

建設省都下管発第13号

平成10年12月 4日

都道府県下水道担当部長
政令指定都市下水道担当部長 殿

建設省都市局下水道部
下水道管理指導室長

下水道マンホールの安全性の向上について

標記については、既に必要な箇所について重点的な点検等の実施をお願いしたところであるが、建設省としても、豪雨時のマンホール対策のあり方を緊急に検討する必要があることから、有識者、地方公共団体等からなる「下水道マンホール緊急対策検討委員会」を設置し、検討を行ったところである。

今般、その検討の結果を別添のとおり「下水道マンホール緊急安全対策（案）」としてとりまとめたので送付する。

マンホールの緊急安全対策を実施する際には、上記対策を参考として活用されるようお願いする。

なお、各都道府県におかれては貴管内の市町村（指定都市を除く。）に対しても、この旨周知していただくようよろしくお願いする。

下水道マンホール緊急安全対策（案）

目 次

1. マンホール緊急安全対策の基本的考え方	1
2. マンホールふた浮上・飛散現象の発生要因	2
3. マンホールふた浮上・飛散防止緊急安全対策	8
4. マンホール緊急安全対策の検討手順	11
5. その他の留意事項	17
参考資料. マンホールの現状と安全対策の必要性	18
1. マンホール安全対策の必要性	18
2. マンホールふたの種類及び支持構造	19
3. マンホールふた設置の現状	24
4. マンホールふた浮上・飛散の水理	25

下水道マンホール緊急安全対策(案)

1. マンホール緊急安全対策の基本的考え方

計画を上まわる降雨によって下水道施設の流下能力以上の下水流入が生じた場合等に、マンホールふたが浮上したり飛散する現象が発生することがある。これを未然に防ぐとともに、マンホールのふたが浮上・飛散した場合においても、事故に繋がらないための対策を講じる必要がある。

マンホールふた浮上・飛散に対する緊急安全対策としては、その発生の危険度の高い地点を特定して、危険度の高いところから順次、可能な対策を講じることとする。

【解説】

計画を上まわる降雨によって下水道施設の流下能力以上の下水流入が生じた場合等に、マンホールふたが浮上・飛散する現象が発生する可能性がある。しかし、その発生の危険度は、雨水管きよや合流管きよでは降雨の強度により、污水管きよでは雨天時の不明水量や浸水時に開けられたマンホールふたからの流入量により異なる。また、設置位置や構造によってもその発生の危険度が異なる。加えて、この現象は危険度の高いところで発生し、その発生のエネルギーが発散すれば他の箇所での発生の可能性が減少するという性格を有している。したがって、緊急安全対策としては、発生の危険度の高い地点を特定し、その危険度の優先順位に応じて、可能な対策を講じていくことになる。

さらに、併せてマンホールふたが浮上・飛散した場合にも事故に繋がらないような対策を講じるとともに、日頃の広報活動等を必要に応じて行うことも重要である。

2. マンホールふた浮上・飛散現象の発生要因

マンホールふたの浮上・飛散は、マンホール内の水圧や空気圧が上昇した場合や、管路施設内に滞留した被圧空気の急浮上による下方からの圧力が、マンホールふたや側塊の耐圧力を上まわった時に発生する。このような現象は下水道施設への過剰な流入水量による管きよ内水位の上昇に直接起因するが、その要因としては下記の項目が考えられる。

- ① 管きよまたはポンプ場の相対的能力不足
- ② ポンプ場での急激なゲート閉操作
- ③ 空気が残存しやすい、または空気を連行する管きよ縦断形
- ④ 埋設深が深い管きよ
- ⑤ 大口径の管きよ
- ⑥ 伏越し、管きよの急曲部、合流部等の流下障害
- ⑦ 落差工
- ⑧ 施設の排気能力不足（マンホールや取付け管が少ない場合やマンホールふたの穴が小さい場合）
- ⑨ 凹地や急斜面から緩斜面への変化点
- ⑩ マンホールふた・側塊の耐圧力が小さい場合

【解説】

マンホールふたの浮上・飛散に至るまでに管路施設内で発生する現象、その現象を引き起こす状況、それらの要因の因果関係を以下に示す。

(1) 現象の因果関係

マンホールふたの浮上・飛散に至るまでの管路施設内の現象の因果関係は図1-1のとおりである。

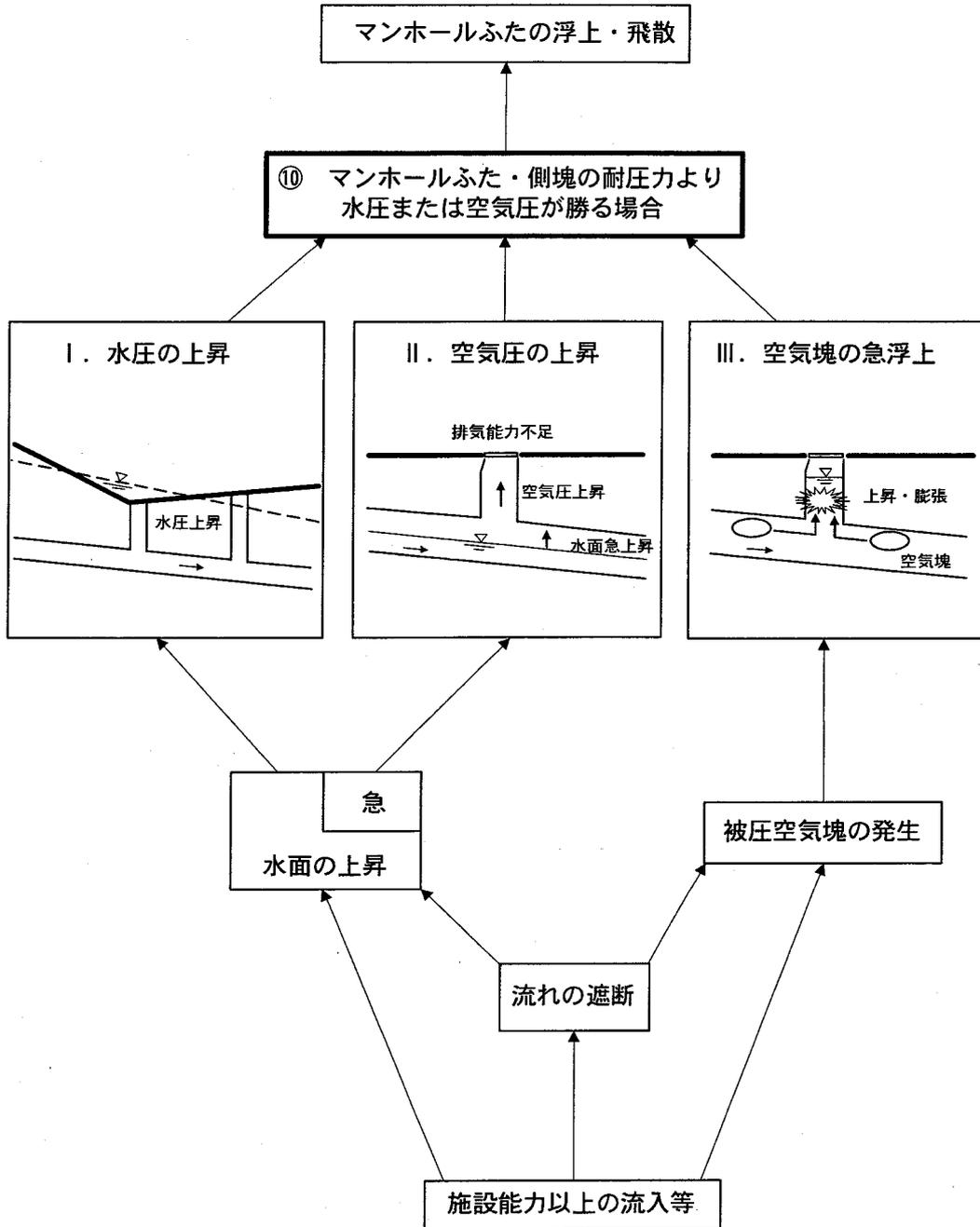


図1-1 マンホールふたの浮上・飛散に至る管路施設内の現象の因果関係

(2) 現象に至る状況とその要因

現象の因果関係(図1-1)において、水面の上昇に起因する現象ⅠとⅡは、その上昇速度に応じて連続して発生したり、あるいはいずれか一方の現象が発生したりする。一方、現象Ⅲは水位上昇に関係するものの、発生する現象の性格はⅠやⅡのものとは異なる。現象ⅠとⅡの状況と要因の関係を図1-2に、現象Ⅲのそれらを図1-3に示す。

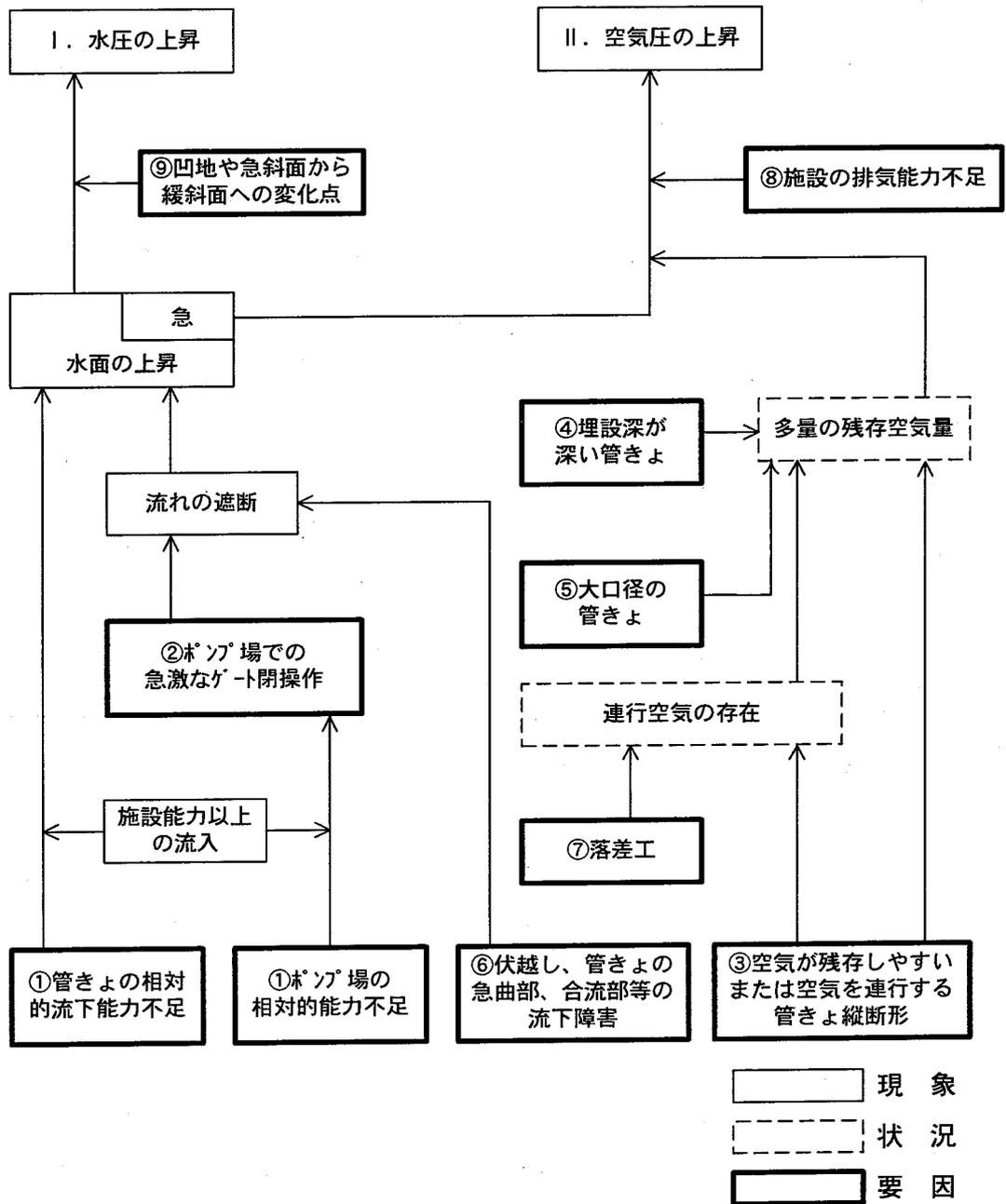


図1-2 マンホール内の水圧及び空気圧上昇に至る状況と要因の関係図

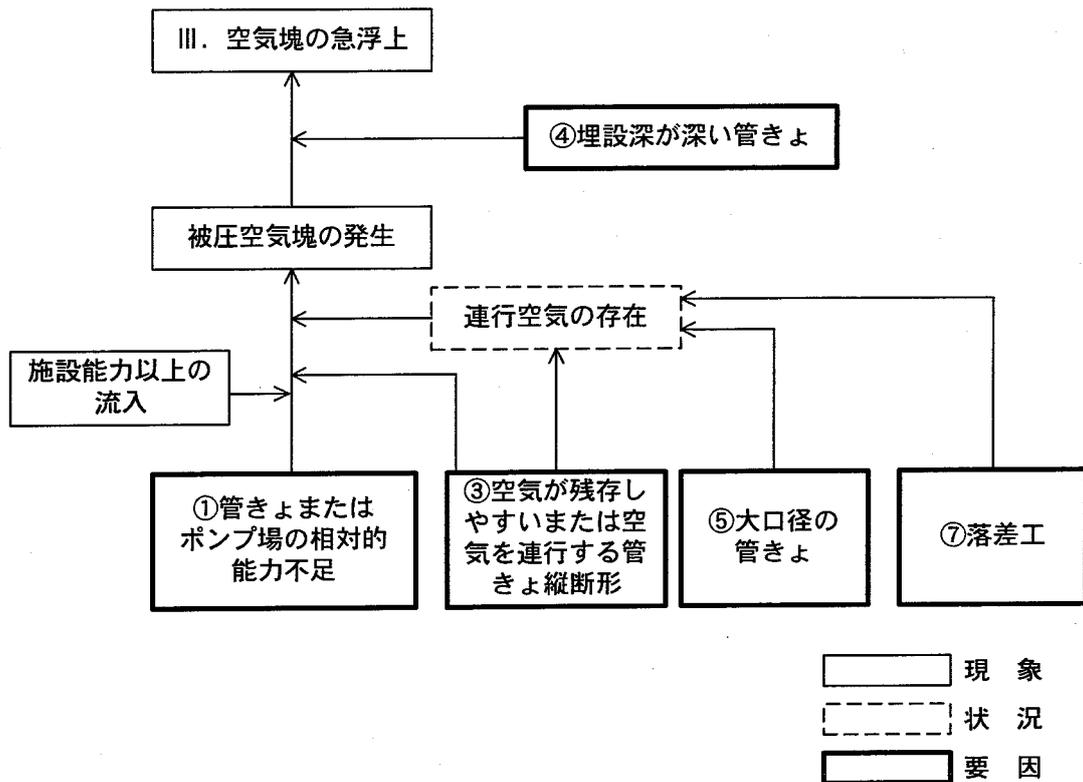


図1-3 マンホール内の空気塊の急浮上に至る状況と要因の関係図

したがって、マンホールふたが浮上・飛散する危険箇所は、図1-2及び図1-3に示した要因の存在箇所及びその周辺であると推定できる。これら危険箇所について、以下に説明する。

① 管きよまたはポンプ場の相対的能力不足

管きよの流下能力やポンプ場の揚水能力に余裕が少なければ、その排水系統における危険度は高い。雨水管路施設や合流管路施設では、豪雨の場合に、污水管路施設では浸入水が過剰となる場合等に管きよ内水位が上昇する。管きよの流下能力が低いとマンホールから溢水することになり、マンホールふたが浮上・飛散する危険度が高くなる。したがって、溢水の履歴がある位置はマンホールふたの浮上・飛散危険度の高いところと推定できる。

② ポンプ場での急激なゲート閉操作

ポンプ場への流入量が揚水能力を上まわった場合、流入ゲートを閉めてポンプ場の流入水を制御することがある。ゲートの操作を急激に行う場合や開度が小さい場合では、上流の管きよ内水位が急激に上昇するとともに、衝撃が伝播して管きよ内水位の急変をもたらす原因となる。

③ 空気が残存しやすい、または空気を連行する管きよ縦断形

管きよ内の水位が急激に上昇した場合に、管きよ内の空気が外部に排出されずに溜まる構造となっている位置や、急勾配から緩勾配になり流れが射流（開水路の流れで微小水面波の伝播速度より流速が速い流れ）から常流（開水路の流れで微小水面波の伝播速度より流速が遅い流れ）に遷移する構造となっている位置周辺では、空気を管

きょ内に連行することが考えられ危険度が高くなる。この場合、管きょ内に残存する空気量が多ければ多いほど危険度は高くなる。

④ 埋設深が深い管きょ

埋設深が深い管きょでは、マンホール深も深いことから管路施設内に残存している空気が多い。また、被圧空気塊が膨張しながら加速されてマンホール内を上昇し、吹き出す現象が発生しやすくなる。

⑤ 大口径管きょ

断面が大きい管きょでは、管路施設内に残存している空気量が多い。管きょ内の水位が急激に上昇し、かつ排気能力が低い場合には、空気圧が上昇する原因となる。

⑥ 伏越し、管きょの急曲部、合流部等の流下障害

伏越し、管きょの急曲部、合流部等の流れの損失が大きな構造物や貯留管等では、急激に流入量が増加した場合、ポンプ場のゲートを閉めた場合と同じ現象が起る可能性がある。また、大型ごみのつまりによる流下障害も考えられる。

⑦ 落差工

落差工では、水の落下に伴って空気を連行し管きょ内に空気が吸入されることになる。また、水の落下が内部残存空気の排出を阻害することもある。

⑧ 施設の排気能力不足

通常の管路施設では、取付け管（污水管路施設）やマンホールふたの穴から排気される。マンホールや取付け管が少ない管きょや、マンホールふたの穴が小さいかない場合などでは排気量が少なくなり、管きょ内の空気が排出されにくくなる。

⑨ 凹地や急斜面から緩斜面への変化点

地形上凹地や、急斜面から緩斜面への変化点では、管きょが満管となった後にさらに水位が上昇した場合に、動水位が地上に出て溢水することになる。このような場所は、マンホールふたが下方からの空気圧や水圧を最も受けやすい位置である。

⑩ マンホールのふた・側塊の耐圧力が小さい場合

マンホールのふた・側塊の耐圧力よりマンホール内の水圧、または空気圧が勝る場合、ふたが浮上・飛散する。

以上の要因とマンホールふたの浮上・飛散に至る現象（Ⅰ.水圧の上昇、Ⅱ.空気圧の上昇及びⅢ.空気塊の急浮上）との関係について、危険度の高くなる条件を整理したものが表1-1である。マンホールふたの浮上・飛散は複数の要因が作用し合って発生するが、危険度が高い状態が重なり合う地点、及びその上流部の周辺で発生危険度が高くなるものと考えられる。

表1-1 現象と要因の関連と危険度の高くなる状態

要因 \ 現象	I. 水圧の上昇	II. 空気圧の上昇	III. 空気塊の急浮上
①管きよの相対的流下能力	小	小	小
①ポンプ場の相対的揚水能力	小	小	小
②ポンプ場でのゲート閉操作	速い	速い	—
③管きよ縦断形	—	残存空気量が多い	残存空気量が多い
④管きよの埋設深	—	深い	深い
⑤管きよの口径	—	大	大
⑥管きよの急曲部、合流部等の流下障害	有	有	—
⑦落差工	—	落差が大きい	落差が大きい
⑧施設の排気能力	—	小	—
⑨凹地や急斜面から緩斜面への変化点	有	有	—
⑩マンホールふた、側塊の耐圧力	小	小	小

3. マンホールふた浮上・飛散防止緊急安全対策

マンホールふた浮上・飛散対策は、「2. マンホールふた浮上・飛散現象の要因」で挙げた要因を取り除くか、その状態を緩和することにある。ここでは、現実的な緊急安全対策として下記のことを挙げる。

- (1) ポンプ場の運転操作(ポンプ運転、ゲート閉操作)の改善
- (2) 管路施設からの排気量の向上
- (3) マンホールのふた・側塊の耐圧力の向上
- (4) 大型ごみの流入防止

また、マンホールふたの浮上・飛散が生じた場合においても事故に繋がらないために、必要に応じてロック付転落防止用梯子をマンホールに設置する対策を講じることとする。

【解説】

マンホールふた浮上・飛散対策としては、ポンプ排水量や管きよ流下能力の向上、縦断形や線形の改良等の抜本的な改善策も中長期的には検討の対象とすべきであるが、緊急に取り得る現実的な対策としては、下記の項目が挙げられる。

(1) ポンプ場の運転操作(ポンプ運転、ゲート閉操作)の改善

ポンプの効率的な運転により排水能力を向上させるとともに、可能な範囲でゲート閉操作基準を修正する。具体的には下記の対策が挙げられる。

- ① ポンプの起動、停止設定水位の改善
- ② ゲートの緊急閉水位及び開度の見直し

緊急閉を作動させる水位を再検討するとともに、ゲート作動速度を減少させ、緊急閉の開度を見直して従来より大きめの開度とする。

- ③ 先行待機型ポンプの導入による低水位運転
- ④ 降雨予測運転の導入

(2) 管路施設からの排気量の向上

管路施設からの排気量の向上策としては、マンホールふたの取替え及び排気口の設置がある。

① マンホールふたの取替え

- ・ 圧力開放型浮上防止用鉄ふた (図1-4、マンホール内の圧力が高まった場合はふたが一定の高さまで浮上して圧力が減じれば元に戻るもの)
- ・ 格子ふた (中ふた付き) (図1-5、空気弁を内蔵したグレーチング構造のふた)
- ・ 格子ふた (グレーチング式)

なお、格子ふたへの取替えについては、盲人用の杖やハイヒール、土砂等の流入などの問題があり、設置場所の選定に当たっては、これらの点に注意する。

- ② 排気口の設置 (図1-6、必要な排気量がマンホールふたのみでは確保できない場合や、被圧空気塊による吹き出しが想定される箇所において、開口部から空気や水が噴出しても安全な位置に設置)

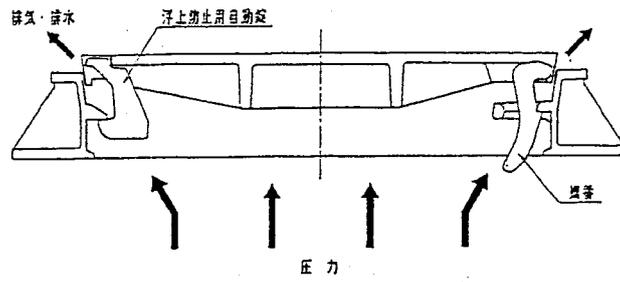


図1-4 圧力開放型浮上防止用鉄ふた

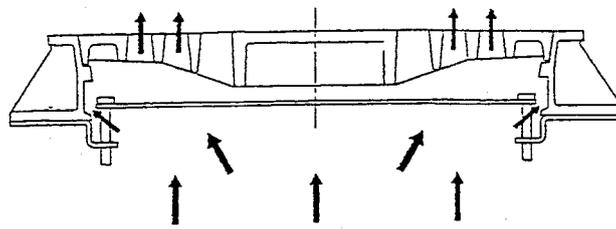


図1-5 格子ふた（中ふた付き）

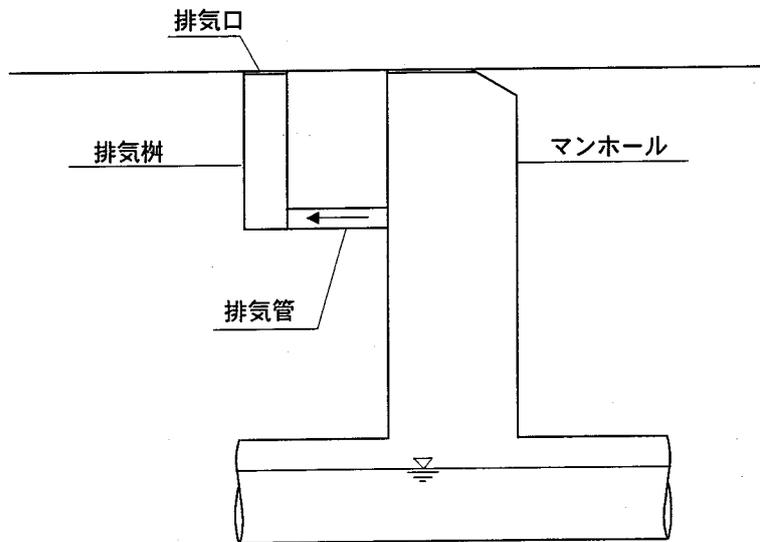


図1-6 排気口の設置

(3) マンホールのふた・側塊の耐圧力の向上

マンホールふたを圧力開放型浮上防止用鉄ふたまたは耐圧型ふた（図1-7）とする。この場合、マンホールふたと側塊の間は緊結構造とする。ただし、耐圧型ふたについては排水設備への影響等も考慮して、必要に応じて排気口を設置する。

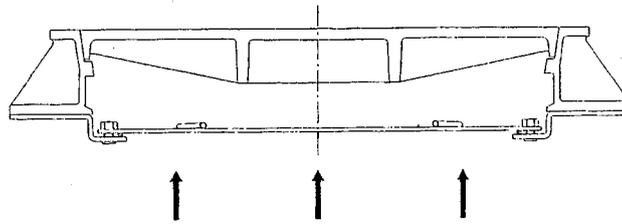


図1-7 耐圧型ふた

(4) 大型ごみの流入防止

開きよ部分からの流入があるところでは、スクリーンなどを設置して大型ごみの流入を防止する。

また、マンホールふたの浮上・飛散が生じた場合においても転落事故が発生しないように、必要に応じてロック付転落防止用梯子（図1-8）をマンホールに設置する対策を講じることが望ましい。

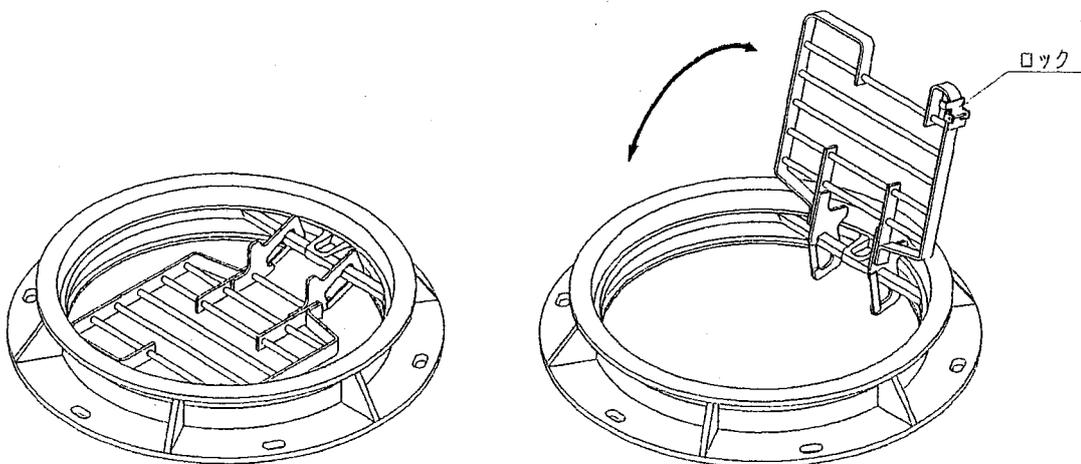


図1-8 ロック付転落防止用梯子

4. マンホール緊急安全対策の検討手順

以下の手順により緊急安全対策を作成し、順次実施することとする。

- (1) 危険箇所の推定及び対策優先順位の設定
- (2) 緊急安全対策の選定

【解説】

(1) 危険箇所の推定及び対策優先順位の設定

すべての下水道管きよに関して、溢水の履歴があり、かつ流下能力に関する改善をまだ実施していない箇所は、マンホールふたの浮上・飛散の危険度が最も高いと考えられるため、対策の最優先箇所とする。その他の危険箇所の推定と緊急安全対策優先順位の設定は、管きよの種別ごとに行う。

また、その実施に際しては歩道部や横断歩道といった通行者がある箇所、人口密集地区など社会的状況等から重要な箇所を優先するものとする。

① 合流管路施設及び雨水管路施設（図1-9）

管きよの流下能力及びポンプ場の揚水能力の現況計画流量に対する割合を算出する。その割合の小さい地区が相対的に危険度が高いことから、危険度が高い地区から順次、表1-2の項目についてチェックを行い危険箇所の推定と優先順位の設定を行う。表1-2において、各項目で危険度が一番高い事項または、数値以上に該当する地点周辺について各項目のレベルを記載し、危険度の高い項目の数が多い地点ほど緊急安全対策の優先度が高いものとする。

また、ゲート閉操作を行うポンプ場では、ポンプ場流入部より上流のマンホールでポンプ場に近いものほど危険度が高いものとする。

② 汚水管路施設（図1-10）

汚水管路施設におけるマンホールふた浮上・飛散現象は、ほとんどが雨天時の不明水及び浸水時に開けられたマンホールのふたからの流入量の増加に伴い発生する。

したがって、まず、処理区別、処理分区別、地区別または路線系統別に雨天時浸入水率を把握することとするが、算定する地域はできる限り小さくとることが望ましい。なお、雨天時浸入水率は、過去最大浸入水量の計画汚水量に対する割合として算定する。雨天時浸入水率が高い地域では一般に下記の地点の順に危険度が高い。

1. 地形的に急斜面から緩斜面への変化点
2. 断面の縮小部(下流管きよの勾配が急になり流量計算上は能力がある場合も含む) とその上流マンホール
3. 管きよの急曲部(合流地点を含む) から上流マンホール
4. 伏越し部とその上流マンホール
5. 地形が凹地となっている部分

また、ゲート閉操作を行うポンプ場で浸入水量の割合が多い地域では、ポンプ場流入部より上流のマンホールでポンプ場に近いものほど危険度が高いものとする。

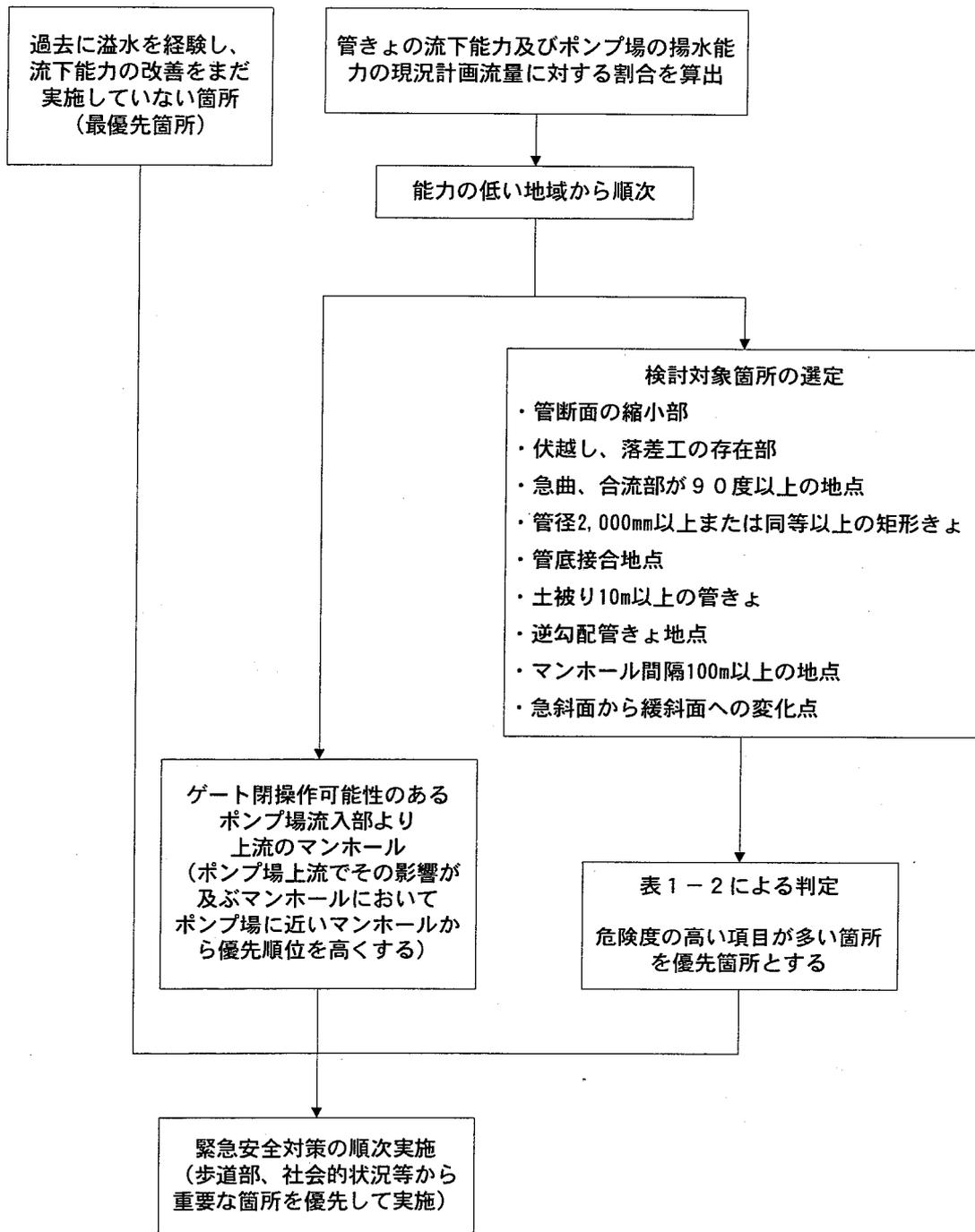


図1-9 合流管路施設及び雨水管路施設の緊急安全対策優先箇所検討手順

表1-2(1) 危険地点、優先度判定表(最重要項目)

危険度		低い _____ → 高い		備考
構造物	管断面の縮小	90%	80%	下流/上流
	伏越し		有り	
	急曲	90度	90度以上	
	合流(雨水吐き室を含む)	90度	90度以上	
	落差工		有り	
マンホール	マンホール間隔	50m	100m	
	ふたの空気抜き	800cm ²	100cm ² 10cm ²	
地形	凹地部	凹地部		
	急斜面から緩斜面への変化点	変化点		
能力	管きよ流下能力	100%	50%	計画流量比
	ポンプ場揚水能力	100%	50%	

表1-2(2) 危険地点、優先度判定表(重要項目)

危険度		低い _____ → 高い		備考
管きよ形状	管径	Φ 1,000mm	Φ 2,000mm	矩形の場合は断面積相当
	管きよの接合	管頂	水面 中間 管底	
	土被り	2m	5m 10m	
	縦断形	逆勾配		

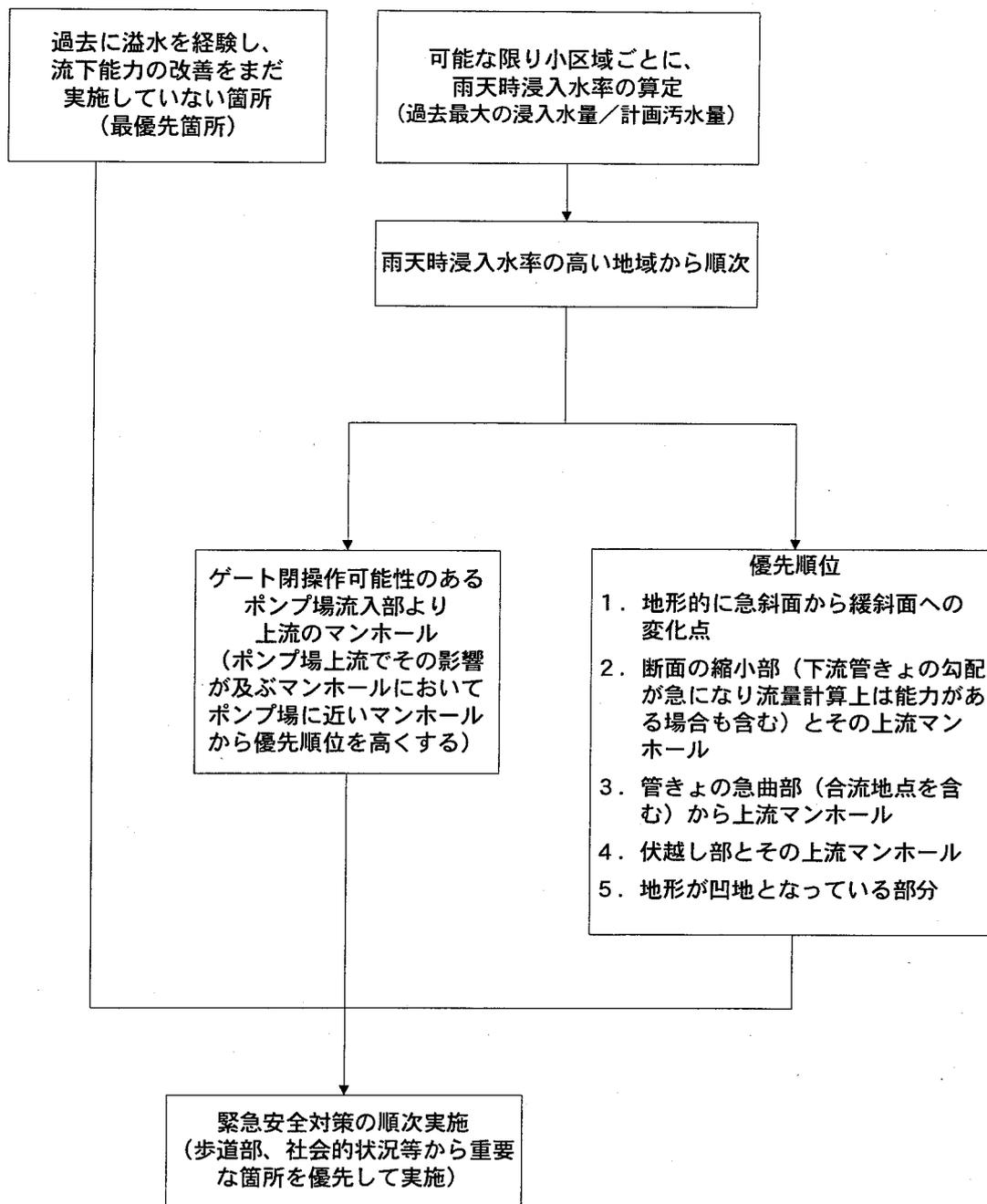


図 1 - 10 汚水管路施設の緊急安全対策優先箇所検討手順

(2) 緊急安全対策の選定

緊急安全対策としては、「3. マンホールふた浮上・飛散防止緊急安全対策」に挙げた項目を検討することとし、当該マンホールの状況等に応じて適当な対策を実施する。

- ① ポンプ場の運転操作(ポンプ運転、ゲート閉操作)の改善
- ② 管路施設からの排気量の向上

マンホールふたの取替え及び排気口の設置を行うものである。

i) マンホールふたの取替え

合流管路施設及び汚水管路施設については、マンホールふたからの臭気漏れを考慮して、常時マンホール内からの排気がない構造とし、雨水管路施設に関しては、できる限り開口部の大きいマンホールふたとする。

a. 合流管路施設及び汚水管路施設

合流管路施設及び汚水管路施設のマンホールは、圧力開放型浮上防止用鉄ふたまたは格子ふた(中ふた付き)とする。

b. 雨水管路施設

雨水管路施設のマンホールは、圧力開放型浮上防止用鉄ふたまたは格子ふた(グレーチング式)とする。

なお、マンホールふたの取替えに当たっては、空気および水による揚圧対策のために次の点に留意することとする。(図1-11)

- ・側塊(斜壁)にナットを埋め込むかまたはナットを埋め込んだ調整リングを側塊と接着接合し、これとマンホール受枠とをボルトで緊結すること
- ・マンホール受枠と側塊との調整部分にマンホール内部の水が浸入しないように、隙間を完全になくすこと

ii) 排気口の設置

必要な排気量がマンホールふたのみでは確保できない場合や、被圧空気塊による吹き出しが想定される箇所において、開口部から空気や水が噴出しても安全な位置に排気口を設置することとする。

- ③ マンホールふた・側塊の耐圧力の向上

マンホールふたを圧力開放型浮上防止用鉄ふたまたは耐圧型ふたとする。マンホールふたと側塊の間は緊結構造とする。ただし、耐圧型ふたを用いる場合は必要に応じて排気口を設置する。

- ④ 大型ごみの流入防止

開きよ部分からの流入があるところでは、スクリーンなどを設置して大型ごみの流入を防止する。

- ⑤ 転落事故防止対策

マンホールふた浮上・飛散が生じた場合においても転落事故が発生しないように、必要に応じてマンホールにロック付転落防止用梯子を設置する。

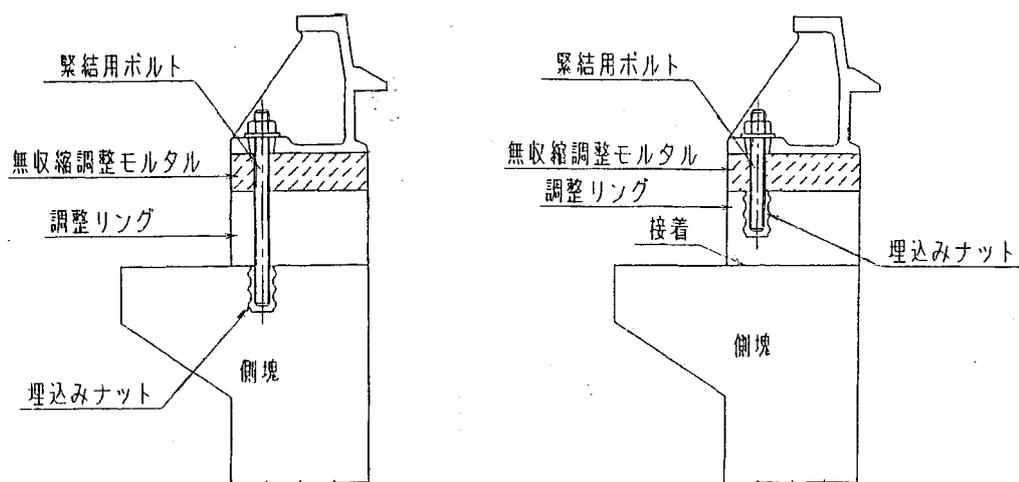


図1-11 マンホールふた取替えの留意点

5. その他の留意事項

マンホールふたの浮上・飛散現象が事故に繋がらないために、必要に応じて日頃から以下の事項に留意する。

- (1) 豪雨時や浸水時には下水道のマンホールふたが浮上・飛散する可能性があることを、広報等で住民に周知する。
- (2) 豪雨時や浸水時には速やかに現場での対応が取れる体制を整える。

【解説】

その他の留意事項としては、豪雨時や浸水時には下水道のマンホールふたが浮上・飛散する危険性があることを、日頃から広報などで住民に周知するとともに、豪雨時には十分注意して通行することを住民等に注意喚起する等の対策を必要に応じ行うこととする。

また、豪雨時や浸水時に速やかに現場で対応できるように、レーダ雨量計の活用を検討するとともに、豪雨位置と危険個所の関連を整理し、的確に出動できる体制の整備を行いポンプ場等との連絡体制も整えておくものとする。さらに、このような対応等についてマニュアル等を整備し、迅速な対応が図れるよう措置することが望ましい。

参考資料. マンホールの現状と安全対策の必要性

1. マンホール安全対策の必要性

下水道は、身近な生活環境の改善、浸水の防除、公共用水域の水質保全等の役割を担う重要な基盤施設である。しかし、整備された下水道は、マンホールや処理場を除き、管きよの大部分が地下に埋設されていることから、その存在が人々に意識されることは少ない。

マンホールは、管きよの接合や維持管理のために不可欠なものであるが、降雨に伴う計画を超える雨水の管きよへの流入等に伴い、そのふたがはずれることが顕在化しており、安全上の対策を考えることが必要である。

【解説】

マンホール（人孔、manhole）は、下水道管きよの清掃や点検、採水などを目的として設けられるもので、一般に管きよが合流する箇所、勾配や管径が変化する箇所及び維持管理上必要な箇所に設けられる。

下水道管きよ、特に汚水管きよや合流管きよは、暗きよ構造が原則であり、マンホールは「路上の紋章」として数多く設置されている。

このマンホールに関して、下水道計画対象とする以上の、或いは現在埋設されている管きよの流下能力に対応する以上の集中的な豪雨が降った場合に、水圧及び空気圧によってふたが外れ、飛散する現象が生じることが顕在化しており、いくつかの都市において事例が報告されている。

マンホールふたが外れた場合、特に路面が冠水状態にある場合は、マンホール位置の確認ができないことから安全上の問題が大きいことから、緊急的に対策を講じることの必要性は大きなものがある。

2. マンホールふたの種類及び支持構造

マンホールふたの種類は、その設置場所によりT-25、T-14の2種類に分けられる。また、支持構造としては平受方式と勾配受方式があり、最近では、がたつき防止のために勾配受方式として設置する例が多い。

【解説】

マンホールふたは、下水道管きよの点検、清掃及び維持管理のために重要施設であるとともに、道路施設の一部でもある。このため、マンホールふたは車両などによる荷重を繰り返し受け、交通量の増大、大型化等による過酷な設置環境の中で、強度、摩耗性、耐久性、安全性、がたつき防止等の機能を果たすことが求められる。このようなことから、マンホールふたの品質を確保するためにJIS規格等が設けられている。

下水道用マンホールふたの規格の変遷を見ると、昭和33年に初めて「JIS A 5506」として制定され（铸铁及び鉄筋コンクリートふた、平受け）、昭和36年には球状黒鉛铸铁品がJISに制定された後に、昭和47年に球状黒鉛铸铁ふたが「JIS A 5506」に取り込まれ、強度が格段に向上した。その後、昭和62年にはがたつき防止のため球状黒鉛铸铁ふたについて、勾配受型が「JIS A 5506」に追加された。また、平成9年には日本下水道協会規格として「下水道用铸铁製マンホールふた JSWAS G-4」が制定された。

マンホールふたの種類として「下水道用铸铁製マンホールふたJSWAS G-4」では、T-25（大型車の走行を想定した道路）及びT-14（大型車の走行が少ない道路）の2種類を設定している。「JIS A 5506」では、铸铁ふた（T-25、道路一般）と鉄筋コンクリートふた（歩道用）が規格化されている。

マンホールふたの支持構造は平受方式と勾配受方式があり、平受方式は、ふたの下部を直接受枠が支えている。一方、勾配受方式は、くさび効果でふたの外周と受枠の内周とが傾斜接触面をかみ合わせ受枠に食い込ませる方式であり、がたつきを防止できる。（図2-1）また、JIS規格及びJSWAS規格では、万一の事故に備えマンホールふたが飛散することを防止するため、ふたと枠は蝶番等で連結することとしている。（図2-2）

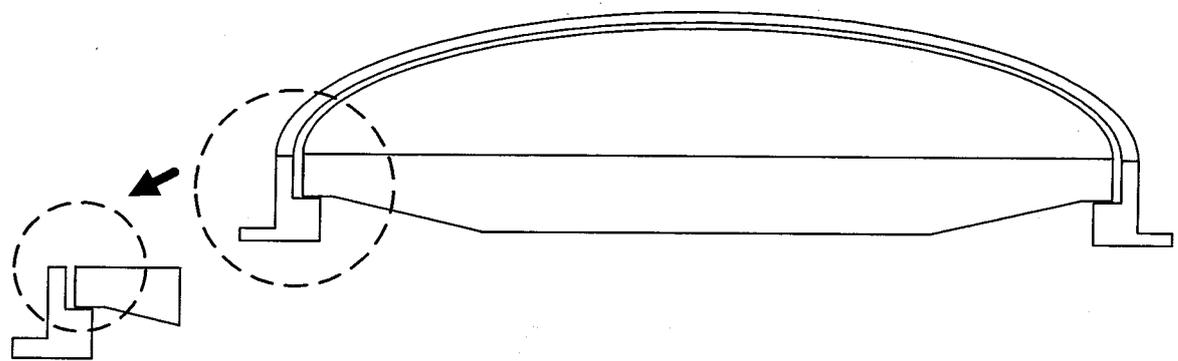
JIS規格及びJSWAS規格の概要を表2-1に示す。

ふたに要求されるその他の機能としては、規格には触れていないが、都市の景観を向上させるためにデザイン化を行ったもの、作業性や安全性を高めるためにマンホール内部への転落防止のための網を設けたもの、部外者の侵入を防止するために鍵を設けたもの、転落を防止するための梯子等を設けたもの、マンホール内部の圧力を緩和させるために一定の高さまでふたが浮上し圧力を逃がす構造としたもの等がある。（図2-3～図2-5）

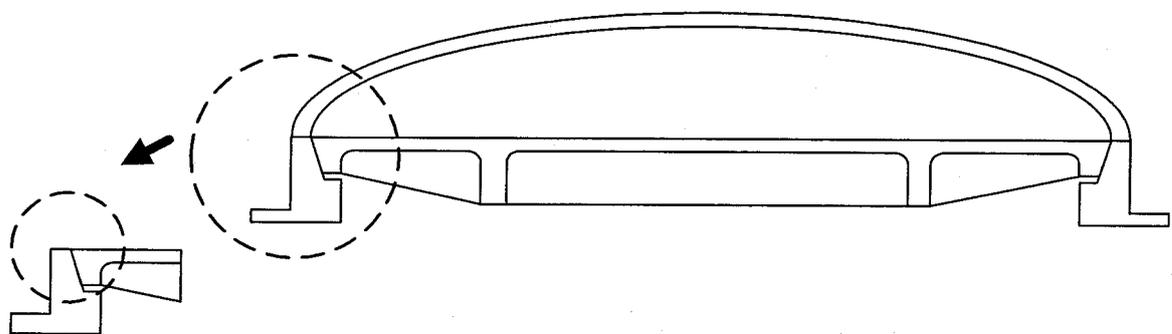
表2-1 下水道用マンホールふたのJIS規格及びJSWAS規格の概要

	J I S 規格 (JIS A 5506)	J S W A S 規格 (JSWAS G-4)
呼び寸法 (口径)	600	・ 300, 400, 500, 600, 900, 900-600
荷重強さ (種類)	・ T-25 (試験荷重 210kN) ねずみ鋳鉄、球状黒鉛鋳鉄 ふたに適用：道路一般 ・ 鉄筋コンクリートふた：歩道 (試験荷重 65kN)	・ T-25 (道路一般) 寸法600以上で試験荷重210kN ・ T-14 (歩道又は大型車の交通の少 ない道路) 寸法600以上で試験荷重120kN
構造・機能	・ 平受け、勾配受け ・ 蝶番、鎖 (ふたの逸脱防止)	・ 急勾配受け (がたつき防止) ・ 蝶番等で連結 (飛散防止)
材質	・ ねずみ鋳鉄 (FC) ・ 球状黒鉛鋳鉄 (FCD) ・ 鉄筋コンクリート	・ 球状黒鉛鋳鉄 (FCD)
引張強さ等	(引張強さ) ・ ねずみ鋳鉄ふた (FC200, FC250, FC300) ・ 球状黒鉛鋳鉄ふた (FCD500, FCD600, FCD700) (コンクリートの圧縮強度) ・ 鉄筋コンクリートふた 30N/mm ² 以上	(引張強さ) ・ ふた (FCD700) 700N/mm ² 以上 ・ 枠 (FCD600) 600N/mm ² 以上

JIS A 5506 : 昭和33年3月29日制定
平成7年3月1日改正
JSWAS G-4 : 平成9年4月1日制定



(平受方式)



(勾配受方式)

図 2 - 1 ふたの支持構造

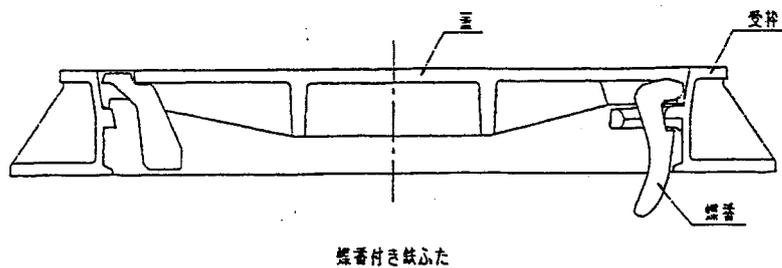


図 2 - 2 蝶番付き鉄ふた

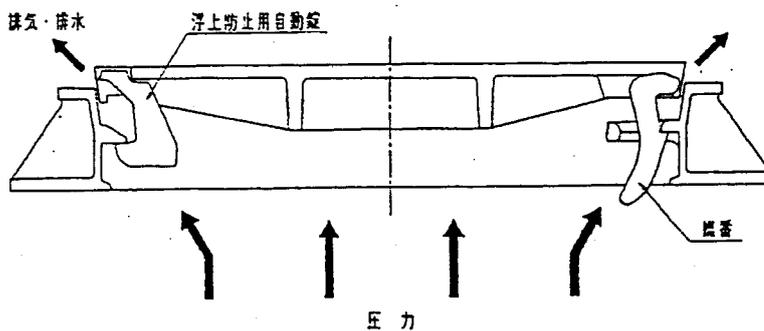


図 2 - 3 圧力開放型浮上防止用鉄ふた

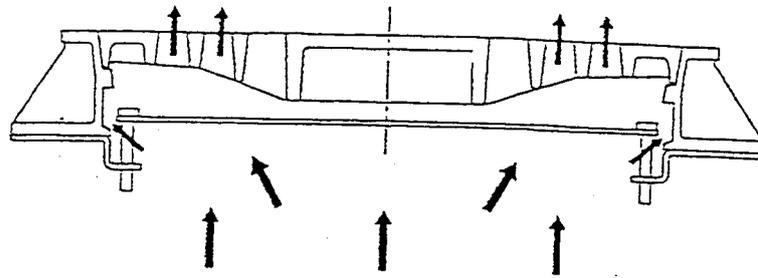


図 2 - 4 格子ふた (中ふた付き)

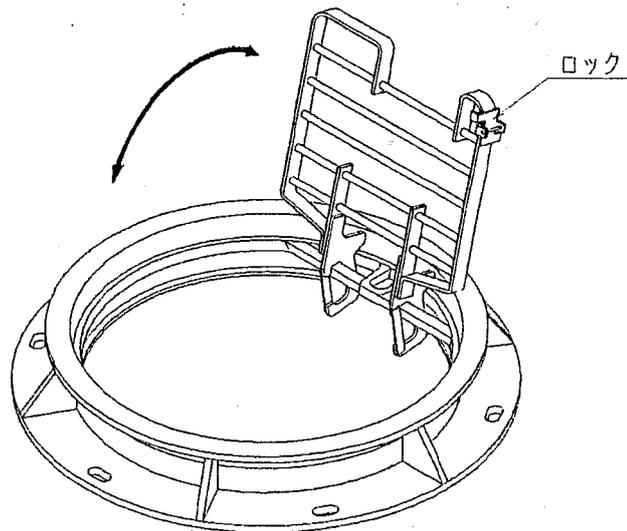


図 2 - 5 ロック付転落防止用梯子

3. マンホールふた設置の現状

マンホールは、管きよの起点や方向、勾配、管径が変化する箇所、段差が生じる箇所、管きよが会合する箇所、維持管理上必要な箇所に必ず設けることとなっている。

管きよの直線部のマンホール最大間隔は、管きよ径300mm以下については50mを標準としている。

【解説】

マンホールは、管きよ内の点検及び清掃や管きよ内の換気等に必要のものであり、上記に示したように管きよの会合地点等に設置することとなっている。管きよの直線部においても、できるだけ多く設置することは維持管理する上で便利であるが、経済性等の観点から、マンホールの管きよ別最大間隔は表2-2を標準としている。また、矩形きよなどの現場打ち管きよ、推進工法、シールド工法等による管きよの場合については、現場の状況、維持管理方法を考慮して、必要に応じてマンホール間隔を広げている。

マンホールの設置数等は、平成9年度末における管きよ総延長が約277千Kmに対して、マンホール数が約8,530千基となっており、概ね管きよ延長30mに1カ所の割合でマンホールが存在することとなる。内訳として、平受方式が約2,580千基(30%)、勾配受方式が5,950千基(70%)となっている。平成9年度におけるマンホールふたの総設置数は、約500千基となっており、このうち、97%が急勾配受方式となっている。(日本グラウンドマンホール工業会調べ)

下水道施設計画・設計指針と解説((社)日本下水道協会編-1994年版-)では、ポンプ場及び処理場の放流管きよや構造的に内圧がかかる管きよにマンホールを設置する場合は、内圧強度に応じた耐圧強度及び水密性のある構造とするとともに、圧力ぶたとし、ふた枠のアンカーを構造鉄筋に溶接するなどの注意が必要であるとしている。

下水道維持管理指針((社)日本下水道協会編-1991年版-)では、降雨時における被害傾向及び対策として、マンホールからの吹き出しにより、鉄ふたが飛散し歩行人の転落等事故の原因にもなるため、鉄ふたの飛散防止を行う必要があるとしている。

表2-2 マンホールの管きよ別最大間隔

管きよ径 (mm)	最大間隔 (m)
300以下	50
600以下	75
1,000以下	100
1,500以下	150
1,650以上	200

4. マンホールふた浮上・飛散の水理

マンホールふたの浮上・飛散は、雨天時に雨水が大量に下水管きよへ流入すること等から管きよ内の水位が上昇し、空気圧の上昇となる状況が重なることにより発生する。

マンホールふたの飛散をもたらす水理現象としては、以下のものが考えられる。

(1) 急激な水位上昇

- ① 背水による水位上昇
- ② ゲートの急閉、ポンプの急停止等によるウォーターハンマー現象
- ③ 開水路流れから圧力流れへの遷移流による水位上昇
- ④ 動水勾配線の急勾配化による水位上昇
- ⑤ 損失水頭の増大による水位上昇

(2) 圧縮空気の発生、移動（エアハンマー現象）

また、空気圧の上昇となる施設状況としては、以下のことが挙げられる。

- (3) 空気の排気能力が小さい管きよ
- (4) 大きな空気塊が残存しやすい管きよ
- (5) 高水圧を受けやすい管きよ

【解説】

マンホールふたの飛散は、下水管きよ内へ雨水が大量に流入し、水位の急上昇等に伴い管内空気圧や水圧が一定規模以上となると発生する。

マンホールふたの飛散をもたらす水理現象等としては、背水（下流の水位の変化が上流にまで影響を及ぼすこと、いわゆるバックウォーター）による水位上昇やポンプ場等のゲート閉操作による衝撃圧の発生（ウォーターハンマー現象）、開水路流れから圧力流れへの遷移流に伴う跳水（流れが急流から緩流に不連続に変化し、表面に渦を伴いながら小水深から大水深へ急激に変化する現象）の移動による急激な水位上昇、動水勾配線（圧力水頭と位置水頭との和を連ねた線）の急勾配化による水位上昇、損失水頭（管きよの摩擦、曲がり、断面の変化等により失われたエネルギーを水頭で表したもの）の増大による水位上昇、圧縮空気のマンホールへの移動（エアハンマー現象）等が考えられる。また、このような水理現象が単独または複合的に発生し、空気圧の上昇をもたらす状況が重なり合うこと等によりマンホールふたが飛散することになる。

空気圧の上昇をもたらす状況としては、空気の排気能力が小さい（マンホールが少ない、空気穴が小さい）、大きな空気塊が残存しやすい（落差工の存在、大規模な管きよ）、高水圧を受けやすい埋設深が深い管きよが挙げられる。

このような水理現象をもたらす要因および空気圧の上昇をもたらす施設状況を以下に述べる。また、マンホールふたの飛散をもたらす水理現象とその主な要因を表2-3に、空気圧の上昇をもたらす施設状況を表2-4に示す。

(1) 急激な水位上昇

① 背水による水位上昇

背水による水位上昇は、当該排水区が自然放流区域となっている場合には、その放流先（河川、海、湖沼）の水位上昇により発生する。この水位上昇により、マンホール水面も急激に上昇しマンホール内の空気圧および水圧が高くなり、マンホールふたを飛散させようとする圧力が作用する。（図2-6）

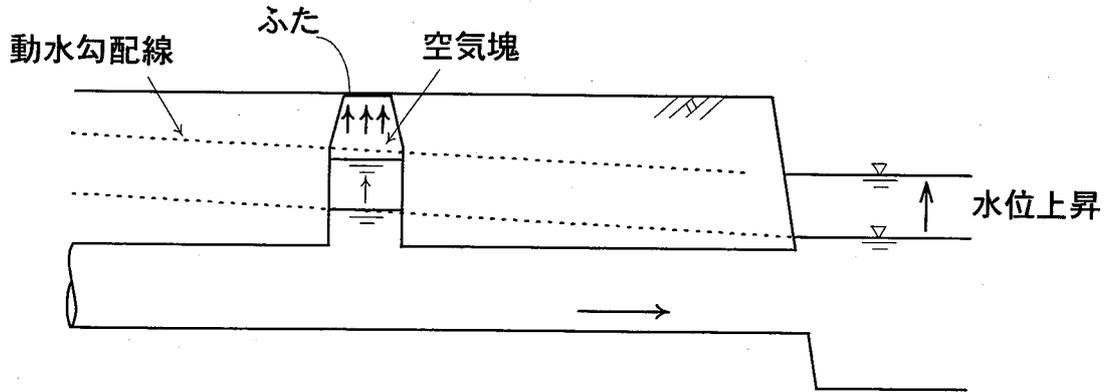


図2-6 背水による水位上昇

② ゲートの急閉、ポンプの急停止等によるウォーターハンマー現象

ウォーターハンマーは、ポンプ場におけるゲート閉操作、ポンプの急停止等により管きよ内の流れを急激に遮断されるような場合、管きよの上流に急激な水位上昇が発生し、これが上流へと伝播する。このウォーターハンマーによりマンホール内の空気圧および水圧が高くなり、マンホールふたを飛散させようとする圧力が作用する。（図2-7）

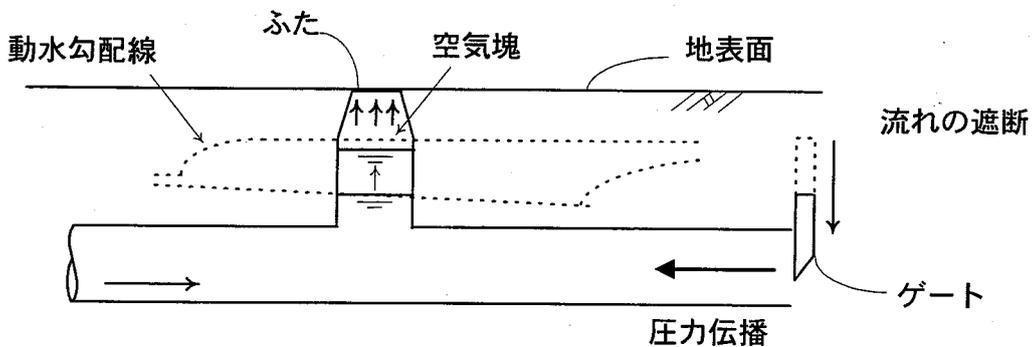


図2-7 ウォーターハンマー現象

③ 開水路流れから圧力流れへの遷移流による水位上昇

下水道管きよの勾配が、上流側が急勾配、下流側が緩勾配へと変化する付近では、雨天時の流れは開水路流れから跳水が生じ、その後、圧力流れとなることが多い。このような流況のもとで下流側からの水位の急激な変化や流入水量の急激な増大により、跳水は上流へと急速に移動し水位も上昇し、これに伴い管きよ内の空気塊も上流へと急速に移動する。このため、マンホール内の空気圧および水圧が高くなり、マンホールふたを飛散させようとする圧力が作用する。(図2-8)

また、下水道管きよの勾配が、上流から緩勾配、急勾配、緩勾配へと変化しているような場合、豪雨時の流れは、圧力流れ、開水路流れ、圧力流れとなることが多く、開水路流れ部では空気塊が発生する。このような状況において、跳水が急速に上流へと移動した場合、空気塊が圧縮され、マンホール内の空気圧も高くなり、マンホールふたを飛散させようとする圧力が作用する。(図2-9)

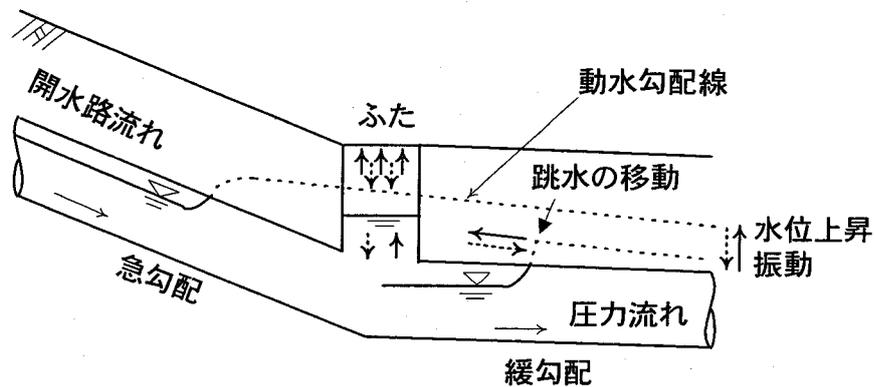


図2-8 開水路流れから圧力流れの遷移流

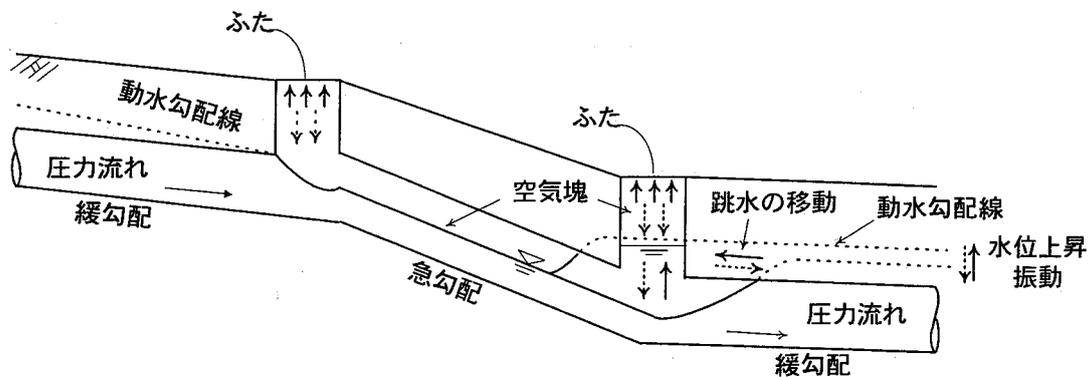


図2-9 圧縮された空気塊が集中する管きよの状況

④ 動水勾配線の急勾配化による水位上昇

動水勾配線の急勾配化は、管きよの流下能力不足によって起こる。管きよの流下能力不足は、計画規模を上回る雨水流出量が管きよに流入する場合と計画規模以下の雨水流出量であっても管きよ断面が計画値を下回っている場合がある。動水勾配線の急勾配化により水位が上昇しマンホール内の空気圧および水圧が高くなり、マンホールふたを飛散させようとする圧力が作用する。(図2-10)

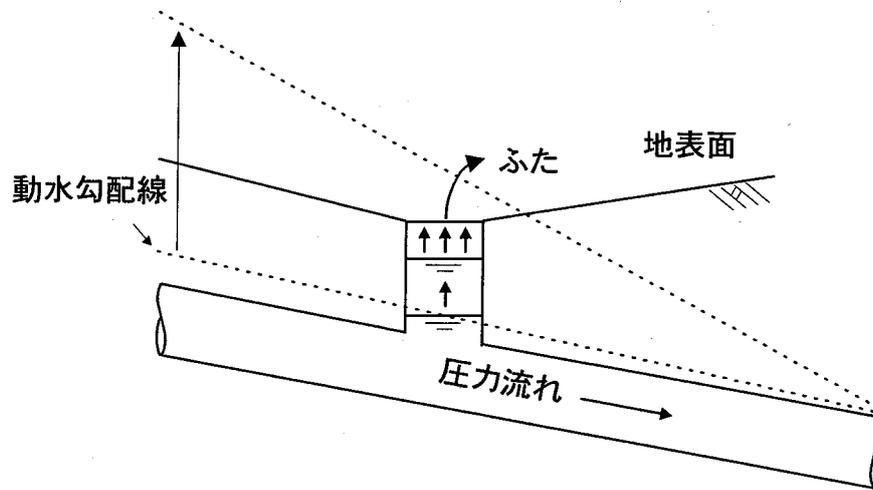


図2-10 動水勾配線の急勾配化

⑤ 損失水頭の増大による水位上昇

損失水頭の増大は、管きよの構造に起因することが多く、伏越し、管きよ断面の縮小、管きよの曲がり、管きよの合流部および管きよの能力不足による管内流速の増加による摩擦損失水頭の増大が挙げられる。損失水頭が増大すると水位が上昇しマンホール内の空気圧および水圧が高くなり、マンホールふたを飛散させようとする圧力が作用する。(図2-11)

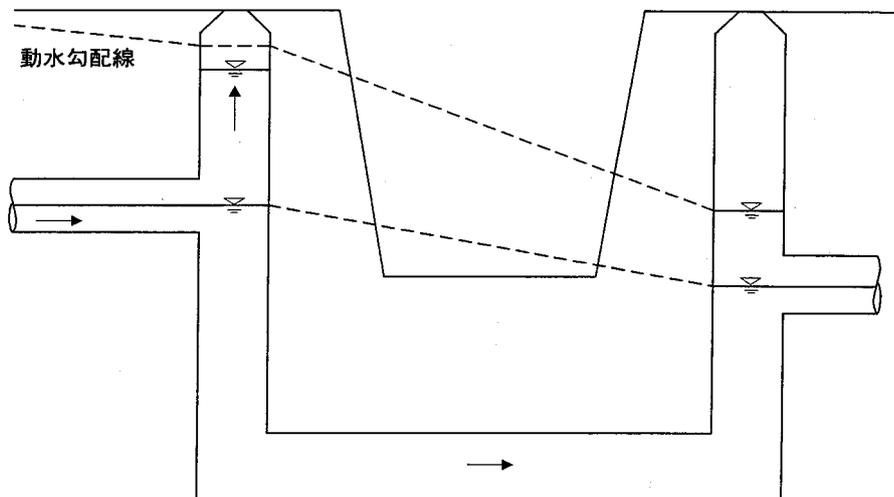


図2-11 損失水頭の増大による水位上昇(伏越し)

(2) 圧縮空気の発生、移動 (エアハンマー現象)

下水道管きよ内に空気がトラップされ、この空気塊が圧縮された後、移動してマンホールへ噴出するときに、いわゆるエアハンマー現象が生じ、マンホール内の空気圧が高くなり、マンホールふたを飛散させようとする圧力が作用する。(図2-12)

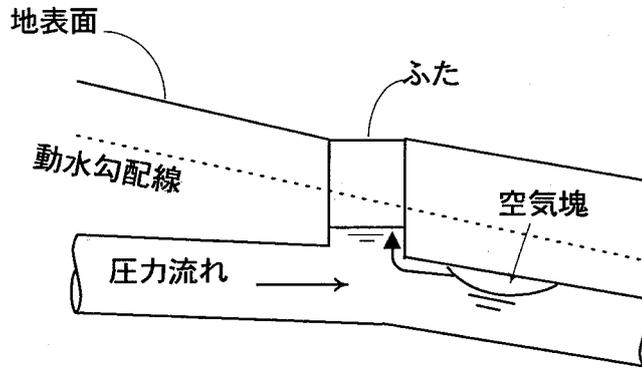


図2-12 圧縮空気の移動 (エアハンマー現象)

(3) 空気の排気能力が小さい管きよ

空気圧の上昇をもたらす施設特性として空気の排気能力が小さい管きよが挙げられる。このような管きよとしては、シールド工法や推進工法により管きよ延長が長距離となりマンホールが少ない管きよ、取付け管が少ない管きよ、マンホールふたの空気穴面積が小さい管きよ等が相当する。

(4) 大きな空気塊が残存しやすい管きよ

空気圧の上昇をもたらす施設特性として大きな空気塊が残存しやすい管きよが挙げられ、このような管きよとしては、落差工の存在、大規模な管きよ等が相当する。

(5) 高水圧を受けやすい管きよ

空気圧の上昇をもたらす施設特性として高水圧を受けやすい管きよが挙げられ、このような管きよとしては、深い管きよが相当する。高水圧を受けた管きよ内に空気塊が存在すると、この圧縮された空気塊が移動し、マンホールで上昇・膨張する現象が生じることがある。(エアハンマー現象)

表 2-3 マンホールふた飛散の水理原因とその主な要因

要因		水理現象					圧縮空気の移動、発生 (エアハンマー現象)
		急激な水位上昇					
		背水による水位上昇	ウオーターハンマー	開水路流れから圧力流れへの遷移流	動水勾配線の急勾配化	損失水頭の増大	
放流先の水位上昇	河川水位、潮位の上昇	○					○
下流部の水位上昇	ポンプ場等でのゲート閉操作		○				○
	ポンプの急停止		○				○
	ポンプの能力不足	○					○
管きよの能力不足	計画規模以上の流入水量				○	○	○
	計画規模以下の管きよ流下能力				○	○	○
管きよ構造	伏越し					○	
	管断面の縮小				○	○	
	曲がり					○	
	合流部					○	
	マンホールの長間隔						○
管きよの縦断形状	急勾配から緩勾配			○			
	逆勾配	○					

表 2-4 空気圧の上昇をもたらす施設特性

空気圧の上昇となる状況	施設特性	備考
空気の排気能力が小さい	・マンホールが少ない	シールド工法および推進工法等による長距離の管きよ
	・取付け管が少ない	
	・マンホールふたの空気穴面積が小さい	
大きな空気塊が残存しやすい	・落差工の存在、深いマンホール	
	・大規模な管きよ	
高水圧を受けやすい	・埋設深が深い管きよ	