

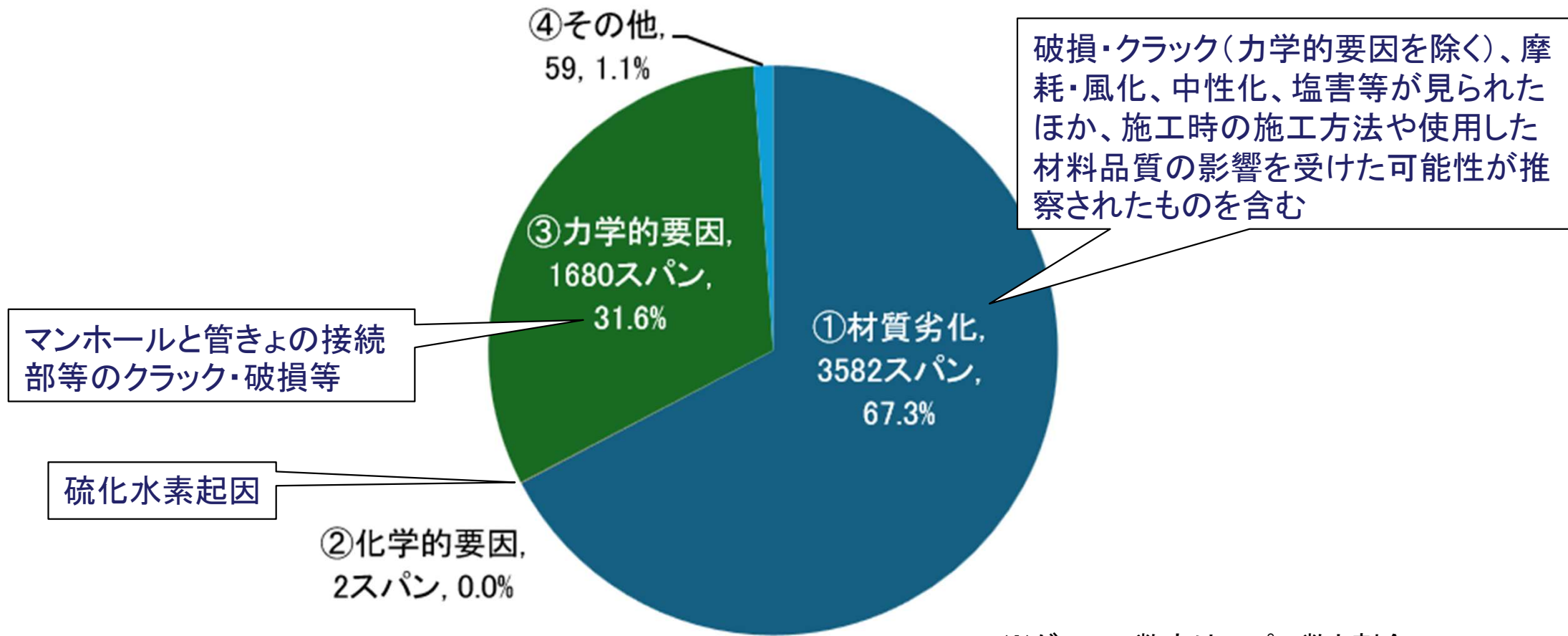
下水道管路の全国特別重点調査の分析について

上下水道研究部下水道研究室



優先実施箇所以外における主な劣化の要因

- 優先実施箇所以外で緊急度 I が確認された約5,800スパンを対象に自治体への聞き取り等を元に劣化要因を整理。
- 優先実施箇所以外の緊急度 I (2月末時点約147km)の要因については、「材質劣化」と「力学的要因」が約99%を占め、化学的・力学的・地盤的という3つの弱点以外にさらに考慮すべき特定の弱部要因は見られないように考えられる。



※グラフの数字はスパン数と割合
※無回答、原因不明等除く

【参考】コンクリート劣化メカニズムと硫酸によるコンクリート腐食



(再掲)第2回管路マネジメントのための技術基準等検討会資料2-2より

- 下水道施設内では、硫酸以外の様々な要因がコンクリート構造物を劣化させる可能性がある。
- 下水道施設特有なコンクリート構造物の劣化は**化学的侵食に位置付けられる「硫酸による腐食」**であり、**最も対象範囲が広く腐食速度も大きい**ため、早急で適切な対応が求められる。

出典：下水道管路施設腐食対策の手引き(案)平成14年5月 (社)日本下水道協会

コンクリート劣化メカニズムと要因・現象・指標の関連

劣化機構	劣化要因	劣化現象	劣化指標
中性化	二酸化炭素	二酸化炭素がセメント水和物と炭酸化反応を起こし、細孔溶液中のpHを低下させることで、鋼材の腐食が促進され、コンクリートのひび割れや剥離、鋼材の断面減少を引き起こす劣化現象。	中性化深さ 鉄筋腐食量
塩害	塩化物イオン	コンクリート中の鋼材の腐食が塩化物イオンにより促進され、コンクリートのひび割れや剥離、鋼材の断面減少を引き起こす劣化現象。	塩化物イオン濃度 鉄筋腐食量
凍害	凍結融解作用	コンクリート中の水分が凍結と融解を繰り返すことによって、コンクリート表面からスケーリング、微細ひび割れ及びポップアウトなどの形で劣化する現象。	凍害深さ 鋼材腐食量
化学的侵食	酸性物質 硫酸イオン	酸性物質や硫酸イオンとの接触によりコンクリート硬化体が分解したり、化合物生成時の膨張圧によってコンクリートが劣化する現象。	劣化因子の浸透深さ 中性化深さ 鋼材腐食量
アルカリ骨材反応	反応性骨材	骨材中に含まれる反応性シリカ鉱物や炭酸塩岩を有する骨材がコンクリート中のアルカリ性水溶液と反応して、コンクリート中に異常膨張やひび割れを発生させる劣化。	膨張量 (ひび割れ)

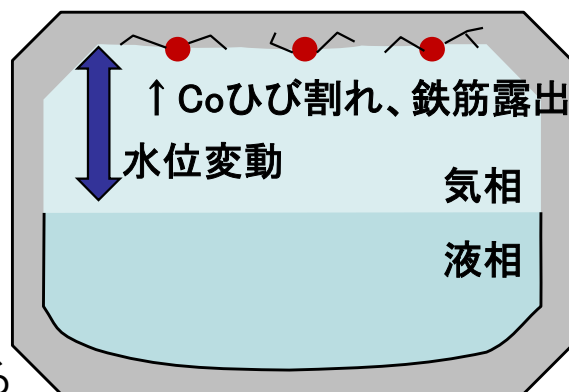
出典：下水道管路施設腐食対策の手引き(案)平成14年5月 (社)日本下水道協会

発生メカニズム

- 塩化物イオンの浸透はコンクリートを直接劣化させるものではないが、浸透により鉄筋を腐食・膨張させることでコンクリートが劣化する。下水道管内部における塩害は、主に潮位の変動や塩化物を含む地下水の流入等により発生するものと考えられる。

① Cl^- の供給

下水中の塩化物イオン濃度の上昇
(地下水浸入・海水浸入等)



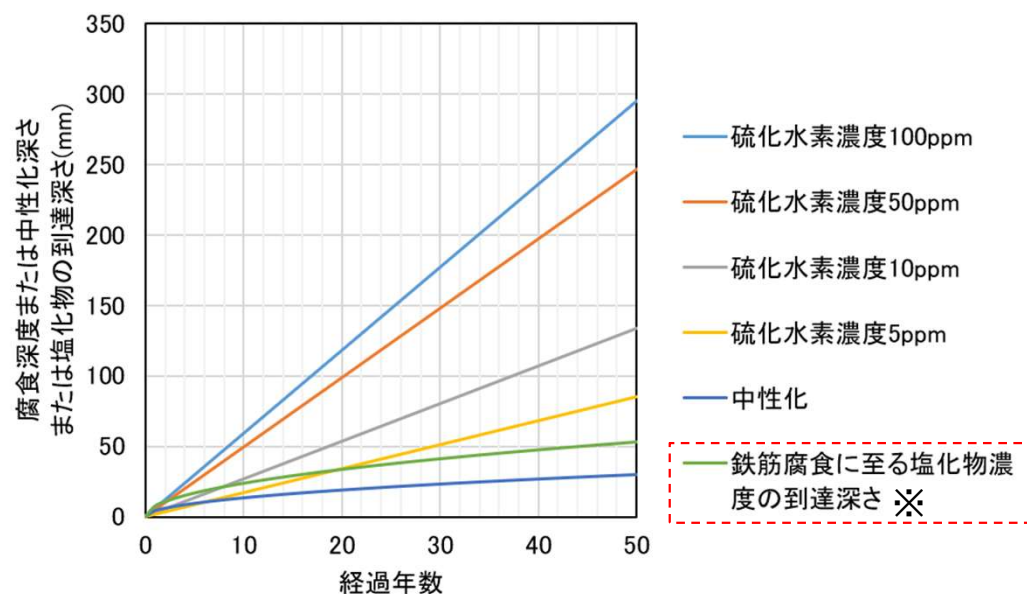
② Cl^- の浸透・濃縮

水位変動により管壁が濡れる
→ 潮位が下がり乾燥することで濃縮

③ 鉄筋腐食・構造破壊

Cl^- が鉄筋に到達。不動態皮膜破壊、鉄筋が腐食・膨張し、Coがひび割れ・剥落

※鉄筋腐食は主に水位の変動を受ける天端・気相部側壁上部で進行



※土木学会編：2022年制定コンクリート標準示方書[設計編]
を元に国総研下水道研究室作成

対応の考え方: 塩害による劣化の進行速度は硫化水素起因の腐食より遅いため、化学的弱点箇所とは扱わない。なお、塩害については、海の近傍で海水が流入し塩化物イオンに曝される箇所など要因と場所を特定しやすいことから、点検診断時にはそうした環境・条件であることを認識した上で、前回点検時からの状態の変化を注視するようにする。

【参考】硫化水素以外の腐食の代表例

(再掲)第2回管路マネジメントのための技術基準等検討会資料2-2より

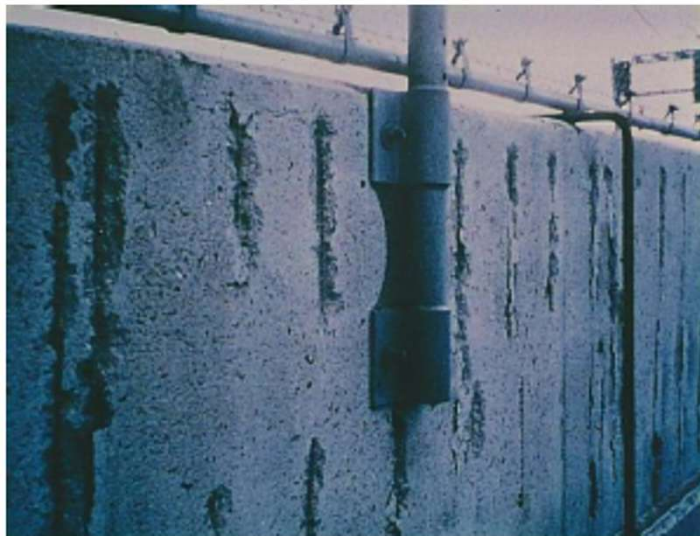


【塩害】

コンクリート中における塩化物イオンの存在により、コンクリート中の鋼材の腐食が進行し、腐食生成物の体積膨張によりコンクリートのひび割れや剥離・剥落、あるいは鋼材の断面現象が生じ、ひいては構造物の性能低下につながる現象。
塩化物イオンは、海水や凍結防止剤のように構造物の外部環境から供給される場合と、コンクリート製造時に材料から供給される場合がある。



引用: (一社)コンクリートメンテナンス協会



【中性化】

大気中の二酸化炭素がコンクリート内に侵入し、水酸化カルシウムなどのセメント水和物と炭酸化反応を起こすことにより、コンクリートの空隙中の水分のpHを低下させる現象。これにより内部の鋼材の腐食が進行することにより、ひび割れの発生、かぶりの剥落などが生じる。

引用: (一社)コンクリートメンテナンス協会

- 力学的弱点箇所(マンホールと管きよの接続箇所(継手部の可とう化等により耐震性能を有している箇所を除く))における破損等が優先実施箇所と同様、一定数確認。
 - 特に一定以上長さのスパンにおいては管口付近に比較的多く発生する傾向(構造上、外力が集中しやすいことも一因と考えられる)。
- 対応の考え方: 該当箇所については適切な頻度で点検を行うとともに、継手部の可とう化等の対策を推進する。

管口部周辺の破損a等の発生状況

破損a、 浸入水a	上流側		管口以外 (平均52m)	下流側	
	5m 以内	5m～ 10m		5m～ 10m	5m 以内
区間内の 発生件数	173件	74件	413件	110件	174件
mあたり 発生件数	34.6件	14.8件	7.9件	22.0件	34.8件

※全743スパン、平均延長72m

全国特別重点調査結果: 優先実施箇所以外、令和7年10月末時点

管口部周辺の破損



管径不明 布設年度 1970年



□2000×2500 布設年度 1984年

- 空洞が確認された96箇所のうち、小規模の空洞(0.5m³未満)が69箇所と最も多かった(図1)。
- 空洞箇所の深さについても、浅いものが68箇所と最も多かった(図2)。
- このうち土質条件が確認できた62箇所の空洞箇所については、全て開削工法によるものであり、砂質土の埋戻しが行われたものであった。(表1)

対応の考え方: 管路の破損等に起因して土砂を引き込んで空洞が拡大するリスクがあることから、砂質土による埋め戻し箇所において、直近の詳細点検(調査)で「浸入水・破損・クラック・継手ズレのいずれかにより健全度Ⅱ」と診断された箇所については、地盤的弱点箇所の対象として扱う。

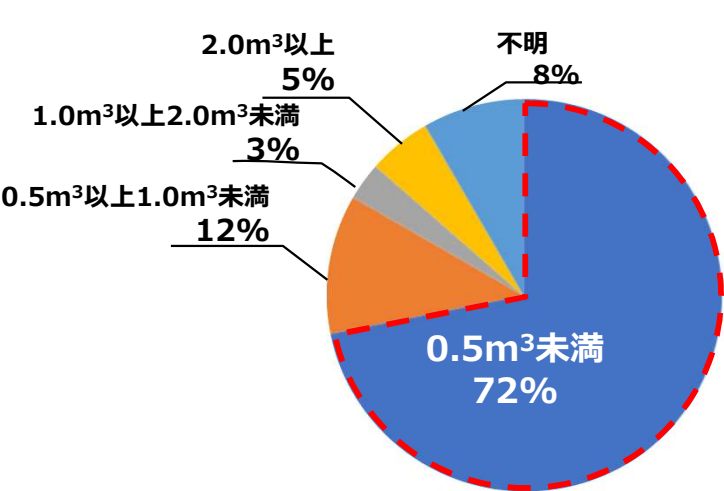


図1 空洞の大きさ

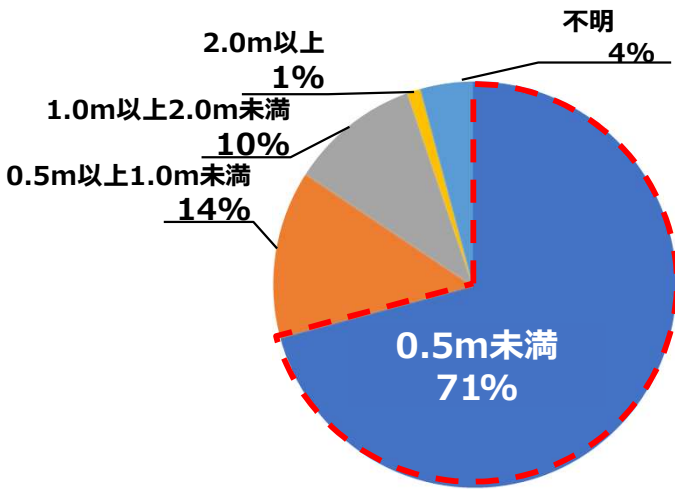


図2 空洞箇所の深さ

表1 空洞発生箇所の土質状況等についてと管内の異状の関係

全体 (土質等が確認できたもの)	工法		土質	
			砂質土	粘性土
62件	開削	62件	62件 (埋戻し土)	0件
	非開削	0件	0件	0件