

## 付録VI

### リスク評価例（管路施設）

### 1. リスク評価の実施手順

管路施設のリスク評価の実施手順は、図 1 に示すとおりである。

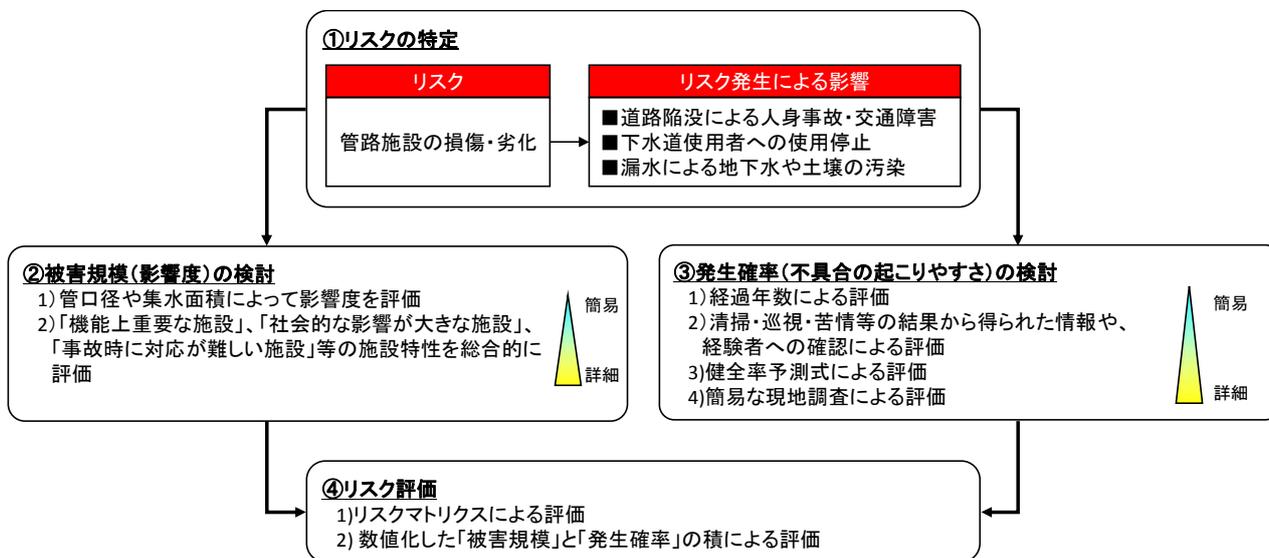


図 1 管路施設のリスク評価の実施手順

図 1 に示すとおり、リスク評価では以下の事項について検討する。

- ① リスクの特定
- ② 被害規模（影響度）
- ③ 発生確率（不具合の起こりやすさ）
- ④ リスク評価

「① リスクの特定」では、下水道施設にとって好ましくない事象を洗い出し、特定する。本ガイドラインが対象とする管路施設のリスクは、管路施設の損傷・劣化である。

「② 被害規模（影響度）」の検討では、リスクの被害規模、あるいは影響度を評価する。評価については、以下に示す方法が考えられる。

- 1) 管口径や集水面積によって影響度を評価
- 2) 「機能上重要な施設」、「社会的な影響が大きな施設」、「事故時に対応が難しい施設」等の施設特性を総合的に評価

なお、評価においては数値化することも可能であり、ランク付けによる方法や、階層化意思決定法（AHP）等が考えられる。

「③ 発生確率（不具合の起こりやすさ）」の検討では、リスクの発生確率を算定する。評価については、以下の方法が考えられる。

- 1) 経過年数による評価
- 2) 清掃・巡視・苦情等の結果から得られた情報や経験者への確認による評価
- 3) 健全率予測式による評価
- 4) 簡易な現地調査による評価

なお、評価においては数値化することも可能であり、ランク付けによる方法等が考えられる。

「④ リスク評価」では、「② 被害規模（影響度）」と「③ 発生確率（不具合の起こりやすさ）」で得られた結果から、リスクの大きさを評価する。評価については、以下の方法が考えられる。

- 1) リスクマトリクスによる評価
- 2) 数値化した「被害規模」と「発生確率」の積による評価

以上に示したとおり、「② 被害規模（影響度）」、「③ 発生確率（不具合の起こりやすさ）」、「④ リスク評価」の各検討事項において何パターンかの評価方法が考えられる。

対象とする施設規模の大小や、点検・調査及び修繕・改築実績の蓄積の度合い等により、リスク評価を簡易評価するか、あるいは詳細評価するか、選択することが可能である。

ここでは、リスク評価方法を3パターンに分類し、その評価事例を表1に示す。

表 1 リスク評価方法の例

リスク評価の簡易or詳細	被害規模（影響度）	発生確率（不具合の起こりやすさ）	リスク評価	適用例
簡易 数値化方法	管口径 ランク付け	経過年数 ランク付け	リスクマトリクス	・施設規模が小さい ・点検・調査及び修繕・改築実績の蓄積が少ない 等
やや詳細 数値化方法	機能上重要な施設、「社会的な影響が大きな施設」、「事故時に対応が難しい施設」等の施設特性 階層化意思決定法(AHP)	(国総研) 健全率予測式 ランク付け	「被害規模」と「発生確率」の積	両者の中間程度
詳細 数値化方法	機能上重要な施設、「社会的な影響が大きな施設」、「事故時に対応が難しい施設」等の施設特性 階層化意思決定法(AHP)	(地方公共団体独自) 健全率予測式 ランク付け	「被害規模」と「発生確率」の積	・施設規模が大きい ・点検・調査及び修繕・改築実績の蓄積が多い 等

2. リスク評価例

2-1. 簡易なリスク評価

(1) 被害規模（影響度）の検討

被害規模（影響度）は、管口径により検討を行う。

管口径別のランク付けの例を、表 2 に示す。

表 2 被害規模（影響度）のランク付けの例

管口径	ランク付け
250mm未満	1
250mm 以上 700mm未満	2
700mm 以上 1,650mm未満	3
1,650mm 以上 3,000mm未満	4
3,000mm 以上	5

(2) 発生確率（不具合の起こりやすさ）の検討

発生確率（不具合の起こりやすさ）は、経過年数により検討を行う。

経過年数別のランク付けの例を、表 3 に示す。

表 3 発生確率（不具合の起こりやすさ）のランク付けの例

経過年数	ランク付け
20年以下	1
30年以下	2
40年以下	3
50年以下	4
50年超過	5

(3) リスク評価

被害規模の検討及び発生確率の検討で得られた結果から、リスクの大きさを評価する。リスクの大きさは、リスクマトリクスにより評価を行う。

リスク評価の例を、図 2 に示す。



図 2 リスク評価の例

2-2. やや詳細なリスク評価

(1) 被害規模（影響度）の検討

被害規模（影響度）は、「機能上重要な施設」、「社会的な影響が大きな施設」、「事故時に対応が難しい施設」等の施設特性を総合的に勘案して評価を行う。

被害規模の評価は、階層化意思決定法（AHP）により数値化する。

1) 階層化意思決定法（AHP）について

AHPとは、1971年に米国ピッツバーグ大学のT. L. Saaty博士により提唱された意思決定手法のひとつである。

この手法は、ある問題に対して複数の解決策（代替案）が考えられるとき、「直感」や「フィーリング」といった人間の主観を取り入れつつ、数学モデルを用いて合理的な決定を下すことを可能にするもので、「主観的判断」と「システム・アプローチ」をミックスした意思決定法と言われている。

具体的には、表4に示すように主観的・定性的な評価を数値に置き換えて、表5に示すように評価対象を1対1のペア比較及びペア比較のマトリクス集計を行い、集計結果を幾何平均し、評価対象の影響度を算出する手法である。

例えば、第1階層となる「管口径による影響度」と「排除区分による影響度」のペアを比較する場合、「排除区分による影響度」に対して「管口径による影響度」が“かなり重要”な場合は5と評価する。

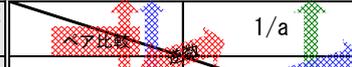
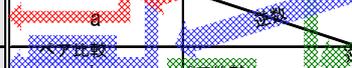
逆に、「排除区分による影響度」に対して「管口径による影響度」が“あまり重要でない場合は、”1/5となる。

表4 重要度の尺度とその定義

重要度の尺度	定義
1	同じくらい重要
3	少し重要
5	かなり重要
7	非常に重要
9	極めて重要

※ 2、4、6、8は中間の場合に用い、重要でない場合は逆数を用いる。

表5 AHPによる機能面の影響度評価表

	商業地域または工業地域	防災上重要道路下	防災拠点・避難所下流	幾何平均	各階層のリスク値
商業地域または工業地域		1/a	1/b	A	A/(A+B+C)
防災上重要道路下		1/a	1/c	B	B/(A+B+C)
防災拠点・避難所下流			1/c	C	C/(A+B+C)
	計			A+B+C	1

【評価項目】

管渠の構造的な不具合が発生した際の被害の大小に影響を及ぼす評価項目として、図 3 に示す評価項目を想定している。

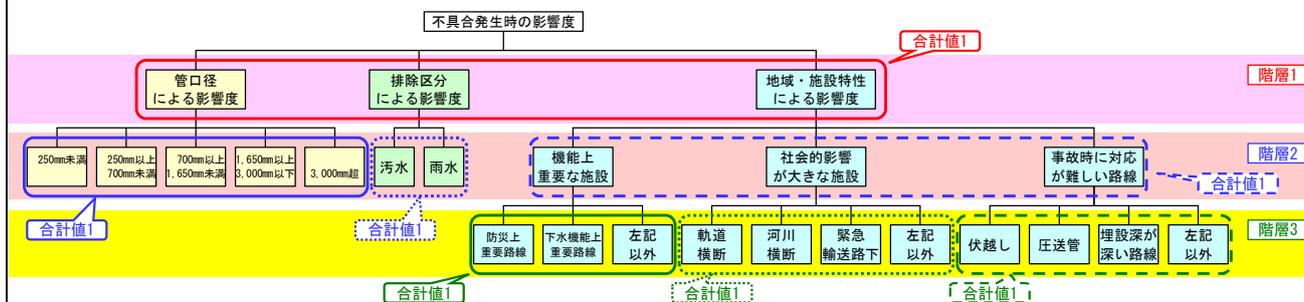


図 3 管渠不具合発生時の影響と評価項目の階層図

【検討方法】

- ① 管渠の構造的な不具合発生時の影響の大小に関する評価項目の影響度をペア比較により評価する。
- ② 回答に不整合が生じているサンプルを除去する。
- ③ 幾何平均値により、グループ内の一対比較の平均値を算定する。
- ④ AHP を適用して、評価項目間の重みを計算する。

2) AHP による検討例

評価項目の設定及び AHP による検討例を、表 6 に示す。

表 6 評価項目の設定及び AHP による検討の例

階層1		階層2		階層3		リスク値	
管口径による影響度	0.303	250mm未満	0.067			0.020	
		250mm以上 700mm未満	0.133			0.040	
		700mm以上 1,650mm未満	0.200			0.061	
		1,650mm以上 3,000mm未満	0.267			0.081	
		3,000mm以上	0.333			0.101	
排除区分による影響度	0.273	汚水	0.863			0.236	
		雨水	0.137			0.037	
地域・施設特性による影響度	0.424	機能上重要な施設	0.502	下水機能上重要路線	0.601	0.128	
				防災上重要路線	0.315	0.067	
				上記以外	0.084	0.018	
	社会的影響が大きな施設	0.309			軌道横断	0.358	0.047
					河川横断	0.205	0.027
					緊急輸送路下	0.383	0.050
					上記以外	0.054	0.007
	事故時に対応が難しい施設	0.189			伏越し	0.397	0.032
					圧送管	0.312	0.025
					埋設深が深い路線	0.234	0.019
				上記以外	0.057	0.005	
計						1.000	

表 6 のうち、管口径による影響度は、管口径ごとに表 7 に示すとおり設定する。

表 7 管口径ごとのリスク値の設定の例

リスク値 <sup>※1</sup>		
管口径区分	係数 <sup>※2</sup>	
250mm未満	1.0	0.067
250mm 以上 700mm未満	2.0	0.133
700mm 以上 1,650mm未満	3.0	0.200
1,650mm 以上 3,000mm未満	4.0	0.267
3,000mm以上	5.0	0.333
計	15.0	1.000

※1：管口径による影響度に係数を乗じて算出

※2：AHPとは別に係数を設定

(2) 発生確率（不具合の起こりやすさ）の検討

発生確率（不具合の起こりやすさ）は、国総研（国土技術政策総合研究所）により取りまとめた健全率予測式により検討を行う。

図 4 に示した健全率予測式（健全率曲線）に基づき、経過年数に対する各緊急度ランクの占める割合を整理すると、表 8 に示すとおりとなる。

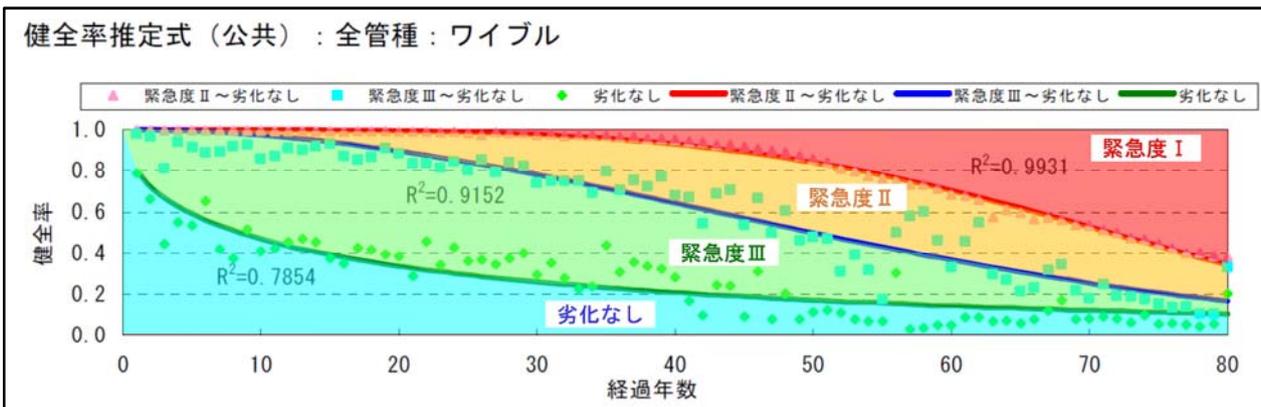


図 4 国総研の健全率予測式（健全率曲線）

表 8 経過年数に対する各緊急度ランクの占める割合

経過年数 (年)	劣化なし (%)	緊急度 III (%)	緊急度 II (%)	緊急度 I (%)
0	100.0	0.0	0.0	0.0
1	79.8	20.1	0.0	0.0
2	72.3	27.6	0.1	0.0
3	67.0	32.8	0.2	0.0
4	62.7	36.8	0.4	0.0
5	59.2	40.1	0.7	0.0
95	7.6	0.0	5.0	87.4
96	6.9	0.0	4.7	88.4
97	6.2	0.0	4.4	89.4
98	5.5	0.0	4.2	90.3
99	4.9	0.0	4.0	91.2
100	4.3	0.0	3.7	92.0

表 8 のうち、当面 5 年程度に修繕・改築が必要となるのは、緊急度 I と II に該当する。

修繕・改築対象となる割合を 5 年間隔で整理し、それを踏まえた発生確率のリスク値の設定例を、表 9 に示す。

表 9 発生確率のリスク値の例

経過年数(年)	緊急度 I + II	発生確率 リスク値	経過年数(年)	緊急度 I + II	発生確率 リスク値	経過年数(年)	緊急度 I + II	発生確率 リスク値	経過年数(年)	緊急度 I + II	発生確率 リスク値	経過年数(年)	緊急度 I + II	発生確率 リスク値
1	0.000		21	0.114		41	0.372		61	0.644		81	0.839	
2	0.001		22	0.125		42	0.386		62	0.656		82	0.846	
3	0.002		23	0.135		43	0.400		63	0.668		83	0.853	
4	0.004		24	0.146		44	0.415		64	0.679		84	0.860	
5	0.007	<b>0.007</b>	25	0.158	<b>0.158</b>	45	0.429	<b>0.429</b>	65	0.691	<b>0.691</b>	85	0.866	<b>0.866</b>
6	0.010		26	0.170		46	0.443		66	0.702		86	0.873	
7	0.013		27	0.182		47	0.457		67	0.713		87	0.879	
8	0.017		28	0.194		48	0.472		68	0.723		88	0.884	
9	0.022		29	0.207		49	0.486		69	0.734		89	0.890	
10	0.027	<b>0.027</b>	30	0.220	<b>0.220</b>	50	0.500	<b>0.500</b>	70	0.744	<b>0.744</b>	90	0.895	<b>0.895</b>
11	0.032		31	0.233		51	0.514		71	0.754		91	0.900	
12	0.039		32	0.246		52	0.527		72	0.763		92	0.905	
13	0.045		33	0.259		53	0.541		73	0.773		93	0.910	
14	0.052		34	0.273		54	0.554		74	0.782		94	0.917	
15	0.060	<b>0.060</b>	35	0.287	<b>0.287</b>	55	0.568	<b>0.568</b>	75	0.791	<b>0.791</b>	95	0.924	<b>0.924</b>
16	0.068		36	0.301		56	0.581		76	0.799		96	0.931	
17	0.076		37	0.315		57	0.594		77	0.808		97	0.938	
18	0.085		38	0.329		58	0.607		78	0.816		98	0.945	
19	0.094		39	0.343		59	0.619		79	0.824		99	0.951	
20	0.104	<b>0.104</b>	40	0.357	<b>0.357</b>	60	0.632	<b>0.632</b>	80	0.832	<b>0.832</b>	100	0.957	<b>0.957</b>

(3) リスク評価

被害規模の検討及び発生確率の検討で得られた結果から、リスクの大きさを評価する。リスクの大きさは、数値化した「被害規模」と「発生確率」の積により評価を行う。

リスク評価の例を、表 10 に示す

表 10 あるスパンにおけるリスク評価の例

影響度		地域・施設特性			発生確率	リスク評価
管口径区分	排除区分	機能面	社会的影響	事故時対応		
1,000mm	汚水	重要路線	緊急輸送路下	深埋設	45年	影響度 × 発生確率
0.061	0.236	0.128	0.050	0.019		
計					0.493	<b>0.212</b>

2-3. 詳細なリスク評価

(4) 被害規模（影響度）の検討

被害規模（影響度）は、前節「2-2. やや詳細なリスク評価」と同様に、「機能上重要な施設」、「社会的な影響が大きな施設」、「事故時に対応が難しい施設」等の施設特性を、AHPにより数値化する。

表 11 評価項目の設定及びAHPによる検討の例（再掲）

階層1		階層2		階層3		リスク値
管口径による影響度	0.303	250mm未満	0.067			0.020
		250mm以上 700mm未満	0.133			0.040
		700mm以上 1,650mm未満	0.200			0.061
		1,650mm以上 3,000mm未満	0.267			0.081
		3,000mm以上	0.333			0.101
排除区分による影響度	0.273	汚水	0.863			0.236
		雨水	0.137			0.037
地域・施設特性による影響度	機能上重要な施設	0.502	下水機能上重要路線	0.601		0.128
			防災上重要路線	0.315		0.067
			上記以外	0.084		0.018
	社会的影響が大きな施設	0.309	軌道横断	0.358		0.047
			河川横断	0.205		0.027
			緊急輸送路下	0.383		0.050
	事故時に対応が難しい施設	0.189	上記以外	0.054		0.007
			伏越し	0.397		0.032
			圧送管	0.312		0.025
			埋設深が深い路線	0.234		0.019
			上記以外	0.057		0.005
計						1.000

表 12 管口径ごとのリスク値の設定の例（再掲）

リスク値 <sup>※1</sup>		
管口径区分	係数 <sup>※2</sup>	
250mm未満	1.0	0.067
250mm以上 700mm未満	2.0	0.133
700mm以上 1,650mm未満	3.0	0.200
1,650mm以上 3,000mm未満	4.0	0.267
3,000mm以上	5.0	0.333
計	15.0	1.000

※1：管口径による影響度に係数を乗じて算出

※2：AHPとは別に係数を設定

(5) 発生確率（不具合の起こりやすさ）の検討

発生確率（不具合の起こりやすさ）は、各地方公共団体が蓄積している管渠の調査結果から導いた健全率予測式により検討を行う。

図 5 に示した健全率予測式（健全率曲線）に基づき、経過年数に対する各緊急度ランクの占める割合を整理すると、表 13 に示すとおりとなる。

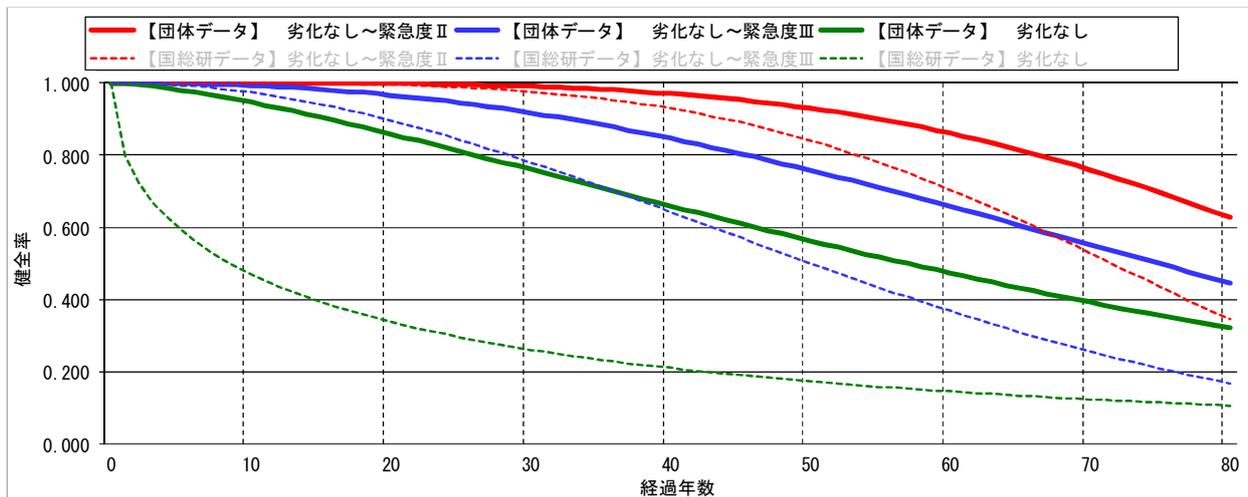


図 5 地方公共団体独自の健全率予測式（健全率曲線）の例

表 13 地方公共団体独自の経過年数に対する各緊急度ランクの占める割合の例

経過年数 (年)	劣化なし (%)	緊急度 III (%)	緊急度 II (%)	緊急度 I (%)
0	100.0	0.0	0.0	0.0
1	99.8	0.2	0.0	0.0
2	99.5	0.5	0.0	0.0
3	99.0	0.9	0.0	0.0
4	98.5	1.4	0.1	0.0
5	98.0	1.9	0.1	0.0
95	23.3	7.1	9.6	59.9
96	22.8	6.8	9.0	61.5
97	22.3	6.4	8.3	63.0
98	21.8	6.1	7.7	64.4
99	21.3	5.8	7.0	65.9
100	20.8	5.4	6.4	67.4

表 13 のうち、当面 5 年程度に修繕・改築が必要となるのは、緊急度 I と II に該当する。

修繕・改築対象となる割合を 5 年間隔で整理し、それを踏まえた発生確率のリスク値の設定例を、表 14 に示す。

表 14 地方公共団体独自の発生確率のリスク値の例

経過年数(年)	緊急度 I + II	発生確率 リスク値	経過年数(年)	緊急度 I + II	発生確率 リスク値	経過年数(年)	緊急度 I + II	発生確率 リスク値	経過年数(年)	緊急度 I + II	発生確率 リスク値	経過年数(年)	緊急度 I + II	発生確率 リスク値
1	0.000		21	0.038		41	0.162		61	0.353		81	0.563	
2	0.000		22	0.042		42	0.170		62	0.363		82	0.573	
3	0.000		23	0.046		43	0.178		63	0.374		83	0.583	
4	0.001		24	0.051		44	0.187		64	0.384		84	0.593	
5	0.001	<b>0.001</b>	25	0.056	<b>0.056</b>	45	0.196	<b>0.196</b>	65	0.395	<b>0.395</b>	85	0.603	<b>0.603</b>
6	0.002		26	0.061		46	0.205		66	0.406		86	0.613	
7	0.003		27	0.066		47	0.214		67	0.416		87	0.623	
8	0.004		28	0.071		48	0.223		68	0.427		88	0.632	
9	0.006		29	0.077		49	0.232		69	0.438		89	0.642	
10	0.007	<b>0.007</b>	30	0.083	<b>0.083</b>	50	0.242	<b>0.242</b>	70	0.448	<b>0.448</b>	90	0.651	<b>0.651</b>
11	0.009		31	0.089		51	0.251		71	0.459		91	0.660	
12	0.011		32	0.096		52	0.261		72	0.469		92	0.669	
13	0.013		33	0.102		53	0.271		73	0.480		93	0.678	
14	0.015		34	0.109		54	0.281		74	0.491		94	0.687	
15	0.018	<b>0.018</b>	35	0.116	<b>0.116</b>	55	0.291	<b>0.291</b>	75	0.501	<b>0.501</b>	95	0.696	<b>0.696</b>
16	0.021		36	0.123		56	0.301		76	0.512		96	0.704	
17	0.024		37	0.130		57	0.311		77	0.522		97	0.713	
18	0.027		38	0.138		58	0.321		78	0.532		98	0.721	
19	0.030		39	0.146		59	0.332		79	0.543		99	0.729	
20	0.034	<b>0.034</b>	40	0.154	<b>0.154</b>	60	0.342	<b>0.342</b>	80	0.553	<b>0.553</b>	100	0.737	<b>0.737</b>

(6) リスク評価

被害規模の検討及び発生確率の検討で得られた結果から、リスクの大きさを評価する。リスクの大きさは、数値化した「被害規模」と「発生確率」の積により評価を行う。

リスク評価の例を、表 15 に示す

表 15 あるスパンにおけるリスク評価の例

影響度		地域・施設特性			発生確率	リスク評価
管口径区分	排除区分	機能面	社会的影響	事故時対応		
1,000mm	汚水	重要路線	緊急輸送路下	深埋設	45年	影響度 × 発生確率
0.061	0.236	0.128	0.050	0.019		
計					0.493	<b>0.097</b>