

本支管維持管理対策ガイドライン（改訂版）

はじめに

ガス事業者にとって、膨大かつ重要な資産である本支管を適切に維持管理することは重要な責務であり、既設本支管のうち埋設環境等によって腐食・劣化の恐れがあるものは適切に評価し、必要に応じて取替え、更生修理などの対策を推進していく必要がある。

このため、通商産業省（現：経済産業省）は、昭和 57 年から昭和 59 年にかけて「本支管維持管理対策に関する調査・研究」を（社）日本ガス協会に委託し、同協会に設置された「本支管維持管理対策調査委員会」及び「同専門委員会」において検討が行われた。

本委員会における検討の結果、「導管情報の収集・管理」、「導管の評価」（対策の優先順位付け手法等）及び「更生修理工法の特性評価と適用」に関する「本支管維持管理対策ガイドライン」（昭和 60 年 11 月）（以下「ガイドライン（S60 年本編）」という。）が策定され、各ガス事業者が導管の維持管理を自主的かつ適切に進める上での一助となってきた。

「導管情報の収集・管理」については、導管の保安対策の基本である導管に関する情報（履歴・故障・管体調査）を体系的に整備・運用する必要性から、台帳を中心に行う方法と管理用導管図を中心に行う方法の 2 種類のモデルを示すことによって、ガス事業者に利用しやすい管理方法を提示していた。

しかし、IT 技術の進展に伴い、マッピングシステムを導入して図面・台帳情報等の効果的な管理を行う事業者が増加してきたことから、今回、マッピングシステムによる導管情報の収集・管理の手法を追加した。

「導管の評価」については、平成 19 年 1 月に発生した北海道北見市ガス漏れ事故を受けた「北海道北見市におけるガス漏れ事故について（中間報告）」（平成 19 年 4 月）（以下「N I S A 中間報告（H19 年）」という。）において、経年管対策には的確なリスク評価に基づく対策の優先順位付けが不可欠であり、リスクマネジメント手法導入の検討を進め、P D C A サイクルに基づく効果的な保安対策を講じる体制を整えること等が報告されたことなどから、今回、経年本支管対策に係る「導管の評価」（対策の優先順位付け手法等）として、以下の内容を追加した。

(1) リスクマネジメント手法を取り入れた経年本支管対策は、各事業者の規模や組織構成、経年本支管の物量、経営資源等が異なり、事業者が自主的に、その状況に応じて柔軟に対応する必要があるため、その P D C A サイクルの望ましい考え方を示した。

(2) リスクマネジメント手法の考え方にに基づき、故障の発生確率と危害の重大さの組合せで優先順位付けを行い、経年本支管対策を策定するという考え方を示した。

(3) 「北海道北見市ガス漏れ事故原因技術調査委員会」報告書(以下「事故原因技術調査委員会報告書(H19年6月)」という。)における事故の原因分析を踏まえた、ねずみ铸铁管の優先順位付けの評価項目例を示した。

「更生修理工法」については、各ガス事業者が更生修理工法を採用する際の、工法の評価方法や更生修理を行った導管の維持管理に関する運用が定められており、各ガス事業者はこれらの手続を踏まえ、工法の普及拡大を図ってきた。

しかし、ガイドライン(S60年本編)は制定から約20年が経過しており、これまでの技術進展・新たな知見等を反映するために、(社)日本ガス協会は「更生修理工法技術研究会」*¹⁾を設置し、更生修理工法の長期耐久性に関する技術評価を行い、評価基準年数が延伸できることなどを確認したことから、これらの知見を踏まえて、ガイドライン(S60年本編)の更生修理工法に関する技術知見の追加を行った。

なお、追加内容(※)は「ガス導管更生修理工法評価委員会」*²⁾において承認がなされている。

(※) 主な追加内容は、評価基準年数の設定(反転シール系工法;50年, エポキシ系樹脂ライニング工法;40年), モニタリング方法の規定, 保形性試験及び耐ガス性・耐薬品性試験における試験片の養生条件の規定, 熱加速試験など。

* 1) 「更生修理工法技術研究会」

更生修理工法の継続使用に関する安全性の技術的根拠, 維持管理方法の妥当性等について評価・検討するため, 平成17・18年に(社)日本ガス協会に設置されたもの。

* 2) 「ガス導管更生修理工法評価委員会」

通達(60資公部第397号)に基づき, 学識経験者及び関係者等で組織された委員会で, 更生修理工法の適正な運用を図ることを目的として, 昭和61年に(社)日本ガス協会に設置されたもの。

— 導管情報の収集・管理へのマッピングシステムの追加 —

2. 導管情報の収集・管理

2.1 導管情報の体系化

漏えい予防対策を講ずるに必要な情報（以下「導管情報」という。）は、以下のよう
に分類しておくことが望ましい。

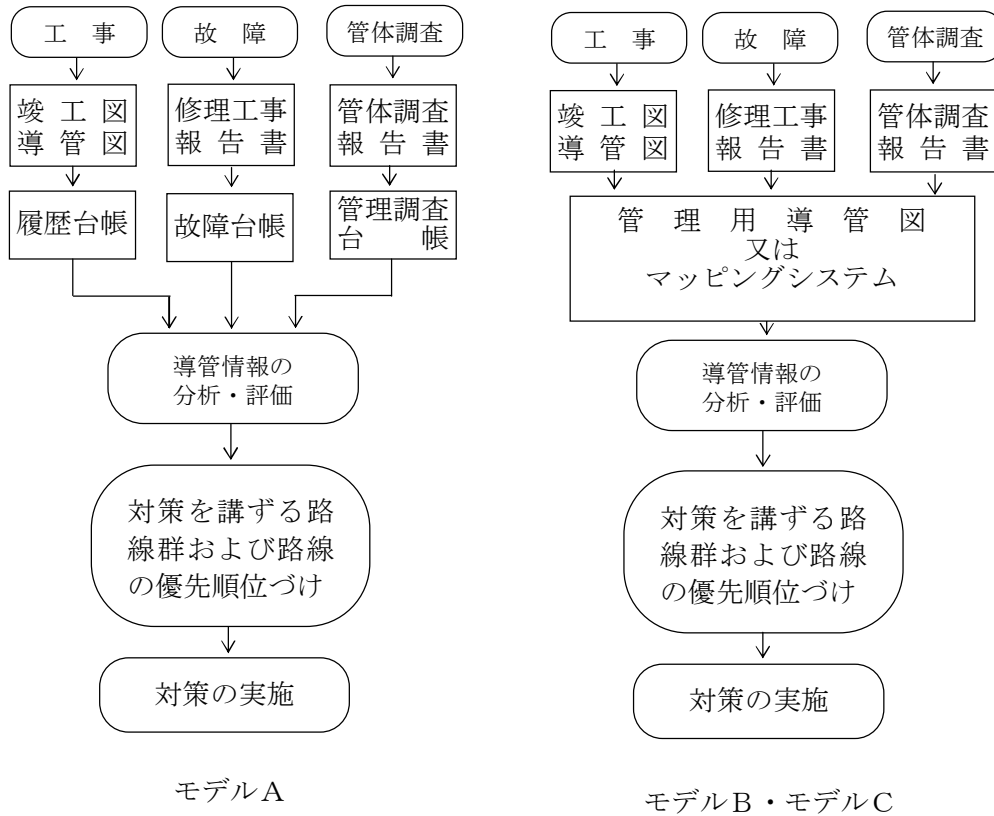
- ① 導管の履歴に関する情報（以下「履歴情報」という。）
- ② 導管の故障に関する情報（以下「故障情報」という。）
- ③ 導管の管体調査に関する情報（以下「管体調査情報」という。）

これらを体系的に整備するに際しては、以下のいずれかによることが望ましい。

- ① 台帳による方法 …………… モデルA
- ② 図面による方法 …………… モデルB
- ③ マッピングシステムによる方法…………… モデルC

【解 説】

- (1) 導管の漏えい予防対策を講ずる場合、導管故障により事故に至る可能性及びその重大さ（事故の規模）についての分析・評価から危険性の高い導管の絞込みを行い、優先的に対策していく必要がある。そのため、①どこに（埋設環境・市街化度等）、どのような仕様の導管（管種・口径・埋設年代等）がどのくらい埋設されており、②どのような状態（故障形態・管体状況等）にあるのかを把握し、対策の必要の有無（優先順位付け）の判断が行えるよう情報を収集し、管理していくことが重要である。
- (2) 導管情報が整備され基礎データが整うと、漏えい予防対策を講ずる際の導管の現状分析および対策の優先順位付けが可能となる。以下に導管情報が整備された場合の活用例を示す。モデルAは、導管延長が比較的大きい事業者に適しているもので、台帳を中心に導管情報の管理を行う例である。モデルBは、導管延長が比較的小さい事業者に適しているもので台帳を省略し、導管情報の管理用導管図（以下「管理用導管図」という。）を中心に導管情報の管理を行う例である。モデルCは、導管情報の整備及び情報のシステム化が進んだことで近年導入が進んでいるマッピングシステムを用いて導管情報の管理を行う例である。



解図2 - 1 導管情報の活用例概要

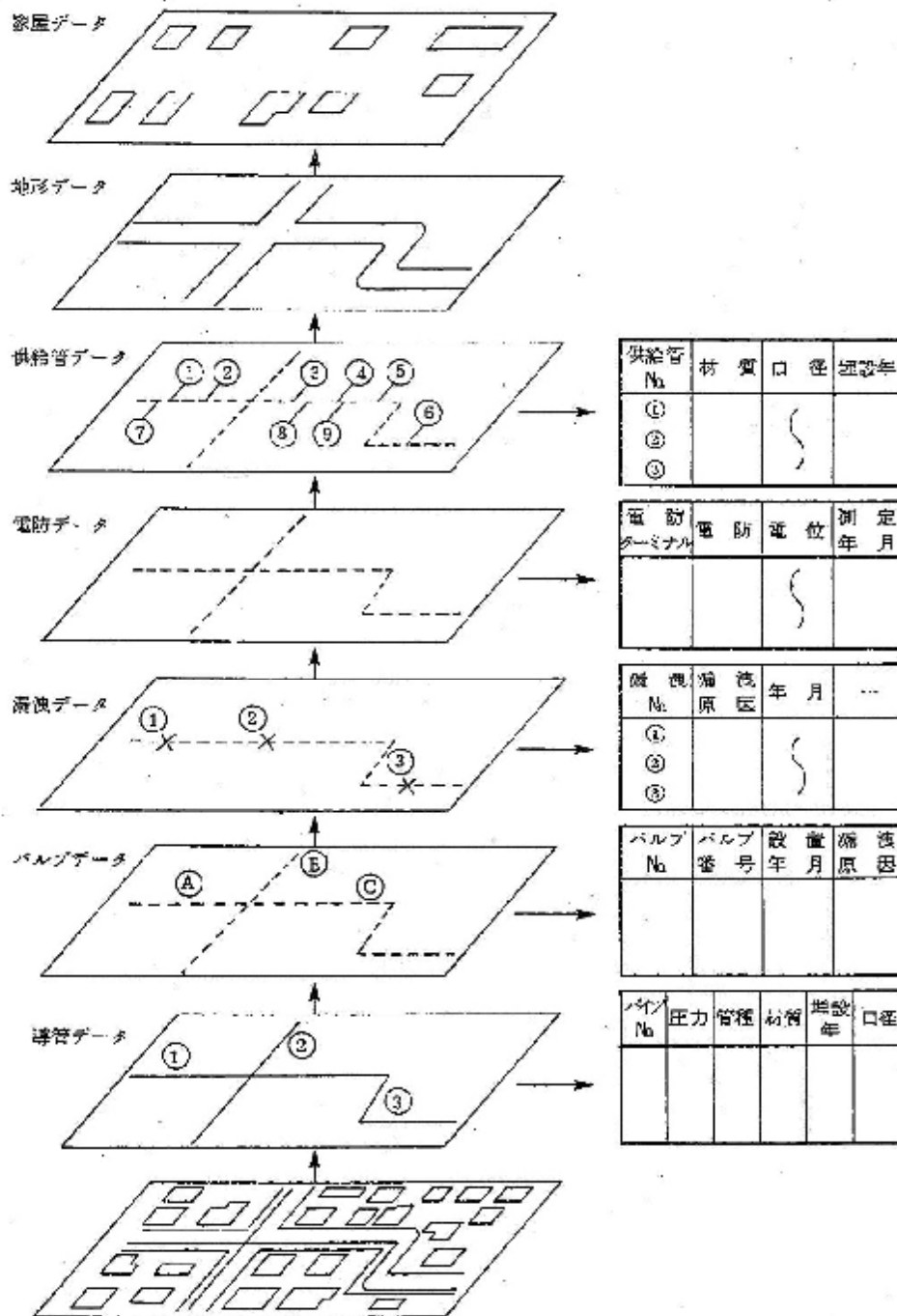
- ① 履歴情報から全導管，路線群及び路線の導管延長及び年毎の導管延長の推移を把握できる。
 - ② 故障情報から，年間，月間等の故障件数が把握できる。また故障情報が蓄積されると，故障形態別の故障発生状況等の分析ができる。
 - ③ 履歴情報と故障情報を組み合わせることにより，全導管，路線群及び路線毎の故障形態別故障件数，故障発生率等が把握でき，また過去数年間のデータからその推移を見ることができる。
 - ④ 管体調査情報は，路線群あるいは路線毎の管体状況等を推定する際の参考データとなる。
- (3) 導管情報を体系的に整備するためには，情報の収集方法，管理方法および活用方法をあらかじめ決めておく必要がある。
- 導管情報の収集及び管理の方法の概略を以下に示す。

解表 2 - 1 導管情報の活用例概要

情報の種類		履歴情報	故障情報	管体調査情報	
情報収集源		導管図 (1/500, 1/1,000, 1/2,500等)	修理工事 報告書	管体調査 報告書	
情報管理 の方法	基本 情報	モデルA	履歴台帳	故障台帳	管体調査台帳
		モデルB	管理用導管図		
		モデルC	マッピングシステム		
	詳細情報	導管図 竣工図	修理工事 報告書	管体調査 報告書	

- (4) 導管図の整備は、日本ガス協会編「本支管指針(維持管理編)」(JGA指-203-02, 平成15年1月)に基づき実施することが望ましく、日本ガス協会編「導管等埋設図作成の手引き」(手-供-1005-81, 昭和56年12月)を導管埋設図の作成方法の基本とする。また、1/500導管詳細図の整備にあたって必要な業務は、「1/500導管図整備のわかりやすい手引」(平成元年8月)が参考となる。
- (5) 導管情報を台帳で管理する場合は、次の事項について留意する必要がある。
- ① 導管情報を長期間かつ正しく管理できること。
 - ② 導管情報の追加・修正が可能で、かつ集計を容易にできる記録方式であること。
 - ③ 必要により、コンピューター処理への円滑移行を考慮した記録方式であること。
- (6) 導管情報を管理用導管図で管理する場合は以下の要領による。
- ① 管理用導管図とは、導管図あるいは竣工図を複写したもので、この図面にすべての導管情報を収集したものであり、導管情報の管理に用いる。
 - ② 導管情報の管理はかなり長期にわたり同一の管理用導管図で行う。適当な時期にその時点での導管図から管理用導管図を作成し直し管理を継続する。
- (7) マッピングシステムとは、ガス事業者が維持管理している導管をはじめとする膨大かつ多様な供給施設について、導管図等の施工時の情報及び修理・管体調査での情報を、図面管理・台帳管理と数値管理という管理方式から、コンピューターを利用して管理することにより、情報活用の質的な向上を目指すものである。マッピングシステムで可能となる機能として、次のような例がある。
- ① マッピングシステムは任意の階層の図面・データをもつので、利用者が必要な情報だけを取り出す事が可能であり、また、図面に継目が無く自由に拡大・縮小が行える。

- ② マッピングシステムでは地図情報を以下のように地形データ、導管データ等に分解（階層化）して登録するもので、任意の組み合わせ（例えば地形と中圧導管のみ）でディスプレイ表示やハードコピーがとれる。
- ③ 端末機を設置し、オンライン接続すれば、どの部署においても現在メンテされている最新の情報が迅速かつ容易に確認できる。
- ④ 図面は、図面番号だけでなく地名、ガス設備等からでも検索できる。



データベースの構造例

解図 2 - 2 マッピングシステムでのデータベースの構造の例

2.2 履歴情報の整備と管理

2.2.1 履歴情報項目

履歴情報は、以下の項目について整備し、管理することが望ましい。

- ① 路線 No.
- ② 導管図No.
- ③ 圧 力
- ④ 管 種
- ⑤ 口 径
- ⑥ 埋 設 年
- ⑦ 更生修理工法施工年
- ⑧ 路線延長
- ⑨ 故 障 No.
- ⑩ 管体調査No.

【解 説】

- (1) 導管情報を整備するにあたり、まず、履歴情報を主情報として整備し、つぎにこれをもとに故障情報と管体調査情報を整備することが効率的である。
- (2) 導管の履歴、故障状況及び管体調査結果は、相互に関連づけられていることが重要である。そのため、圧力、導管図No.及び路線No.により、履歴情報、故障情報及び管体調査情報を有機的に結びつけるように管理することが望ましい。
- (3) 履歴情報項目の①路線No.は②導管図No.～⑦更生修理工法施工年に対応して設定する。⑥埋設年、⑦更生修理工法施工年は西暦の下2桁を使用する。
また、⑨故障No.と⑩管体調査No.は、路線の履歴情報と故障、管体調査情報を結びつけるための項目で、それぞれの故障台帳及び管体調査台帳に記載された整理No.又は各報告書のNo.である。
但し、モデルBで導管情報を管理する場合、①路線No.～⑥埋設年、⑧路線延長は管理用導管図にすでに記載されている項目である。また、⑨故障No.、⑩管体調査No.はそれぞれ報告書のNo.を使用すればよい。
- (4) 導管情報を整備する場合、その後の対策の優先順位付けに利用しやすい分類とすることが重要である。④管種については、鋼管、鋳鉄管といった単なる導管材料による区分でなく、塗覆装の有無や接合方法を確認できる区分が効果的である。

<管種の例>

白ガス管、黒ガス管、アスファルトジュート巻鋼管 等

2.2.2 履歴情報の整備

履歴情報は、以下の要領で整備することが望ましい。

モデルA ① 竣工図等を基に、路線No.を設定し、導管図に記録する。

② 履歴台帳は圧力および導管図No.で分類し、当該分類内の各路線No.に履歴情報を記録する。

モデルB 導管図を基にした管理用導管図を作成する。

モデルC 竣工図等を基に、必要な項目をマッピングシステムに登録する。

【解説】

(1) モデルAの場合は、以下の要領で履歴情報を整備することが望ましい。

① 履歴情報項目は、竣工図、導管図等既存の図面から収集する。

② 路線No.は次の2通りの設定方法が考えられる。

㊦ 工事の施工単位（竣工図）を管種、口径、埋設年等の項目別に分割し、路線No.を設定する方法

㊧ 導管図毎に圧力、管種、口径、埋設年等が一致するひとまとまりの路線に分割し、路線No.を設定する方法

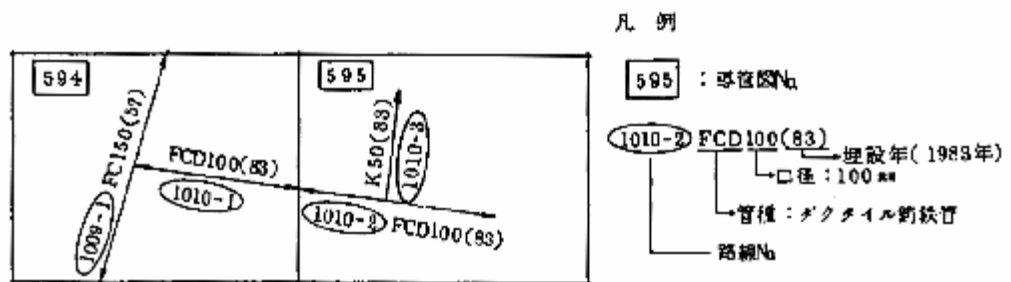
③ 路線No.の設定、導管図及び履歴台帳の作成例を以下に示す。

㊦ 工事の施工単位（竣工図）を管種、口径、埋設年等の項目別に分割し、路線No.を設定する方法。

「導管等埋設図作成の手引き」には、路線No.に竣工No.を用いる例が示されている。

履歴台帳には、入取替、更生修理によって、初期設定時の路線No.が分割される場合を考慮して、あらかじめ余白の行を設けておくとよい。

また、更生修理の工法欄には、計画的な押輪がけ、外面シールを行った場合、その旨記載するとよい。



解図2-3 導管図の例（方法㊦の場合）

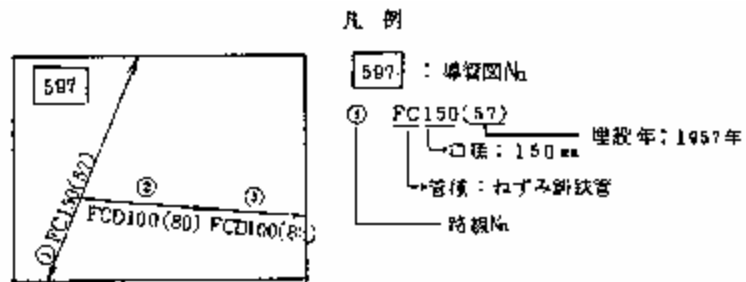
圧力 L P 導管図No. 595

路線 No. (枝番)	管種	口径	埋設年	現在延長 m	更生修理			廃止		新路線No. (枝番)	故障No.	管体調査No.	備考
					工法	年	延長 m	年	延長 m				
1010	2	FCD	100	83	154	5							
	3	K	50	83	76	0							
	余			白									

解図 2 - 4 履歴台帳の例 (方法㉔の場合)

㉔ 導管図毎に圧力，管種，口径・埋設年が一致するひとまとまりの路線に分割し，路線No.を設定する方法。

履歴台帳には，入取替，更生修理によって，初期設定時の路線No.が分割される場合を考慮してあらかじめ余白の行を設けておくとよい。また，更生修理の工法欄には，計画的な押輪がけ，外面シールを行った場合，その旨記載するとよい。



解図 2 - 5 導管図の例 (方法㉔の場合)

圧力 L P 導管図No. 597

路線 No. (枝番)	管種	口径	埋設年	現在延長 m	更生修理			廃止		新路線No. (枝番)	故障No.	管体調査No.	備考
					工法	年	延長 m	年	延長 m				
1	FC	150	57	518	0								
2	FCD	100	80	320	0								
3	FCD	100	83	226	5								
	余			白									

解図 2 - 6 履歴台帳の例 (方法㉔の場合)

- ④ 中圧導管は、路線の延長が低圧導管に比較して長くなる場合が多い。中圧導管の履歴情報をより管理しやすくするため、解説(1)、③の④、⑤の導管図No.欄に路線名を、路線No.欄に導管図No.を記録する方法もある。
- ⑤ 故障情報、管体調査情報が得られる度に、故障台帳、管体調査台帳に記入するとともに、その故障No.、管体調査No.を履歴台帳に記入し、履歴台帳から故障情報、管体調査情報を検索できるようにする。なお故障No.、管体調査No.は以下の例に示すように〔発生年ー通し番号〕で書くとよい。

圧力	LP	導管図No.	396
----	----	--------	-----

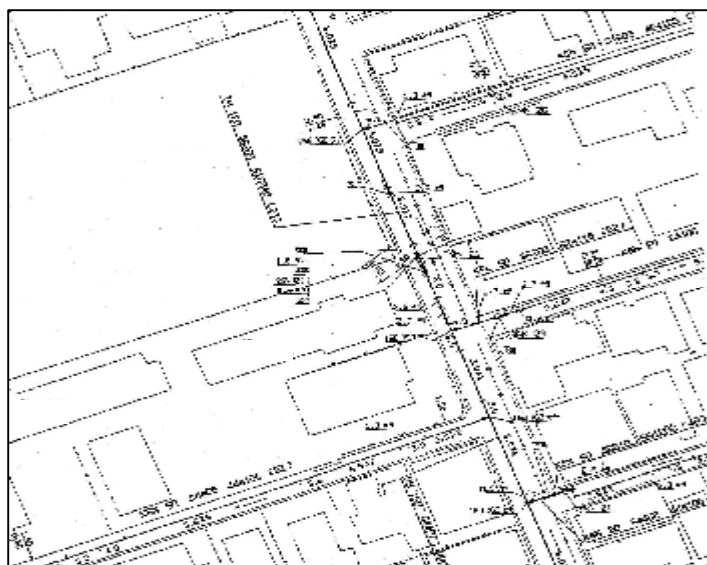
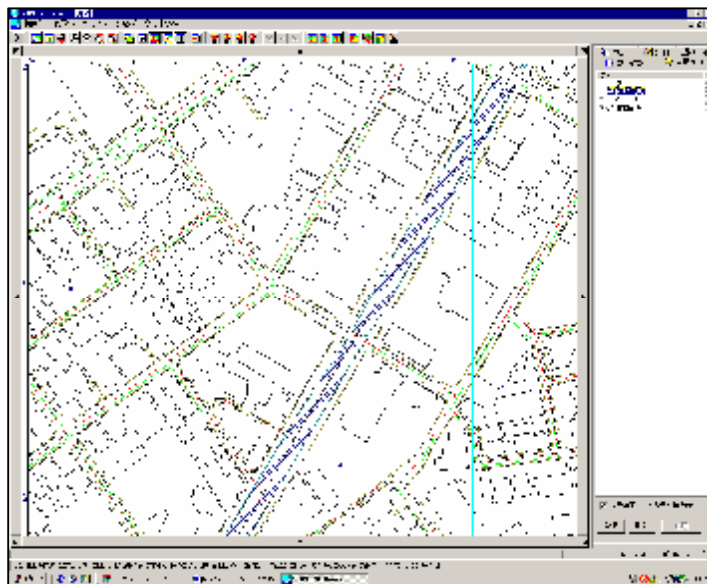
路線 No. (枝番)	管種	口径	埋設年	現在延長 m	更生修理			廃止		新路線No. (枝番)	故障No.	管体調査No.	備考
					工法	年	延長 m	年	延長 m				
2711	1	FC	100	56	140	5							
	2	K	50	56	32	5					83-1	83-20	

解図 2 - 7 履歴台帳の例 (故障 No., 管体調査 No.)

- (2) モデルBの場合は、以下の要領で履歴情報を整備することが望ましい。
- ① 導管図を複写した図面をもとに導管情報の管理用導管図を用意する。
 - ② 管理用導管図は、必要により、圧力、管種、年代別等で色分けする、あるいはファイルを別にする等により、導管情報を管理しやすくしておく。

(3) モデルCの場合は、以下の要領で履歴情報を整備することが望ましい。

- ① 導管図・竣工図等を基に、導管情報をシステムへ登録する。
- ② 条件指定による対象抽出や圧力、管種等による表示等の各機能を活用することで導管情報を管理しやすくしておく。



解図 2-8 マッピングシステム画面図の例

2.2.3 履歴情報の管理

履歴情報の管理は、以下の要領で行うことが望ましい。

モデルA ① 工事竣工のつど、導管図に情報の追加、修正事項を記録する。

② 工事竣工のつど、履歴台帳に情報の追加、修正事項を記録する。

モデルB 工事竣工のつど、管理用導管図に情報の追加、修正事項を記録する。

モデルC 工事竣工のつど、マッピングシステムに情報の追加、修正事項を登録する。

【解説】

(1) モデルAの場合は、以下の要領で履歴情報を管理することが望ましい。

① 導管図及び履歴台帳の追加、修正は、下記の工事竣工時に行う。

Ⓐ 新たに導管を敷設したとき。

Ⓑ 既設導管を入替え又は廃止したとき。

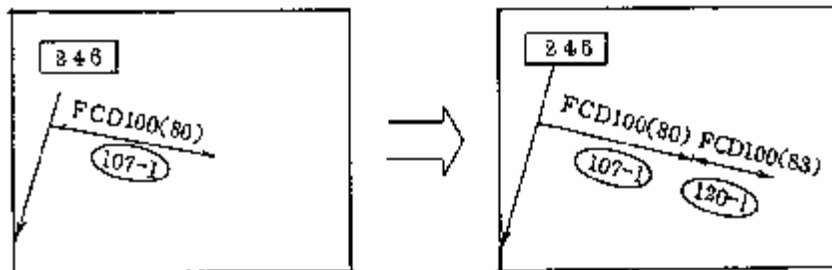
Ⓒ 既設導管に更生修理工法を適用したとき。また、押輪がけや、外面シールを計画的に施工したとき。

② 修理工事又は管体調査のつど、履歴台帳に故障No.又は管体調査No.を記入する。

③ (1)①の3ケースについて、導管図及び履歴台帳の追加、修正例を以下に示す。

Ⓐ 新たに導管を敷設した場合

新しい路線No.を設定し、履歴台帳に追加する。



凡例

246 : 導管図No.

120-1

FCD 100 (83)

埋設年

口径：100mm

管種：ダクタイル鋳鉄管

路線No.

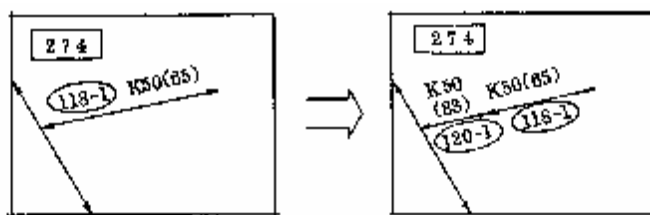
解図2-9 導管図の例（新たに導管を敷設した場合）

圧力 LP 導管図No. 246

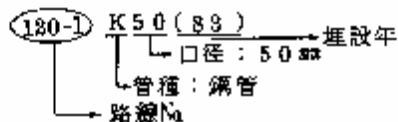
路線 No. (枝番)	管種	口径	埋設年	現在延長 m	更生修理			廃止		新路線No. (枝番)	故障No.	管体調査No.	備考	
					工法	年	延長 m	年	延長 m					
107	1	FCD	100	80	65.0									
120	1	FCD	100	83	21.5									

解図 2-10 履歴台帳の例 (新たに導管を敷設した場合)

㊦ 既設導管を入替及び廃止した場合



凡 例 274 : 導管図No.



解図 2-11 導管図の例 (既設導管を入替及び廃止した場合)

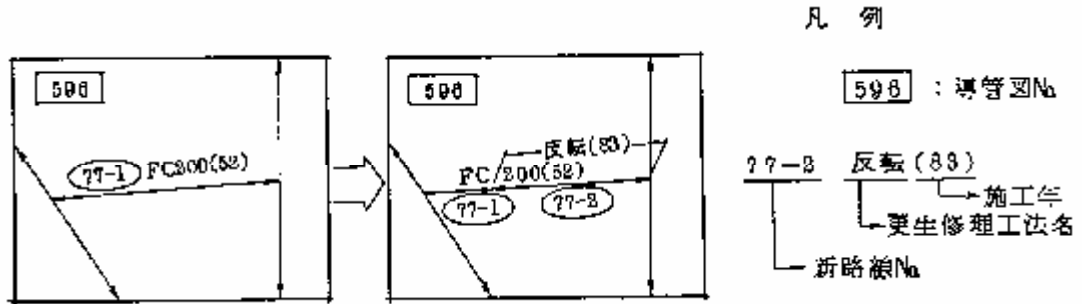
圧力 LP 導管図No. 274

路線 No. (枝番)	管種	口径	埋設年	現在延長 m	更生修理			廃止		新路線No. (枝番)	故障No.	管体調査No.	備考
					工法	年	延長 m	年	延長 m				
118	1	K	50	65	120.0					120	1		
					85.0								
120	1	K	50	83	43.0								

解図 2-12 履歴台帳の例 (既設導管を入替及び廃止した場合)

◎ 更生修理工法を適用した場合

更生修理を施工した当該部分に新路線No.又は枝番を付すことにより新路線No.を設定する。また、押輪がけ、外面シールを計画的に施工した場合にも同様に新路線No.を設定する。



解図 2-13 導管図の例（更生修理工法を適用した場合）

路線 No. (枝番)		管種	口径	埋設年	現在延長 m	更生修理			廃止		新路線No. (枝番)		故障No.	管体調査No.	備考	
						工法	年	延長 m	年	延長 m						
77	1	FC	200	52	220	(反転)	(83)	(179)	0			77	2			
					41											
	2	FC	200	52	179	0	反転	83	179	0						

注) () は延長を減じたことを示す。

解図 2-14 履歴台帳の例（更生修理工法を適用した場合）

(2) モデルB・モデルCの場合は、以下の要領で履歴情報を管理する事が望ましい。

- ① 管理用導管図、もしくはマッピングシステムの追加、修正は下記の工事竣工時に行う。
 - ㉑ 新たに導管を敷設したとき
 - ㉒ 既設導管を入替え又は廃止したとき
 - ㉓ 既設導管に更生修理工法を適用したとき
- ② 修理工事又は管体調査のつど、管理用導管図もしくはマッピングシステムに修理工事報告書No.又は管体調査報告書No.を記入する。

2.3 故障情報の収集と管理

2.3.1 故障情報項目

故障情報は、以下の項目について収集し管理することが望ましい。

- ① 故障 No.
- ② 導管 図 No.
- ③ 路線 No.
- ④ 圧 力
- ⑤ 管 種
- ⑥ 口 径
- ⑦ 埋 設 年
- ⑧ 故障発生年月
- ⑨ 故障形態
- ⑩ 故障原因
- ⑪ 修理工法
- ⑫ 修理工事報告書No.

【解説】

- (1) 故障情報項目の②導管図No.～⑦埋設年は履歴台帳と共通する項目である。このうち②導管図No.～④圧力は、故障情報と履歴情報を結合させるための項目である。また④圧力～⑦埋設年は、故障情報だけでも路線群毎の故障件数の集計・分析が行えるようにするために、付加した項目である。但しモデルBで故障情報を管理する場合は、①故障No.は不要であり、②導管図No.～⑦埋設年の項目は管理用導管図にすでに記載されている。
- (2) ⑧故障発生年月～⑩故障原因は、どのような原因で、どのような形態の故障が埋設後どのくらいの期間で発生したかを把握することを目的とした項目である。また⑪修理工法、⑫修理工事報告書No.は、故障した際の措置方法を知るための項目で、特に⑫修理工事報告書No.は措置の詳細を修理工事報告書から検索できるようにした項目である。
- (3) ⑨故障形態及び⑩故障原因の分類例を以下に示す。
 - <故障形態の分類例>
亀裂・折損，腐食，継手ゆるみ
 - <故障原因の分類例>
自然現象（暴風雨，水害，地震等），ガス工作物の不備（製作・施工不完全，保守不備等），他工事，自然劣化，地盤の不等沈下，交通量の激化等

2.4 管体調査情報の収集と管理

2.4.1 管体調査情報項目

管体調査情報は、以下の項目について収集し管理することが望ましい。

- ① 管体調査No.
- ② 導管図No.
- ③ 路線No.
- ④ 圧力
- ⑤ 管種
- ⑥ 口径
- ⑦ 埋設年
- ⑧ 調査年月
- ⑨ 管体状況
- ⑩ 埋設環境
- ⑪ 管体調査報告書No.

【解説】

- (1) 管体調査は、路線群あるいは路線の腐食による故障対策の優先順位付けを行う際に参考となるもので、特に腐食による故障発生率が比較的高い支管（低圧鋼管）については有効である。
- (2) 管体調査情報項目の②導管図No.～⑦埋設年は、履歴台帳と共通する項目である。このうち②導管図No.～④圧力は、管体調査情報と履歴情報を結合させるための項目である。モデルBで管体調査情報を管理する場合は①管体調査No.は不要であり、②導管図No.～⑦埋設年はすでに管理用導管図に記載されている。
- (3) ⑧調査年月、⑨管体状況はある時期の管体状況を把握できるように設けた項目であり、また⑩埋設環境は導管の埋設環境を把握できるように設けた項目である。
- (4) ⑨管体状況及び⑩埋設環境は、腐食の程度、塗覆装の状態、土質、湧水の程度等を把握するために設けた項目である。管体状況および埋設環境の区分は、各事業者が決めることが基本となるが、例を以下に示す。

<管体状況>

腐食の程度	無，小，中，大
塗覆装の状態	良，否

<埋設環境>

土質	砂，シルト，粘土等土の性状による区分又は「川沿い」等環境に応じた区分
湧水の程度	有，無
その他	

2.4.2 管体調査情報の収集・管理

管体調査情報の収集・管理は、以下の要領で行うことが望ましい。

- ① 管体調査を行ったつど、管体調査報告書により管体情報を収集する。
- ② 管体調査情報を管体調査台帳又は管理用導管図に記録する。

【解説】

(1) モデルAで管体調査情報を収集・管理する場合は次の要領で行う事が望ましい。

- ① 管体調査台帳の作成及び記録について、以下に例を示す。

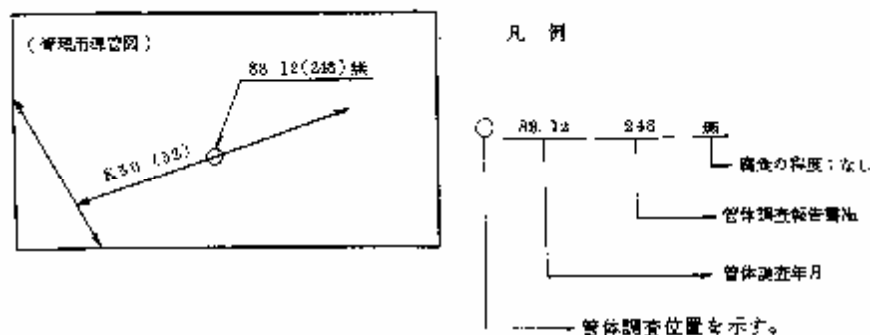
管体調査 No.	調査年月	路線No.(枝番)		履歴情報				導管図 No.	管体状況		埋設環境		管体調査報告 書 No.	備考
				圧力	管種	口径	埋設年		腐食の程度	塗覆装 状態	土質	湧水		
88-20	83. 9.	2711	2	LP	K	50	56	396	小	良	砂	無	243	

解図2-20 管体調査台帳の例（モデルAで管体調査情報を収集・管理する場合）

- ② 管体調査のつど、管体調査台帳に管体調査情報を記入するとともに、履歴台帳の路線No.に対応する管体調査No.欄に管体調査No.を記入する。

(2) モデルB・モデルCで管体調査情報を収集・管理する場合は管体調査情報項目の⑧調査年月と⑩管体調査報告書No.を管理用導管図の当該路線上に記録する。

また⑨の管体状況項目、⑩の埋設環境項目は記録可能な範囲で管理用導管図に記録し、その他は必要に応じて管体調査報告書から検索できるようにしておくとい。



解図2-21 管体調査台帳の例（モデルB・Cで管体調査情報を収集・管理する場合）

－ 更生修理工法の長期耐久性評価・モニタリング手法等の追加 －

4. 更生修理工法の特性評価と適用

4.1 更生修理工法の分類

導管の故障の形態には、亀裂・折損、腐食および継手ゆるみがあり、これらに対応して更生修理工法を次の3種類の平常時漏えい予防工法と、地震時の導管の故障に対応する1種類の漏えい予防工法に分類する。

- (1) 亀裂・折損漏えい予防工法
- (2) 腐食漏えい予防工法
- (3) 継手漏えい予防工法
- (4) 地震時漏えい予防工法

【解説】

- (1) 亀裂・折損漏えい予防工法とは、ねずみ鋳鉄管管体等の亀裂・折損発生による多量のガス漏えい、噴出を抑止することによって、二次災害防止をはかることを目的とする更生修理工法をいう。
- (2) 腐食漏えい予防工法とは、ジュート巻きまたは亜鉛メッキ支管等で電気防食措置が講じられていない導管であって、管体に腐食が進行し、貫通孔にまで成長した場合に発生するガス漏えいを予防することを目的とする更生修理工法をいう。
- (3) 継手漏えい予防工法とは、鋳鉄管継手のジュートの収縮・劣化やゴム輪の劣化、あるいは支管ネジ継手のゆるみによって発生する微小な漏えいを予防または修理することを目的とする更生修理工法をいう。
- (4) 地震時漏えい予防工法とは、地震時の導管の故障によるガス漏えいを抑止し、二次災害の防止をはかることを目的とする更生修理工法をいう。

4.2 更生修理工法の特性評価

4.2.1 更生修理工法の具備すべき特性

更生修理工法は、施工性のほか、以下に列挙する適用性・耐久性を具備していることが必要である。

(1) 亀裂・折損漏えい予防工法

- ① ねずみ鋳鉄管管体等に亀裂・折損が生じても、気密性が保持できること。
- ② ガス中に含まれる成分および亀裂・折損部から浸入する地下水等の環境成分に対して耐久性を有すること。
- ③ 亀裂・折損の発生によって、材料の一部が地中に露出しても、長期にわたって内外圧に耐え、ガスの噴出を抑止できること。

(2) 腐食漏えい予防工法

- ① 外力による管体部または継手部の変位に対して気密性が保持できること。
- ② ガス中に含まれる成分および腐食孔から浸入する地下水等の環境成分に対して耐久性を有すること。
- ③ 腐食による貫通孔の発生によって、材料の一部が地中に露出しても、土圧等の外圧に対して保形性を有すること。

(3) 継手漏えい予防工法

- ① 外力による継手部の変位に対して気密性が保持できること。
- ② ガス中に含まれる成分および継手部から浸入する地下水等の環境成分に対して耐久性を有すること。

(4) 地震時漏えい予防工法

- ① 「中低圧ガス導管耐震設計指針」に基づき、更生修理工法を施した配管系の地盤変位吸収能力が設計地盤変位を上回っていること。
- ② 亀裂・折損漏えい予防工法と同じ以下の3つの特性を有すること。
 - ・ ねずみ鋳鉄管管体等に亀裂・折損が生じても、気密性が保持できること。
 - ・ ガス中に含まれる成分および亀裂・折損部から浸入する地下水等の環境成分に対して耐久性を有すること。
 - ・ 亀裂・折損の発生によって、材料の一部が地中に露出しても、長期にわたって内圧に耐え、ガスの噴出を抑止できること。

【解説】

- (1) さまざまな形態を有する既設導管に更生修理工法を施工する場合には、実用的な施工品質が確保できることが必要である。また、更生修理工法を施工した導管に対して、穿孔、遮断、分岐、切断および連絡などの通常のガス導管工事を支障なく行うことができることが必要である。
- (2) 外力としては、車両輪荷重による影響を考慮する。

- (3) 腐食漏えい予防工法において、腐食による貫通孔の発生により、孔食開口部を介して作用する土圧または水圧によって、管内面の材料が圧壊し、ガスが漏えいするようなことが可能な限りないことが必要である。
- (4) 二種類以上の漏えい予防工法に適用しようとする場合は、該当する更生修理工法の種類に要求されるすべての特性を具備している必要がある。
- (5) 地震時漏えい予防工法の具備すべき特性の地盤変位吸収能力が設計地盤変位を上回っていることは、以下の考え方で定めた。

「中低圧ガス導管耐震設計指針」では、宮城県沖地震の埋設導管の被害分析から、配管系に十分な耐震性を持たせるためには標準的に5 cm程度（地域，管種，埋設条件で決まる。）の地盤変位吸収能力を有することが必要であるとしている。

また、阪神・淡路大震災の埋設導管被害等の分析から、この地盤変位吸収能力があればガス導管の被害は殆ど抑制できるという結果となり、本指針の設計方法の妥当性が確認されている。

従って、「中低圧ガス導管耐震設計指針」に定める設計地盤変位を上回る地盤変位吸収能力を有する事を、管軸方向の大変形に対する特性を評価する試験（大変形特性試験）で確認できれば、耐震性が低いと見込まれる導管の地震時の故障によるガス漏えいの抑止に対して有効である。

4.2.2 更生修理工法特性試験および評価

工法が 4.2.1 に記載する更生修理工法の具備すべき特性を有しているかどうかを確認するために、該当する更生修理工法の種類ごとに以下の特性試験を、評価基準年数により決定される試験条件で実施することが必要である。

更生修理工法の種類	特 性 試 験
亀裂・折損漏えい予防工法	施工性試験 曲げ特性試験 クリープ特性試験 耐ガス性・耐薬品性試験
腐食漏えい予防工法	施工性試験 繰返し曲げ特性試験 保形性試験 耐ガス性・耐薬品性試験 熱加速試験
継手漏えい予防工法	施工性試験 繰返し曲げ特性試験 耐ガス性・耐薬品性試験 熱加速試験
地震時漏えい予防工法	施工性試験 曲げ特性試験 クリープ特性試験 耐ガス性・耐薬品性試験 大変形特性試験

また、特性試験および試験結果の評価は下記の要領に従って実施しなければならない。

- (1) 施 工 性 施工性試験・評価要領書によること。
- (2) 繰 返 し 曲 げ 特 性 繰返し曲げ特性試験・評価要領書によること。
- (3) 曲 げ 特 性 曲げ特性試験・評価要領書によること。
- (4) ク リ ー プ 特 性 クリープ特性試験・評価要領書によること。
- (5) 保 形 性 保形性試験・評価要領書によること。
- (6) 耐ガス性・耐薬品性 耐ガス性・耐薬品性試験・評価要領書によること。

- | | |
|---------------|---------------------|
| (7) 大 変 形 特 性 | 大変形特性試験・評価要領書によること。 |
| (8) 熱 加 速 試 験 | 熱加速試験・評価要領書によること。 |

【解 説】

- (1) 施工性試験とは、導管の内面に材料が正常に装着・塗布されることのほか、穿孔、遮断、分岐、切断および連絡などの通常のガス導管工事を支障なく行うことができることを確認するための試験をいう。
- (2) 繰返し曲げ特性試験とは、車両輪荷重による埋設管のたわみ振動によって、工法の機能が長期にわたり損なわれないかを確認するための試験をいう。
- (3) 曲げ特性試験とは、更生修理工法を施した導管に亀裂・折損が発生した場合に、管内面の材料が破断することなく気密性が保持できることを確認するための試験をいう。
- (4) クリープ特性試験とは、亀裂・折損が発生した後に管内面の材料に応力が加わった状態で長期間放置された場合でも、材料が十分な耐久性を有するかを確認するための試験をいう。
- (5) 保形性試験とは、更生修理工法適用後に腐食による貫通孔が発生した場合に、孔食開口部を介して作用する外圧（土圧、水圧）によって、長期にわたり管内面の材料が圧壊しガスが漏えいすることがないか確認するための試験をいう。
- (6) 耐ガス性・耐薬品性試験とは、工法の機能を維持する上で不可欠な材料が、さらされるガス中に含まれる成分及び環境を代表する成分に対し長期耐久性を有するかを確認するための試験をいう。
- (7) 大変形特性試験とは、更生修理工法を施した配管系の管軸方向の地盤変位吸収能力が、「中低圧ガス導管耐震設計指針（日本ガス協会）」をみたす（定められた設計地盤変位を上回る）ことを確認するための試験をいう。
- (8) 熱加速試験とは、エポキシ系以外の新たな樹脂材料を用いた腐食漏えい予防工法・継手漏えい予防工法について、評価基準年数を 40 年とする場合に、管内面の材料の物性が経年に対する長期耐久性を有するか擬似的に将来を予測して確認する試験をいう。
- (9) 各工法は評価の結果、各特性試験にすべて合格していることが必要であるが、耐ガス性・耐薬品性試験にあつては実際に適用するガス中及び環境を代表する成分に応じた試験に適合していれば、その範囲内で適用してよい。
- (10) 評価基準年数とは特性試験により、供用可能であることを性能評価した期間であり、工法に対する期待寿命ではない。

4.3 更生修理工法の適用

4.3.1 更生修理工法の選択

導管の評価結果から抽出された路線上で発生することが予想される形態の漏えいを予防できる工法を適用することが望ましい。なお、当該路線上に2以上の形態の漏えいが発生することが予想される場合*2には、それらの漏えいを併せ予防できる工法を選択することが望ましい。

【解説】

(1) 更生修理工法の適用にあたっての考え方は大略以下の通りである。

1) 亀裂・折損漏えい予防工法

- ① 予防保全として、また二次災害発生防止のため使用する。
- ② 入替に比較して経済的に対策を講ずる。

2) 腐食漏えい予防工法

- ① 予防保全として使用する。
- ② 修理工事に伴う迷惑および事後保全費（腐食漏えい修理費）を低減する。
- ③ 入替に比較して経済的に対策を講ずる。

3) 継手漏えい予防工法

- ① 予防保全および修理として使用する。
- ② 修理工事に伴う迷惑および事後保全費（継手漏えい修理費）を低減する。
- ③ 入替に比較して経済的に対策を講ずる。

4) 地震時漏えい予防工法

- ① 予防保全として、また二次災害発生防止のため使用する。
- ② 入替に比較して経済的に対策を講ずる。

5) 2以上の形態の漏えいが同一路線に発生する場合として考えられるものに、比較的口径の小さいねずみ鋳鉄管の路線で継手ゆるみによる漏えいととも、管体の亀裂・折損が発生する場合、また支管路線では、管体や継手部に生ずる腐食孔からの漏えいととも、継手からの漏えいが発生する場合等がある。

【参 考】

主な更生修理工法には下記のようなものがある。

工法名 工法の分類	反転シール	フェニックス	支管反転シール	簡易反転シール	液相法	支管樹脂ライニング	ピグライニング	PVCフィットパニング	繊維強化PEフィットパニング	TGH	ウエコシール	OGM	ジョイントタン	MELTY	SGK	二層ライニング	シヤトルII
亀裂・折損 漏えい 予防工法	○	○						○	○							○	
腐食漏えい 予防工法			○	○	○	○	○										○
継手漏えい 予防工法	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		○
地震時漏えい 予防工法	○	○						○	○								

4.1 更生修理工法の分類では、更生修理工法を適用する導管の故障の形態に対応して分類したが、それ以外に更生修理工法の使用材料や施工法に対応して、反転シール系工法・樹脂ライニング工法及びその他と分類する場合もある。

【反転シール系工法】

薄くて丈夫かつ気密性のあるシールホースに空気圧を加えながら反転させ、接着剤を介して管内面全体に貼り付ける工法。継手漏えい予防工法と亀裂・折損及び地震時漏えい予防工法として適用される事が多い。

【樹脂ライニング工法】

管内面に樹脂によるライニング膜を形成する工法の総称で、継手漏えい予防工法と腐食漏えい予防工法として適用される事が多い。施工法により更にピグライニング工法・気流ライニング工法というように細分化できる。使用する樹脂は、熱硬化性樹脂のうち、強度と伸びを兼ね備える事からエポキシ系樹脂が採用される事が多いが、近年はより伸びに優れるウレタン系樹脂やシリコン系樹脂等に強度面の改良を加えた変成樹脂を採用する工法も開発されている。

4.3.2 更生修理工法の適用上の検討

更生修理工法の適用にあたり下記の項目について比較，検討することが望ましい。

- (1) 腐食漏えい予防工法と電気防食との比較
- (2) 継手漏えい予防工法と他の継手漏えい予防対策との比較
- (3) 導管の負荷の見通しと導管の供給能力との比較
- (4) 導管の埋設状況，付帯設備などの有無
- (5) ガス中の成分，土中の環境成分など，実際の導管における使用条件の確認

【解 説】

- (1) 腐食漏えい予防対策としては，腐食の進行程度，塗覆装の状態，土壌比抵抗などによっては，電気防食を施した方が有利な場合がある。
- (2) 継手漏えい予防対策としては，継手の種別，ガスの湿度，対象路線の延長および面的拡がりなどによっては，シール液の管内へのスプレーなどの方法を用いた方が有利な場合がある。
- (3) 需要量の増大に伴って，近い将来現状の口径では導管の供給能力に不足をきたし，口径の大きな導管に入替える必要がでてくることがないか見通しを得ておく必要がある。適用しようとする更生修理工法が，導管の有効内径を減少させるようなものにあつては，施工後の圧損増加にも注意しなければならない。
- (4) 更生修理工法の適用にあたっては，バルブ，水取器，分岐管，交差管，曲管など，導管の付帯設備の有無や異形管などの配置状況を事前に充分確認し，施工の難易性を検討しておくことが重要である。
- (5) 更生修理工法の適用にあたっては，4.2.2項に定める特性試験・評価要領書の試験条件が，実際に適用する導管での条件と大きな差がある場合には，別途検討することが必要である。
- (6) 入替に代えて更生修理工法を採用することが，経済的に有利かどうかを検討することも重要である。

【参 考】

ここでは、入替に比較して、工事費および期待寿命ともに更生修理工法の方が小さいものとして、参考として入替工事費支出の延期効果という面から考え方の一例を示す。

(参考例)

入替工事費をA，更生修理工法の施工費をB，更生修理工法の期待寿命をn，割引率をiとし，n年後に更生修理済導管を新管に入替するものとすれば，更生修理工法を適用する方が有利となる条件は

$$A \geq B + \frac{A}{(1+i)^n}$$

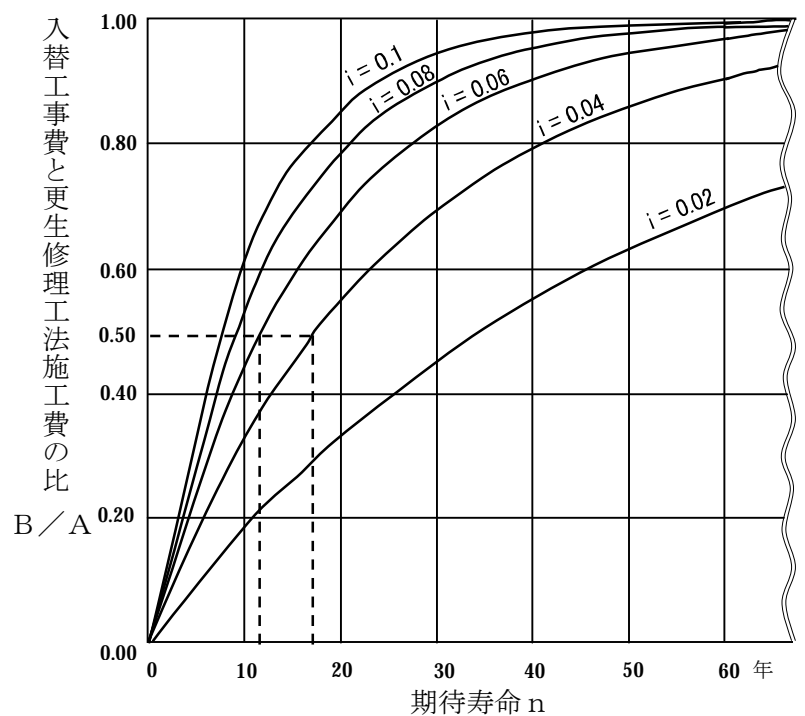
となる。ただし，この期間中の事後保全費はいずれの場合も変わらないものとする。

これを解けば

$$B/A \leq \frac{(1+i)^n - 1}{(1+i)^n}$$

となり，グラフに描くと右のようになる。

このモデルによれば，更生修理工法の施工費用が入替工事費の1/2 ($B/A=0.05$)とした場合で，割引率を0.06とすると，更生修理工法の期待寿命が12年以上あれば入替よりも有利であることになる。同様に割引率を0.04とすると，期待寿命が18年以上あれば入替よりも有利であることになる。



4.4 更生修理工法を適用した導管の維持管理

更生修理工法を適用した導管の維持管理は、下記の項目に従って行う必要がある。

- (1) 情報の整備
2.2 項及び 2.3 項に従って施工，修理記録を管理・保管しておくこと。
- (2) 漏えい検査
一般の導管の場合に準ずる。
- (3) 他工事に対する防護などの措置
一般の導管の場合に準ずる。
- (4) ガスの種類，性状などの変更
4.2.2(6)の耐ガス性・耐薬品性試験評価要領書に定める以外の環境に材料が暴露される場合には，事前にその影響について評価を行うこと。
- (5) 耐久性の確認
他工事などの機会対応で掘上げた更生修理工法施工済み導管についてモニタリングを実施し，材料の耐久性を確認するものとする。
- (6) その他
更生修理工法施工済み導管に著しい腐食が発生しているのを発見した場合および亀裂・折損が発生しているのを発見した場合には，その部分を取替する等修理しなければならない。

【解 説】

更生修理工法に使用する材料の寿命は相当長期間にわたる。4.2.2 項の特性試験の評価基準年数は，供用可能であることを性能評価した期間であり，工法に対する期待寿命ではない。よって，実際の更生修理工法施工済み導管の状況を長期的にフォローアップし，耐久性を実地に確かめることにより，評価基準年数満了後も材料の性能を活用し供用期間の延伸を可能とすることができる。かかる観点から，他工事などの掘上管のほか，必要に応じてモニタリング管やモニタリング材料などを用いて，長期間の耐久性を監視することとする。（詳細は「資料編 2.2 モニタリング実施要領書」参照）また，更生修理工法施工後に故障が発生した場合は，その原因を究明しておくことが必要である。

－ 経年本支管対策へのリスクマネジメント等の追加 －

5. 経年本支管対策におけるリスクマネジメント

5.1 リスクマネジメント手法の活用

経年本支管の維持管理において、各事業者の保安管理体制の充実及び保安レベルの維持・向上を図るとともに、今後一層進展すると考えられる環境変化に適切に対応していくためには、各事業者において組織的かつ体系的に保安面のリスク*¹を管理する体制を構築することが重要であり、リスクマネジメント*²の手法を取り入れることが有効な手段*³の1つとなる。

【解説】

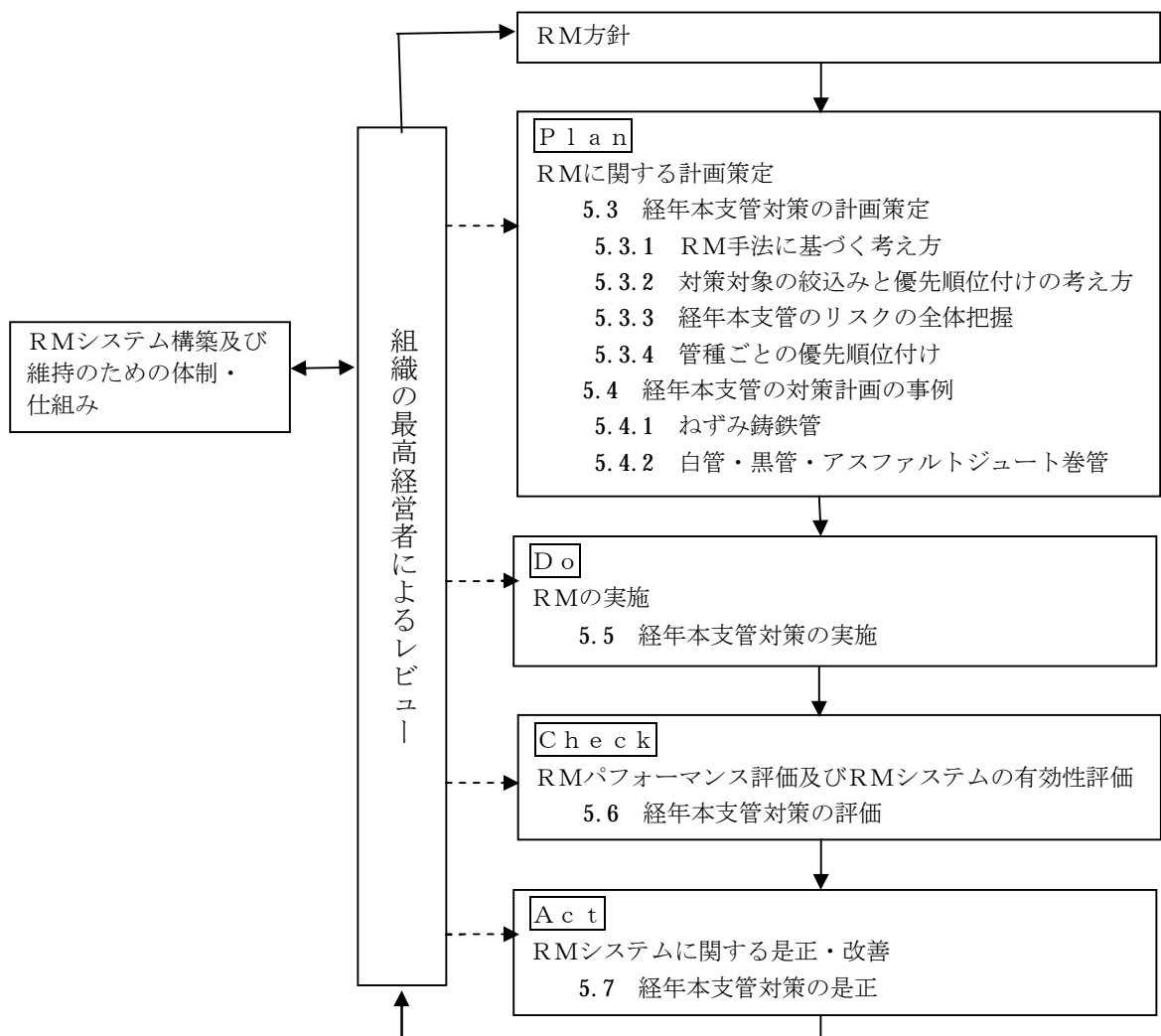
- * 1 リスクとは、JIS Q 2001「リスクマネジメントシステム構築のための指針」では、「事態の確からしさとその結果の組合せ、又は事態の発生確率とその結果の組合せ」と定義される。ただし、安全に関する場合には、ISO/IEC Guide 51及びISO/IEC Guide 73の「危害の発生確率及びその危害の重大さの組み合わせ」の定義を参照することとしている。
- * 2 リスクマネジメントとは、JIS Q 2001「リスクマネジメントシステム構築のための指針」では、「リスクに関して、組織を指導し管理する、調整された活動」と定義される。以降、解説ではリスクマネジメントを「RM」(Risk Management)とする。
- * 3 RM手法を取り入れるメリットとして、以下の点がある。
 - 保安対策の優先順位付け、及びリスクの高い事故を予防・低減する効果的な対策の導出が可能となる。
 - リスク評価に基づき、安全確保に係る人員・資金の効果的かつ合理的な配分が可能となる。

5.2 経年本支管対策におけるリスクマネジメント

リスクマネジメント手法を取り入れた経年本支管対策^{*1}は、対策に関する方針を策定し、その方針に基づき、経年本支管のリスク評価を含む対策計画を策定(Plan)し、対策を実施(Do)し、その対策の実施状況を評価(Check)し、対策を是正・改善(Act)するという、PDCAサイクルを実施するシステムを構築し、維持することが有効である。^{*2}

【解説】

- * 1 RM手法を取り入れた経年本支管対策は、各事業者の規模や組織構成、経年本支管の物量、経営資源等が異なるため、一律に決められるものではないが、事業者が自主的に、その状況に応じて柔軟に対応する必要がある。
- * 2 経年本支管対策のPDCAサイクルには、JIS Q 2001「リスクマネジメントシステム構築のための指針」のRMシステムのプロセスモデルに基づいて、実施する方法がある。経年本支管対策のPDCAサイクルの進め方の一例を解図5-1に示す。



解図5-1 経年本支管対策のPDCAサイクルの進め方の例

(2) 経年本支管対策のP D C Aサイクルで実施する項目として、以下の例がある。

①RM方針

保安に係るRMに関する行動指針と基本目的を策定する。RM行動指針の例としては、保安に関するミッションの宣言等がある。RM基本目的の設定の例としては、RM行動指針に基づき、中期的な保安対策・施策（中期計画）を策定すること等がある。

②RMに関する計画策定（Plan）

RMに関する計画策定の例としては、RM方針に則り、経年本支管のリスクを分析・評価し、経年本支管のリスクを全体把握し、対策を必要とする管種ごとに優先順位付けを行い、適切な対策を選択し、経年本支管の年間実施計画等の計画策定を行うこと等がある。

③RMの実施（Do）

RMの実施の例としては、経年本支管の年間実施計画等に従って、具体的施策を実施すること等がある。

④RMパフォーマンス評価及びRMシステムの有効性評価（Check）

RMパフォーマンス評価の例としては、経年本支管対策が計画通りに実施されたかどうか進捗管理を行うこと等がある。また、RMシステムの有効性評価の例としては、経年本支管対策の実施に伴い、故障・事故等の頻度等を監視し評価すること等がある。

⑤RMシステムに関する是正・改善（Act）

RMシステムに関する是正・改善の例としては、経年本支管対策が計画通りに進捗しているかどうかの評価結果に基づき、経年本支管対策の実施方法を見直すこと等がある。

⑥組織の最高経営者によるレビュー

組織の最高経営者によるレビューの例としては、部門統括者による経年本支管対策の中長期計画、年間実施計画等の確認、実施方法やその進捗状況、有効性等の確認、および必要に応じて改善指示を実施すること等がある。

⑦RMシステム維持のための体制・仕組み

経年本支管対策における保安面のリスク低減と保安レベルの維持・向上のためには、RMシステムを継続的に維持する必要性がある。したがって、各事業者に応じて組織的に機能するための仕組み・体制を構築する必要がある。

5.3 経年本支管対策の計画策定

5.3.1 リスクマネジメント手法に基づく考え方

経年本支管の対策対象の絞込みと対策の優先順位付けを効果的・効率的に実施する^{*1}ためには、リスクマネジメント手法に基づき、経年本支管のリスク^{*2}を考慮して行うことが有効である。なお、対策対象の絞込みと優先順位付けによる対策計画の策定^{*3}は、各事業者の設備の種類、設置状況等に応じて自主的に行う。^{*4}

【解説】

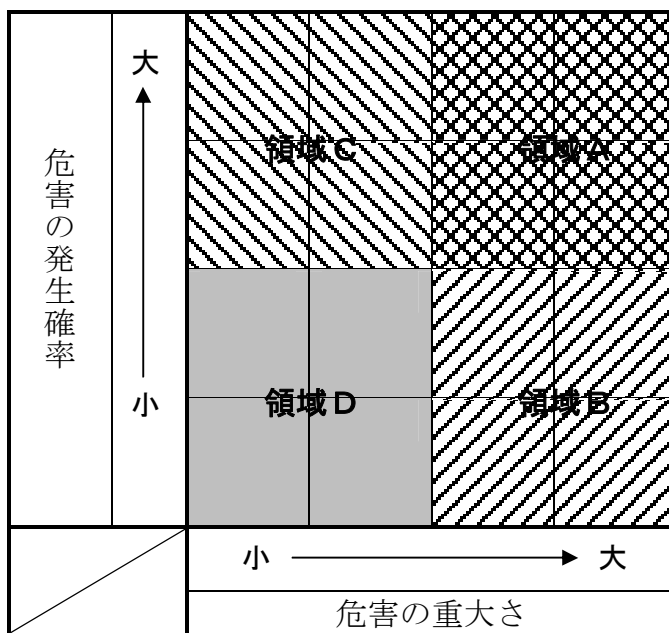
* 1 経年本支管のリスクを低減する効果的な対策を導出するために、RM手法の考え方を取り入れることは有効な手段である。経年本支管のリスクを考慮することにより、経年本支管の対策対象の絞込みと対策の優先順位付けに、より効果的・効率的な実施が期待できる。

* 2 (1) リスクの定義は扱う対象により様々であるが、安全に関する場合のリスクの定義は、ISO/IEC Guide51及びISO/IEC Guide73で以下のように示されている。

○リスク………危害の発生確率と危害の重大さの組合せ

○危害………人の受ける身体的障害若しくは健康障害、又は財産若しくは環境の受ける害

(2) RM分野で用いられる一般的なリスクマトリクスは、解図5-2のようになる。



※ リスクマトリクスの各領域に対して、リスク評価を行い、対策を検討する。例えば、左図の各領域に対して下表の考え方が考えられる。

領域A	リスク低減
領域B	リスクの重大さ低減
領域C	リスクの発生確率低減
領域D	リスク保有

解図5-2 リスクマトリクス

- (3) 経年本支管のリスクを圧力・管種・故障形態等毎に横並びで評価し、リスクの大きいものについては、対策の優先順位を高くして資源を重点的に配分し対策を行う等、リスクに基づき対策対象の絞込みと優先順位付けを実施することで、限られた経営資源の効果的な再配分を検討する際の一助とすることができる。

- * 3 (1) 対策計画については、昭和57年9月から昭和59年3月まで通商産業省の委託を受けて日本ガス協会にて調査・検討した「ガス工作物設置基準調査について」において策定されたガイドライン（S60年本編）の考え方を基本に優先順位付けを行ってきた。一方、経年本支管の物量は膨大であることから、限られた原資をより有効かつ効果的に配分した最適な対策を行うことが求められる。

こうした中、N I S A中間報告(H19年)や保安対策WGでのRM手法の導入の報告を契機に、本ガイドライン（追加版）において、経年本支管の対策計画の策定に関して、RM手法を考慮した考え方を示した。

- (2) 「ガス安全高度化検討会報告書」（平成10年3月）では、供給段階（本支管以外の供内管も含む）における安全高度化目標として、2010年時点で、「死亡事故はほぼゼロの水準（2～3年間に1名（件）程度）とする。」及び「死亡事故以外の人身事故及び爆発・火災事故は、一桁とする。」としており、2010年以降についても同様の目標としている。さらに、経年導管対策について、「要対策経年導管への対策については、2020年頃には概ね完了していることが見込まれる。」としている。

各事業者においては、これらの目標を達成するために、経年本支管を要対策導管と維持管理導管に区分し、要対策導管については対策計画を策定し、実施し効果を上げてきたところである。

要対策導管……故障、事故実績等のリスク分析に基づく比較的高いリスクを有する経年本支管
維持管理導管……要対策導管以外の経年本支管であり、監視等により維持管理を行うもの

- (3) 要対策導管は、リスクの状況やリスクを低減するための分析・評価に基づき、対策対象を決定し、取替え、更生修理、電気防食等の対策方法から対策を施す。

なお、2007年1月に発生したガス漏れ中毒事故を踏まえ、日本ガス協会では「都市ガス業界における事故防止対策」（平成19年2月）を作成し、経年管対策の強化策として、ねずみ鋳鉄管の要対策導管について、大手4事業者は2015年度までに対策を早期化して完了すること、一酸化炭素を含むガスを供給している事業者にあつては2015年度までに完了することとしている。また、N I S A中間報告(H19年)では、ねずみ鋳鉄管の要対策導管について、一酸化炭素を含むガスを供給している事業者と大手4事業者以外の事業者についても、可能な限り2015年度までに早期化することを目指し、それに向けた計画の策定を検討している。これら

を念頭に、要対策導管の対策計画は 2015 年度まで見通して策定する。なお、2015 年度までは長期的なものであり、状況も変化することから、その都度見直しを含めた対応も必要である。

- (4) 維持管理導管は、リスクを監視しつつ維持管理をしていくものである。この場合、漏えい検査（法定・自主）や万一の漏えいの際の緊急対応等の日常の維持管理を実施しつつ、過去の漏えい履歴、管体の腐食状況、エリア・路線の腐食環境、業務機会における管体状況確認、設置環境等を考慮してリスクの状況を監視するとともに、リスクの状況の変化によっては必要により監視の頻度を高めたり、入替え等の対策を実施する等の対応を行っていく必要がある。

- * 4 経年本支管の対策対象の絞込み及び優先順位付けによる対策計画の策定は、各事業者が保有する種類・物量、経年化度合い、設置環境、故障・事故実績等が様々であり、対策対象を一律に決めることは困難である。したがって、RMの観点から、ALARP（As Low As Reasonably Practicable の略で、リスクを合理的に実行可能な限り低くする、という考え方）に留意しつつ、各事業者は本ガイドライン（追加版）を参考としつつ、各事業者の状況を踏まえ、対策対象の絞込みと優先順位付けによる対策計画の策定を自主的に行う。

5.3.2 対策対象の絞込みと優先順位付けの考え方

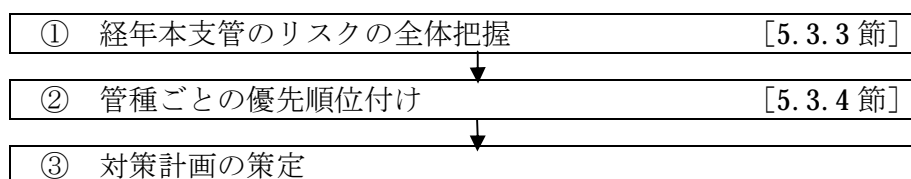
本ガイドライン（追加版）における経年本支管対策の検討対象は、未対策の中低圧におけるねずみ鋳鉄管及び白管・黒管・アスファルトジュート巻管とする。^{*1}

対策対象の絞込みと優先順位付けにあたっては、圧力・管種・故障形態等を考慮したリスクの状況を勘案して決定することが有効である。^{*2}

【解説】

*1 更生修理工法がなされていない中低圧のねずみ鋳鉄管は、古い年代の鋳造方法による管体そのものの材料特性により、特に小口径管においては、亀裂・折損が過去に発生していることから検討対象とする。また、中低圧の電気防食等の対策がなされていない白管・黒管・アスファルトジュート巻管では、埋設環境等によっては、管体腐食の進行する可能性があることから検討対象とする。

*2 対策対象の絞込みと優先順位付けの検討フローは解図5-3の通りである。



解図5-3 対策対象の抽出と優先順位付けの検討フロー

5.3.3 経年本支管のリスクの全体把握

経年本支管のリスクの全体把握は、圧力・管種・故障形態等の経年本支管のリスクの状況^{*1}に基づき実施することが有効である。

【解説】

- * 1 (1) 中圧のねずみ鋳鉄管は、亀裂・折損による漏えいが発生した場合、圧力が高いため、危害につながる可能性及びリスクが経年本支管全体の中で相対的に高いと考えられる。
- (2) 中圧の白管・黒管・アスファルトジュート巻管は、腐食漏えい等が発生した場合、亀裂・折損時ほどではないが、圧力が高いため、危害につながる可能性及びリスクが経年本支管全体の中では相対的に高いと考えられる。
- (3) 低圧のねずみ鋳鉄管は、亀裂・折損による漏えいが発生した場合、中圧のねずみ鋳鉄管ほどではないが、設置環境によっては、危害に繋がる可能性及びリスクが低圧の経年本支管全体の中では相対的に高いと考えられる。なお、ねずみ鋳鉄管の中でも立吹砂型鋳造による製造方法や小口径のものが外力により亀裂・折損が他に比べて生じやすいなど、故障の発生確率には製造年代・口径等により差がある。
- (4) 低圧の白管・黒管・アスファルトジュート巻管の故障形態は、徐々に進行する漸進的な微少漏れが大半であり、かつ漏えい検査等の日常の維持管理等によってリスク低減をはかっている。したがって、ねずみ鋳鉄管に比べて、危害につながる可能性及びリスクは相対的に低く、特異な設置環境を除き、経年本支管全体での対策の優先順位付けは相対的に低くなると考えられる。

5.3.4 管種ごとの優先順位付け

経年本支管のリスクの全体把握の結果を踏まえ、管種ごとにリスクの評価を実施し、対策の優先順位付けを行い、経年本支管対策計画を策定する。評価にあたっては、「故障の発生確率^{*1}」を評価できる項目と「危害の重大さ」を評価できる項目を考慮すること^{*2}が有効である。

【解 説】

* 1 経年本支管のリスクの全体把握に基づき、管種ごとに対策の優先順位付けを実施する。経年本支管のリスクとしては危害を考えるべきであるが、経年本支管による危害の発生確率は非常に低い水準にあり、統計処理にはそぐわない。

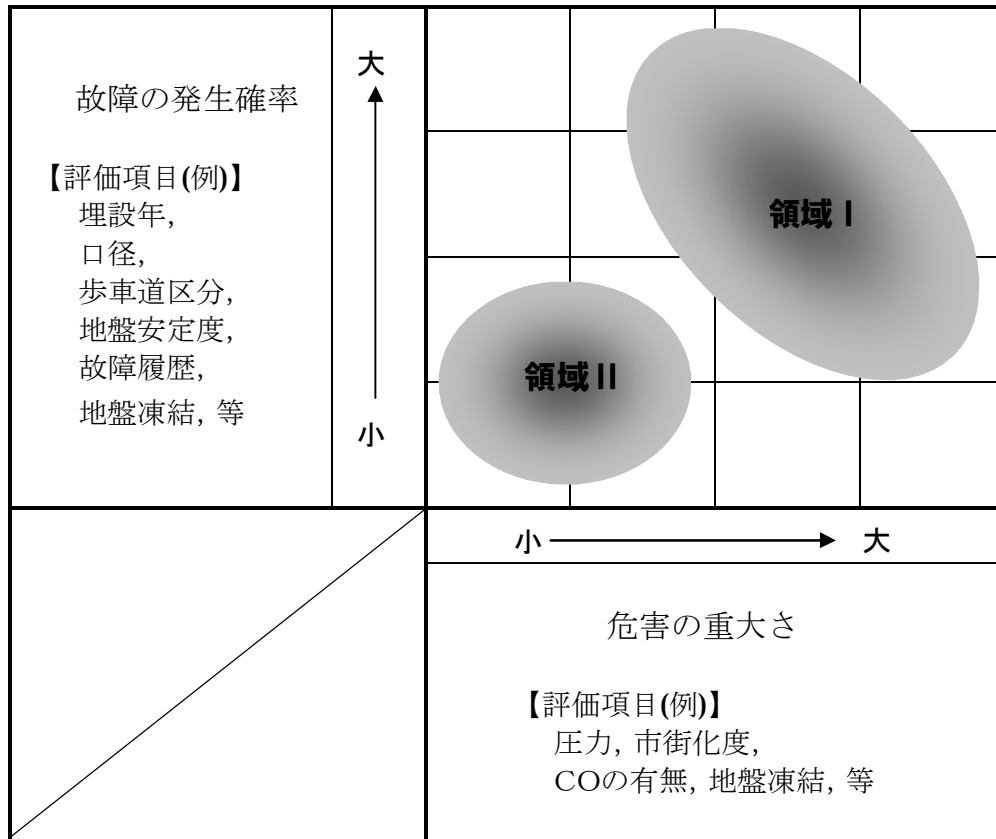
そのため、本ガイドライン（追加版）では、危害の発生確率を次で評価し、相対評価である優先順位付けへ反映させることとした。

危害の発生確率は、(ある管種による危害の発生確率) = (ある管種の故障確率) × (故障から危害になる確率) で表現することができる。「故障から危害になる確率」は、埋設環境等やガスの漏えい量による影響があると考えられる。同一の故障形態の中で優先順位を付ける場合、より故障が発生しやすい順に優先順位をつけることが、結果的に危害の発生確率を評価することとなる。

なお、このような評価方法は、ガイドライン（S60年本編）と同じ考え方である。

* 2 (1) 管種ごとの優先順位付けでは、埋設年・口径・地盤安定度等の「故障の発生確率」を評価できる項目と、圧力、市街化度等の「危害の重大さ」を評価できる項目を考慮して優先順位付けを行う。

(2) 管種ごとの優先順位付けのための評価項目を、リスクマトリクスによる概念的イメージで示すと解図5-4のようになる。



解図5-4 管種ごとのリスクマトリクスの例

同一の管種の中でも、領域I（故障の発生確率が高く、かつ危害の重大さが大きいもの）に該当するものから優先して対策を進めていくことが、リスク低減という観点から最も効果的であり、優先順位を高くして対策を実施することが望ましい。

領域II（故障の発生確率が低く、かつ危害の重大さが小さいもの）に該当するものは、リスクを監視しつつ維持管理をしていくものである。

5.4 経年本支管の対策計画の事例

5.4.1 ねずみ鋳鉄管の優先順位付け

ねずみ鋳鉄管の優先順位付けは、埋設年、口径、地盤安定度など「故障の発生確率」*¹を評価できる項目と、圧力、市街化度など「危害の重大さ」*²を評価できる項目を考慮して優先順位付けを行うことが有効である。*³

また、事故原因技術調査委員会報告書(H19年6月)での事故原因*⁴を踏まえ、優先順位の再整理を行い*⁵、該当箇所について優先的に取り組む等、リスクに応じた経年管対策とする。

【解説】

- * 1 「故障の発生確率」を評価する項目は、①故障（ねずみ鋳鉄管の場合は亀裂・折損）の原因となり得るねずみ鋳鉄管の強度特性、②故障を発生させる外的要因（外部からの荷重や導管の設置環境等）の2種類に大別される。ただし、故障のメカニズムは多くの場合、複合的な要因が作用したことによるものであり、それらを完全に把握することは困難である。複合的な要因が作用した結果を反映させる経験則として、③過去の故障履歴を用いることも有効である。
- * 2 「危害の重大さ」を評価する項目のうち、「COの有無」と「地盤の凍結」については、H19年1月の北海道北見市における一酸化炭素中毒事故を踏まえ、同市と同様の特性を有している事業者には同等な対応を実施するよう、国が指導を行っている。

また、特に危害の連鎖を回避する観点からは、更に詳細なミクロ的な視点（例えば、昼間人口、高齢者人口、ガス漏れ警報器の普及率等）についても検討することが有効な場合がありうる。
- * 3 ねずみ鋳鉄管の対策の優先順位付けの評価項目には、埋設年、口径、歩車道区分、地盤安定度、故障履歴等の評価項目がある。各事業者は、ねずみ鋳鉄管対策にとって効果的な評価項目を自主的に選定し、それらの組合せにより対策の優先順位付けを実施する。優先順位付けのための評価方法の例は、ガイドライン(S60年本編)も参考にすることができる。
- * 4 事故原因技術調査委員会報告書(H19年6月)では、一酸化炭素中毒事故のメカニズムとして、①局所的に緩い地盤である旧河道の経年的な不等沈下、②主要道路の車両荷重による凍結地盤を介した不等沈下の加速、③ねずみ鋳鉄管の破断による一酸化炭素を含んだガス漏出、④凍結地盤による地中でのガス移動、等により事故に至ったものと推定しており、「それぞれの要因が複数絡み合っただけで事故に影響を及ぼした蓋然性は明らかであり、総合的に解釈せざるを得なかった」と報告されている。したがって、同報告書であげられているそれぞれの事故要因が亀裂・折損の発生確率を評価できる項目と考えられるが、それら評価項目が必ずしも単独でねずみ鋳鉄管の亀裂・折損の要因となるものではない。

* 5 (1) N I S A 中間報告(H19 年)では、ねずみ鋳鉄管の要対策導管について、一酸化炭素を含むガスを供給している事業者と大手 4 事業者以外の事業者についても、可能な限り 2015 年度までに早期化することを目指し、それに向けた計画の策定を検討することが求められた。

(2) 事故原因技術調査委員会報告書(H19 年 6 月)での事故原因を踏まえた、ねずみ鋳鉄管の対策の優先順位付けの評価項目の例を以下に示す。各事業者は、ねずみ鋳鉄管対策にとって効果的な評価項目を自主的に選定し、それらの組み合わせにより対策の優先順位付けを実施し、要対策導管と維持管理導管を区分けして、対策計画を策定することが有効である。

＜「故障（亀裂・折損）の発生確率」を評価できる項目（例）＞

項目	内容	
① 故障原因となり得るねずみ鋳鉄管の強度特性	埋設年（造管方法）	埋設年により造管法が異なり、その区分により圧壊強度が異なる。立吹砂型鋳造のように古い時代のものほど、造管技術上、材質が不均質で、亀裂・折損の可能性が高い。**1
	口径	断面係数により管体強度が異なり、口径が小さいものほど亀裂・折損の可能性が高い。**2
② 故障が生じる外的要因（外部からの荷重や設置環境等）	歩車道区分	<p>亀裂・折損の故障発生率は、一般的に交通量の多い車道**3で高くなっている。ガイドライン（S60 年本編）の故障事例実態調査結果によると、亀裂・折損原因の約 2 割を「交通量の激化」が占めている。なお、道路拡幅等に伴い従来歩道に埋設されていた導管が車道下になる等、埋設環境に変化が生じた場合は、新たな環境で評価することが望ましい。</p> <p>また、事故原因技術調査委員会報告書(H19 年 6 月)では、「主要道路の交通量の多い位置」**4を亀裂要因の 1 つとしており、このような箇所も優先順位付けを評価する項目の 1 つである。</p>
	地盤安定度	<p>大規模他工事跡や埋立造成地等の地盤の不等沈下の可能性のある地盤安定度**5の劣る場所は、亀裂・折損の可能性が高い。ガイドライン（S60 年本編）の調査によると、折損原因の約 7 割を「地盤の不等沈下」が占めている。</p> <p>また、事故原因技術調査委員会報告書(H19 年 6 月)では、「旧河道部と一般部の境界付近」**6を亀裂要因の 1 つとしており、このような箇所も優先順位付けを評価する項目の 1 つである。</p>
	地盤の凍結	<p>事故原因技術調査委員会報告書(H19 年 6 月)では、車両荷重による土圧変動が凍結した地盤を介して埋設したガス導管に与えた影響を亀裂要因の 1 つとしており、「地盤の凍結」**7も優先順位付けを評価する項目の 1 つである。</p>
③ 上記①及び②が作用した結果を反映する経験則	故障履歴	過去の亀裂・折損の発生履歴は、ねずみ鋳鉄管及びその埋設環境の状態を直接表わす評価項目である。

< 「危害の重大さ」を評価できる項目（例） >

項目	内容
市街化度	市街地になるほど、故障時の被害規模は大きいと想定される。お客さま数やメータ取付け数などを用いて市街化度を評価することが望ましい。
圧力	圧力が高いほど、故障時のガス漏えい量が多く、被害規模は大きいと想定される。
COの有無	供給ガスに一酸化炭素を含有している場合、中毒になる可能性がある。
地盤の凍結	事故原因技術調査委員会報告書(H19年6月)では、土中に漏れた大量のガスが地盤の凍結によって大気放散されることがなかったとしており、「地盤の凍結」も優先順位付けを評価する項目の1つである。

【参 考】

＊ ＊ 1 ねずみ鋳鉄管強度は埋設年（造管法）により異なる。昭和 30 年以前は、鋳造方法が立吹鋳造であり、普通鋳鉄管と高級鋳鉄管がある。昭和 31 年以降では鋳造方法は遠心鋳造であり、高級鋳鉄がある。

普通鋳鉄よりも高級鋳鉄の方が、また立吹鋳造より遠心鋳造の方がねずみ鋳鉄管の強度は高い。

なお、埋設年による評価点の例は、ガイドライン（S60 年本編）も参考にできる。

＊ ＊ 2 ねずみ鋳鉄管強度は断面係数（断面二次モーメントを口径の 1/2 で除した値）により異なる。一般に、口径が大きいほど断面係数は大きくなり、100A、150A、200A では、それぞれ約 91(cm²)、213(cm²)、400(cm²)となり、口径により、明らかな差があることが確認できる。

なお、口径による評価点の例は、ガイドライン（S60 年本編）も参考にできる。

＊ ＊ 3 一般的に交通量の多い車道のほうが、歩道・歩道区分なしの道路の場合より亀裂・折損の可能性が高い。歩車道別の評価点の例は、ガイドライン（S60 年本編）も参考にすることができる。

＊ ＊ 4 「主要道路の交通量の多い位置」として、幹線道路のように車両の往来が多く交通が頻繁な主要道路の交差点内やその車道の横断部が考えられる。

＊ ＊ 5 地盤安定度の劣る埋立造成地等の地盤の不等沈下の可能性のある場所は、亀裂・折損の可能性が高い。地盤安定度（埋立造成地等）の評価点の例は、ガイドライン（S60 年本編）も参考にすることができる。

＊ ＊ 6 「旧河道部と一般部の境界付近」は、2 万 5 千分の 1 地形図（国土地理院発行、旧版地図も謄本（コピー）が入手可能）、土地利用図（国土地理院発行、2 万 5 千分の 1 地形図をベースに作成）、土地条件図（国土地理院発行）、治水・地形分類図（国土地理院発行）、土地分類図（国土調査法に基づき都道府県が整備、都道府

県単位の復刻版が(財)日本地図センターより発行されている、地形分類図・土壌図・表層地質図・傾斜区分図が含まれる)、地方自治体の作成する古い都市計画図、過去の航空写真(米軍撮影など)、地質調査業協会等の作成した地図等を収集することにより判別する。

※※7 「地盤の凍結」については「凍土の発生する地域」と考えられる。凍土は外気
の平均気温が0℃以下となる日の積算値(凍結指数)が0を超える場合に発生し、
凍土周辺の構造物は土壌の凍結・融解の過程で発生する影響(凍結時の体積膨張や
融解時の支持力不足等)を軽減・排除する対策を取っていることから、以下の事項
のいずれかがガス管周辺で実施されている場合は凍土の発生が懸念されると考
えることとする。

- ①水道管の埋設深さが凍土の影響を考慮して通常より深く埋設されている場合
- ②ガス管を埋設している道路の舗装設計において、凍土の影響を考慮して路盤等の置き換えを実施している又は実施が予定されている場合
- ③ガス管を埋設している道路の沿線の多くの建物の基礎設計において、凍土の影響を考慮して基礎深さを凍土深さよりも深く設定している場合

5.4.2 白管・黒管・アスファルトジュート巻管の対策の考え方

白管・黒管・アスファルトジュート巻管の対策は、埋設年、塗覆装種別など「故障の発生確率」を評価できる項目と、圧力、市街化度など「危害の重大さ」を評価できる項目を考慮して、対策計画を策定する*¹ことが有効である。

【解説】

* 1 (1) 白管・黒管・アスファルトジュート巻管の対策の評価項目の例は以下の通りであり、多くの評価項目がある。各事業者は白管・黒管・アスファルトジュート巻管の対策にとって効果的な評価項目を自主的に選定し、それらの組み合わせにより対策計画を策定する。

＜「故障（腐食）の発生確率」を評価できる項目（例）＞

項目	内容
埋設年	埋設年の古いものほど故障発生率が高い傾向にある。
塗覆装種別	プラスチック（ポリエチレン、塩化ビニル等）、アスファルトジュート、亜鉛メッキ、なし等で区分し、評価する。
埋設環境	管対地電位** ¹ 、土壌比抵抗** ² などの情報を参考にする。また、故障履歴、管体調査結果等から、埋設環境をマクロに地域としてとらえ、行政区・導管図等の単位で区分する方法も有効である。
管体調査結果	腐食状況を推定する方法としては、管体調査結果があればそれを参考にすることが有効である。
故障履歴	過去の故障（腐食）の発生履歴は、導管及びその埋設環境の状態を直接表わす評価項目である。

＜「危害の重大さ」を評価できる項目（例）＞

項目	内容
市街化度	市街地になるほど、故障時の被害規模は大きいと想定される。お客さま数やメータ取付け数などを用いて市街化度を評価することが望ましい。
圧力	圧力が高いほど、故障時のガス漏えい量が多く、被害規模は大きいと想定される。

(2) 電気防食等の対策の実施されていない中圧の白管・黒管・アスファルトジュート巻管は、腐食漏えい等が発生した場合、圧力が高いため、危害につながる可能性及びリスクが高いと考えられる。

- (3) 低圧の白管・黒管・アスファルトジュート巻管の故障形態は、徐々に進行する漸進的な微少漏れであり、かつ漏えい検査等の日常の維持管理等によってリスク低減をはかっている。したがって、相対的に低圧のねずみ鋳鉄管に比べて危害につながる可能性及びリスクは低く、特異な設置環境を除き、経年本支管全体での対策の優先順位付けは低くなると考えられるため、リスクを監視しつつ必要に応じて対策を行う等の維持管理を行われている場合は、維持管理導管として位置付けられる。

【参 考】

- ** 1 土壤に設置した照合電極（飽和硫酸銅電極等）に対する埋設管の電位を管対地電位といい、防食効果の確認等のための測定項目の1つである。埋設管の電気防食の効果がある管対地電位（飽和硫酸銅電極基準）は $-850[\text{mV}]$ より卑（小さい）な電位が目安となる。
- ** 2 電流の通りにくい土壤は相対的に腐食しにくい環境であり、土壤比抵抗は土壤の腐食性を判断する1つの目安となる。土壤比抵抗が $10,000[\Omega \cdot \text{cm}]$ 以上の土壤は腐食性が極めて小さく、一方、土壤比抵抗が $1,000[\Omega \cdot \text{cm}]$ 以下では低くなるほど、土壤は腐食性が大きいとされている。

5.5 経年本支管対策の実施

- (1) リスク分析・評価に基づいた優先順位付けによって絞り込まれた要対策導管に対しては、対策計画に基づき対策を実施する。^{*1}
- (2) 維持管理導管に対しては、リスクの状況を監視しながら、日常の維持管理を実施しつつ、必要に応じ、適切な対策を実施する。^{*2}

【解説】

- *1 (1) リスク分析・評価に基づいた優先順位付けによって、要対策導管を絞込む。絞り込まれた要対策導管は、長期的な対策方針に基づく単年度計画等を立案して計画的に対策を実施する。
 - (2) 経年本支管の対策としては、取替え、撤去、及びガス工作物技術基準上の解釈例第113条第6項に規定する措置等がある。ガス工作物技術基準上の解釈例第113条第6項に規定する措置とは、ガス工作物の技術上の基準を定める省令第47条に規定する「腐食を防止するための適切な措置」（例えば、テープ巻き等の塗覆装や電気防食等）及び更生修理があげられる。
- *2 維持管理導管は、維持管理をしつつリスクの状況を監視していくものである。この場合の維持管理とは、漏えい検査（法定・自主）や万一の漏えいの際の緊急対応等の日常の維持管理を実施しつつ、故障の発生状況、業務機会における管体状況、大規模他工事の有無等の設置環境、市街化度等の変化に伴うリスクの状況を監視するとともに、リスクの状況の変化によっては必要によりそれらの監視の頻度を高めたり、対策を行う等の対応を行っていく必要がある。

5.6 経年本支管対策の評価

- (1) 経年本支管対策を評価する目的は、対策計画の是正及び改善の必要性を検討することと、対策全体の有効性を検証することにある。
- (2) 対策計画の是正及び改善の必要性を検討するためには、対策計画の策定状況や優先順位に基づく対策の実施状況の監視を行い、その進捗を評価することが有効である。^{*1}
- (3) 経年本支管対策全体の有効性を検証するためには、経年本支管のリスクの程度を評価することが有効である。^{*2}

【解説】

- *1 経年本支管のリスクを効果的に低減または軽減するための対策を実施するためには、長期的な対策方針に基づく単年度計画等の対策計画の立案状況や、対策計画の実施に関する進捗状況を監視し評価する。
- *2 経年本支管のリスクがどの程度であるのかを評価することにより、経年本支管対策の有効性が評価できる。
例えば、要対策導管の未対策延長等の推移や、優先順位付けに基づいた対策計画通りに対策が進捗しているかを評価することにより、経年本支管のリスクを効果的に低減できる対策であったかの確認ができる。

5.7 経年本支管対策の是正

- (1) 経年本支管対策の実施状況の監視及び進捗の評価、及び有効性の検証の結果に基づいて、対策の是正及び改善を継続的に実行することが有効である。^{*1}
- (2) 経年本支管対策の是正及び改善の際には、組織の責任者の参画による検討を行い、是正及び改善の実施状況を点検することが有効である。^{*2}

【解説】

- *1 経年本支管のリスクを効果的に低減または軽減していくためには、対策が計画通りに実施されているか確認するとともに、対策の有効性の評価結果に基づき、対策を継続的に是正・改善する。この経年本支管対策の是正・改善のプロセスを経ることにより、経年本支管対策のPDCAサイクルが循環し、リスクマネジメント手法の考え方に合致した継続的な改善が実施される。
- *2 経年本支管対策の策定や是正・見直しのプロセスにおいて、例えば、組織の責任者が参画し、その是正・見直しの実施状況を点検することにより、対策を組織的に継続的に実施していくことが可能となる。