候がないことを確認するとともに、大規模地震発生時には、速やかに巡視を行い現地の状況を確認する。

[地すべりの評価結果]

評価対象 鉄塔	現地踏査 実施	評価結果			
		Aランク	Bランク	Cランク	Dランク
147基	8基	0基	0基	1基	146基

Aランク	: 杭や擁壁等の必要な対策を実施
Bランク	: 定期的に地下水調査等を行い継続的に監視
Cランク	: 巡視時に斜面が安定していることを確認
Dランク	: 通常の管理

(3) 急傾斜地の土砂崩壊による評価

急傾斜地については、送電線とその周辺の地形状況が記載されている実測平面図や国土地理院発行の地形図(1/25,000)等を使用し、『道路土工 切土工・斜面安定工指針((社)日本道路協会 平成21年6月)』に示されている「斜面崩壊が発生した勾配の分布(P.314)」等を参考に、以下の条件を踏まえて図面判読した。

- ①逆T字型基礎の鉄塔で、鉄塔敷地内および近傍での傾斜30°以上の傾斜のある箇所(鉄塔敷地図^{*3})
- ②地方自治体が指定する急傾斜地崩壊危険箇所に近接する箇所

抽出した105基について、地質・地盤および斜面崩壊等の知識とともに土質調査や土木施工など様々な経験を有する地質専門家により現地踏査を実施し、詳細な地形・地質および変状の情報等を収集した。踏査にあたっては、斜面勾配等の地形条件、斜面上の変状の有無、植生状況、地下水や表流水の集水条件等を調査した。

安定度の評価にあたっては、安定度区分に応じた評価基準と対応方針を示す必要があるが、『道路土工 切土工・斜面安定工指針((社)日本道路協会 平成21年6月)』における「表層崩壊と落石の安定性評価の目安(P.68)」、「9-2 斜面崩壊対策の調査(P.312~318)」ならびに『電気協同研究 第58巻第3号 送電用鉄塔基礎の設計((社)電気協同研究会 平成14年10月)』における「第3章地盤の調査および試験(P.25~32)」等を参考に地質専門家の意見を踏まえて設定した。(評価基準は添付資料-5(2/2)による)

上述の現地踏査で収集した斜面勾配等の地形条件、地形特性等に基づき、各鉄塔を評価した結果、詳細評価が必要なものは無く、鉄塔基礎の安定性には問題ないことを確認した。(評価の詳細は、添付資料-4のとおり)

なお、評価がCランクとなった7基については、崩壊の規模がDランクよ

^{*3} 送電鉄塔を中心とした、20~40m四方の敷地の平面図および断面図に、基礎形状を記入した保守管理図面。現況に合わせて定期的に修正を行い、設備管理に活用している。

りもやや大きいと想定されるため、定期巡視の都度、斜面崩壊の兆候がないことを確認するとともに、大規模地震発生時には、速やかに巡視を行い現地の状況を確認する。

[急傾斜地の評価結果]

評価対象 鉄塔	現地踏査 実施	評価結果			
		Aランク	Bランク	Cランク	Dランク
147基	105基	0基	0基	7基	140基

Aランク	: 擁壁等の必要な対策を実施
Bランク	: 地質調査等を行い継続的に監視
Cランク	: 巡視時に斜面が安定していることを確認
Dランク	: 通常の管理

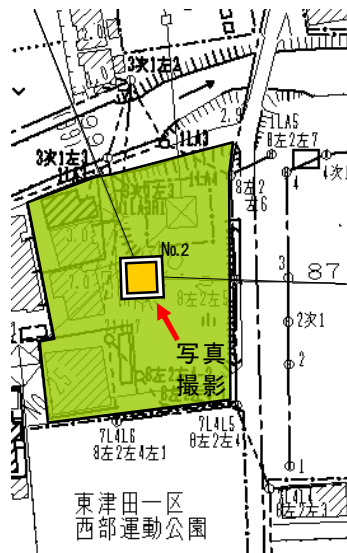
以上

添付資料

- 添付資料－1 鉄塔近傍の盛土の状況
- 添付資料－2 盛土崩壊の評価結果
- 添付資料－3 地すべりの評価結果
- 添付資料－4 急傾斜地の土砂崩壊の評価結果
- 添付資料－5 地すべり・急傾斜地の土砂崩壊の評価基準
- 添付資料－6 地表踏査を実施した鉄塔の基礎安定性評価結果一覧表

鉄塔近傍の盛土の状況

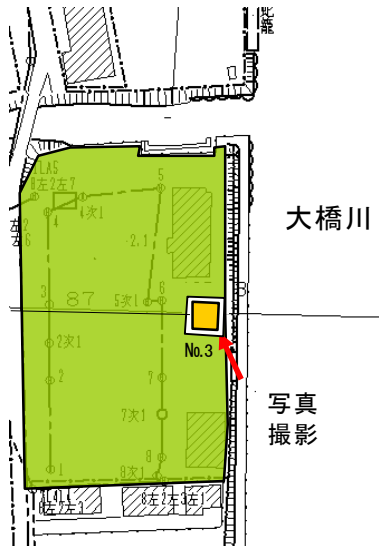
① 66 k V 鹿島線 No. 2 (宅地造成による盛土)



盛土高：約 2 m，鉄塔脚との離隔：約 5 m

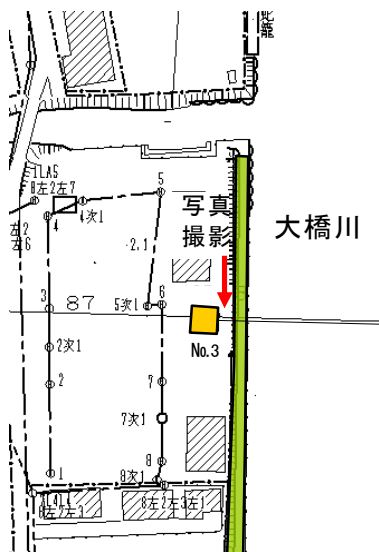
鉄塔近傍の盛土の状況

②-1 66 k V 鹿島線No. 3 (残土処理による盛土)



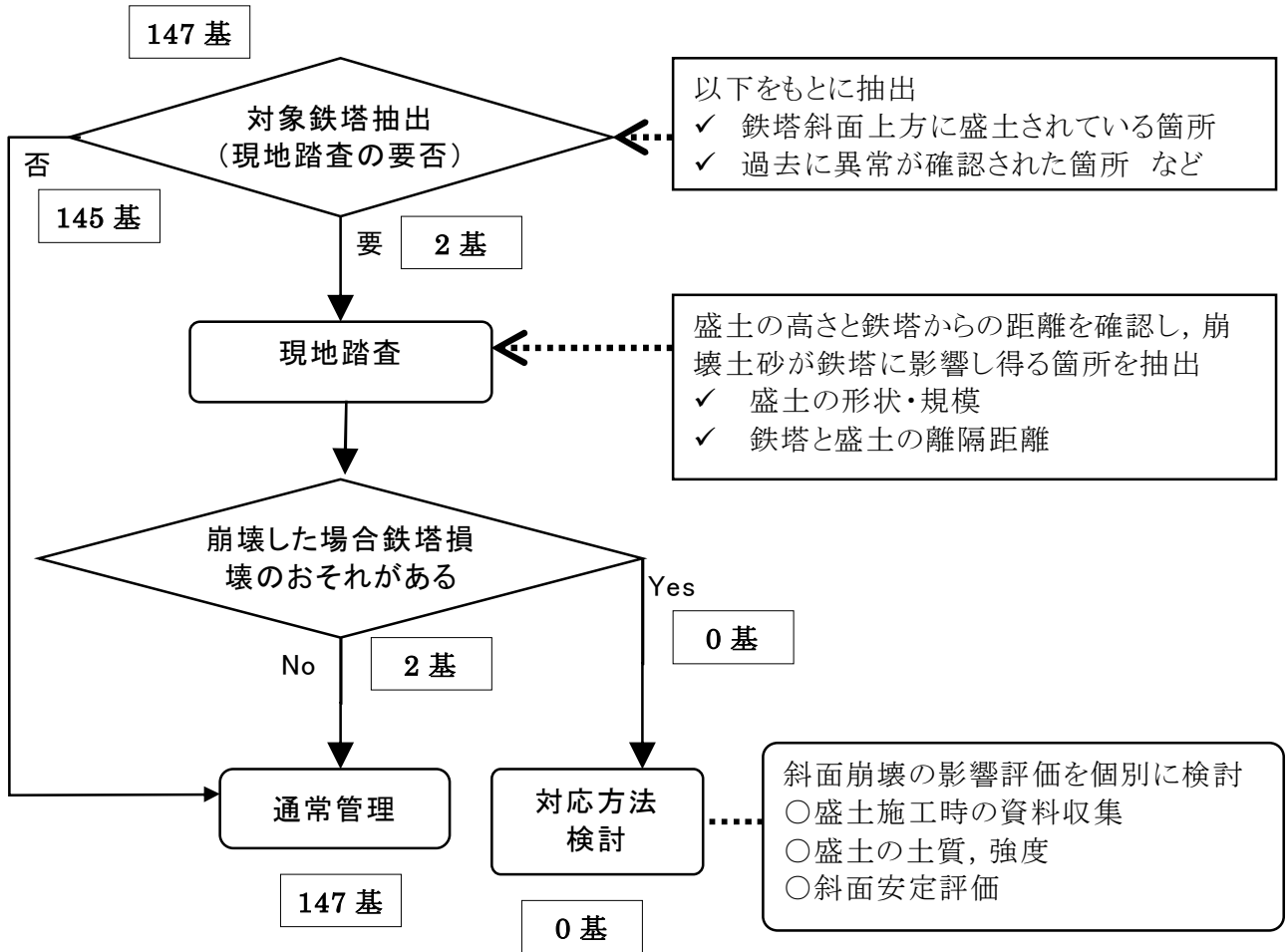
盛土高：約 1 m，鉄塔脚との離隔：約 5 m

②-2 66 k V 鹿島線No. 3 (河川堤防の盛土)



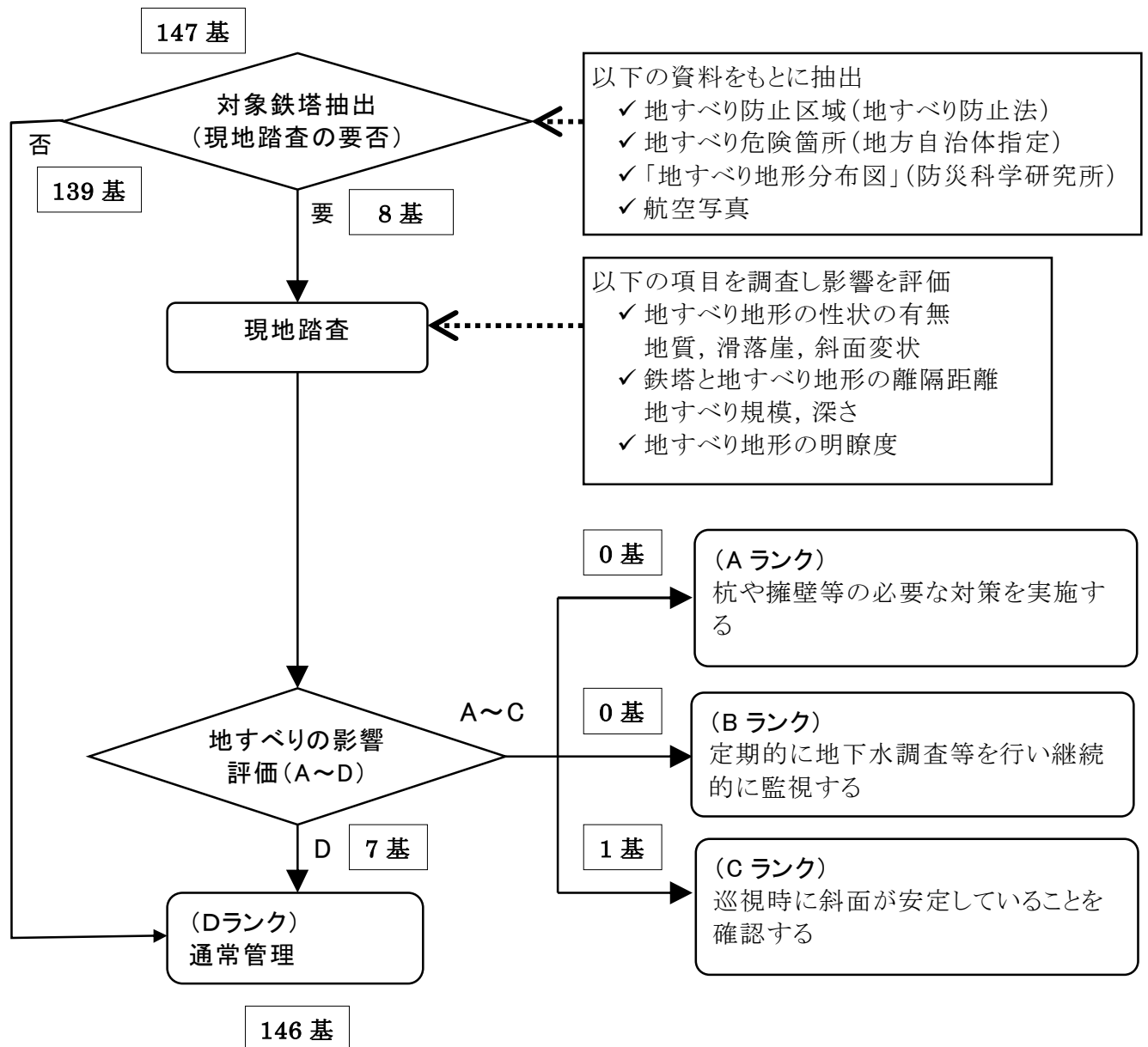
盛土高：約 1 m，鉄塔脚との離隔：約 8 m

盛土崩壊の評価結果



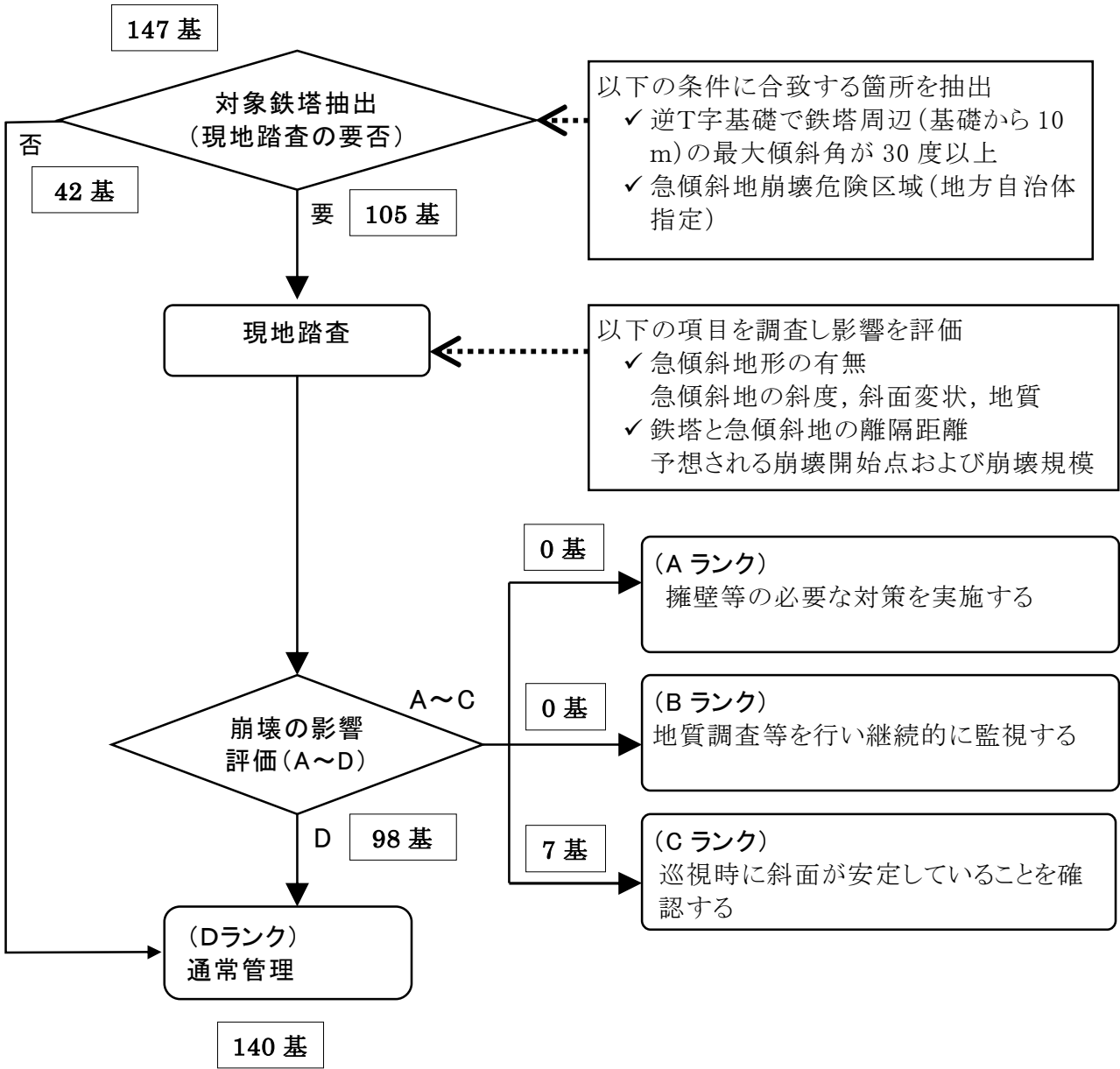
対象線路	鉄塔基数	現地踏査	評価結果
500kV 島根原子力幹線	46 基	0 基	安定性評価が必要な盛土なし
220kV 第二島根原子力幹線	44 基	0 基	
66kV 鹿島線	54 基	2 基	
66kV 鹿島支線	3 基	0 基	

地すべりの評価結果



対象線路	鉄塔 基数	現地 踏査	評価結果			
			Aランク	Bランク	Cランク	Dランク
500kV 島根原子力幹線	46基	3基	0基	0基	0基	3基
220kV 第二島根原子力幹線	44基	2基	0基	0基	0基	2基
66kV 鹿島線	54基	2基	0基	0基	0基	2基
66kV 鹿島支線	3基	1基	0基	0基	1基	0基

急傾斜地の土砂崩壊の評価結果



対象線路	鉄塔 基数	現地 踏査	評価結果			
			Aランク	Bランク	Cランク	Dランク
500kV 島根原子力幹線	46基	22基	0基	0基	0基	22基
220kV 第二島根原子力幹線	44基	41基	0基	0基	2基	39基
66kV 鹿島線	54基	39基	0基	0基	4基	35基
66kV 鹿島支線	3基	3基	0基	0基	1基	2基

地すべり・急傾斜地の土砂崩壊の評価基準

① 地すべり

ランク	評価基準	対応
A	<p>下記に該当し、地震発生時には、鉄塔敷地を含めた地すべりが発生する可能性が高いもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ●地すべり地に立地し、地震発生時には、鉄塔敷地を含めた地すべりが想定されるもの 	安定検討を行い、抑止杭や擁壁等の必要な対策を実施する。
B	<p>下記に該当し、地震発生時には、鉄塔敷地を含めた地すべりが発生する可能性があるもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ●活動している地すべり地に近接するもの ●活動している地すべり地からは離れているが、地すべり範囲が鉄塔に向けて拡大するおそれがあるもの 	定期的に地下水等の調査を行い、地盤の変位等を継続的に監視する。
C	<p>下記に該当し、地すべりが発生する可能性は低い、敷地周辺状況に注意を払うべきもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ●活動を終了した地すべり地に近接するもの ●地すべりの素因となる地形・地質が、鉄塔敷地周辺に認められるもの 	<p>巡視の都度、当該地形の状況を観察し、地すべり発生の兆候がないことを確認する。</p> <p>大規模地震発生時には、速やかに巡視を行い、基礎の状況を確認する。</p>
D	<p>下記に該当し、地すべりが発生する可能性はないと考えられるもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ●地すべり地から離れており、鉄塔に向けて拡大しないもの ●地すべりの素因となる地形・地質が、鉄塔敷地周辺に認められないもの 	通常の管理とする。

② 急傾斜地の土砂崩壊

ランク	評価基準	対応
A	<p>下記に該当し、土砂崩壊時には鉄塔基礎の強度不足が確実視されるもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ●土砂崩壊範囲が、1脚でも基礎の底面以下に及ぶことが確実視されるもの ●土砂崩壊範囲が、全脚の鉄塔基礎の底面付近にまで及ぶことが確実視されるもの 	安定検討を行い、擁壁等の必要な対策を実施する。
B	<p>下記に該当し、土砂崩壊時には鉄塔基礎の強度不足が想定されるもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ●土砂崩壊範囲が、1脚でも基礎の底面以下に及ぶことが想定されるもの ●土砂崩壊範囲が、全脚の鉄塔基礎の底面付近にまで及ぶことが想定されるもの 	定期的に地下水等の調査を行い、地盤の変位等を継続的に監視する。
C	<p>下記に該当し、土砂崩壊が鉄塔基礎に影響を与えるが、強度不足には至らないと考えられるもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ●土砂崩壊範囲が、1脚でも鉄塔基礎の底面付近に及ぶことが想定されるもの ●土砂崩壊範囲は全脚の鉄塔基礎に及ぶが、基礎底面以浅にとどまると想定されるもの 	<p>巡視の都度、斜面崩壊の兆候がないことを確認する。</p> <p>大規模地震発生時には、速やかに巡視を行い、基礎の状況を確認する。</p>
D	<p>下記に該当し、土砂崩壊が鉄塔基礎に与える影響が小さいと考えられるもの</p> <ul style="list-style-type: none"> ●土砂崩壊範囲が、1脚でも鉄塔基礎の底面以浅に止まると想定されるもの ●土砂崩壊範囲は全脚の鉄塔基礎に及ぶが、表層部に止まることが想定されるもの 	通常の管理とする。

地表踏査を実施した鉄塔の基礎安定性評価結果一覧表

① 500kV 島根原子力幹線

鉄塔番号	評価結果		鉄塔番号	評価結果	
	地すべり	急傾斜地		地すべり	急傾斜地
1	D	－	21	－	D
2	－	D	25	－	D
3	D	D	26	－	D
4	－	D	28	－	D
5	－	D	35	－	D
6	－	D	36	－	D
7	－	D	37	－	D
8	D	D	39	－	D
9	－	D	41	－	D
15	－	D	42	－	D
16	－	D	踏査基数	3基	22基
19	－	D	内Cランク	なし	なし
20	－	D	内Dランク	3基	22基

② 220kV 第二島根原子力幹線

鉄塔番号	評価結果		鉄塔番号	評価結果	
	地すべり	急傾斜地		地すべり	急傾斜地
2	－	D	25	－	D
3	－	D	26	－	C
4	－	D	27	－	D
5	－	D	28	－	D
6	D	D	30	－	D
7	－	D	31	－	D
8	－	D	32	－	D
9	－	D	33	－	D
10	－	D	34	－	D
11	－	D	35	－	D
12	－	D	36	－	D
13	－	D	37	－	D
14	D	－	38	－	D
15	－	D	39	－	D
16	－	D	40	－	D
17	－	D	41	－	D
18	－	D	42	－	D
19	－	D	43	－	D
20	－	D	44	－	D
21	－	D	踏査基数	2基	41基
22	－	D	内Cランク	なし	2基
23	－	C	内Dランク	2基	39基
24	－	D			

③ 66kV 鹿島線

鉄塔番号	評価結果		鉄塔番号	評価結果	
	地すべり	急傾斜地		地すべり	急傾斜地
7	－	D	36	－	D
8	－	D	37	－	C
9	－	D	38	－	D
10	－	D	39	－	D
11	－	D	40	－	D
12	－	D	41	－	D
14	－	D	42	－	D
15	－	D	43	－	D
16	－	D	44	－	D
17	－	D	45	－	C
20	－	D	49	－	D
25	－	D	50	－	D
26	－	D	51	－	D
27	－	D	52	D	D
28	－	D	53甲	D	D
30	－	C	53乙	－	D
31	－	C	54甲	－	D
32	－	D	54乙	－	D
33	－	D	踏査基数	2基	39基
34	－	D	内Cランク	なし	4基
35	－	D	内Dランク	2基	35基

④ 66kV 鹿島支線

鉄塔番号	評価結果	
	地すべり	急傾斜地
1	－	D
2	C	D
3	－	C
踏査基数	1基	3基
内Cランク	1基	1基
内Dランク	なし	2基