

人吉市型下水道用マンホールふた

および施工用部材

性能規定書

解 説

人吉市水道局下水道課

目 次

人吉市型下水道用マンホールふたおよび施工用部材性能規定書(解説書)

まえがき	1
車道用、呼び 600 (T-25/T-14)	解・車・6
車道用、呼び 300 (T-25/T-14)	解・車・3
歩道用、呼び 600 (T-14)	解・歩・6
歩道用、呼び 300 (T-14)	解・歩・3
施工用部材	解・施・部材

人吉市型下水道用マンホールふた

(呼び 600 車道用)

性能規定書

解 説

人吉市水道局下水道課

目 次

人吉市型下水道用マンホールふた 呼び 600 車道用 性能規定書(解説)

呼称の変更と対応規格について	解・車・6 - 1
1. ふたの基本的寸法及び形状	解・車・6 - 2
1. 1 寸 法	解・車・6 - 2
1. 2 形 状	解・車・6 - 2
2. ふたの材質及び本体性能	解・車・6 - 2
2. 1 ふたの材質	解・車・6 - 2
2. 2 本体強度	解・車・6 - 4
2. 2. 1 発生応力 (限界性能)	解・車・6 - 4
2. 2. 2 発生応力 (初期性能)	解・車・6 - 4
2. 2. 3 荷重強さ	解・車・6 - 6
2. 3 フレームの変形防止性能	解・車・6 - 6
3. 外 観	解・車・6 - 6
4. 塗 装	解・車・6 - 6
5. 基本的維持管理性能	解・車・6 - 7
5. 1 ふたの逸脱防止性能	解・車・6 - 7
5. 2 ふたの着脱性	解・車・6 - 7
5. 3 セキュリティ性能 (不法開放防止性能)	解・車・6 - 7
5. 4 不法開放防止性能	解・車・6 - 7
5. 5 確実な開放性能	解・車・6 - 8
5. 6 雨水流入防止性能 (任意性能)	解・車・6 - 8
5. 7 表 示 (維持管理上の識別性能)	解・車・6 - 9
5. 8 転落防止性能	解・車・6 - 9
5. 8. 1 転落防止装置の材質及び外観	解・車・6 - 9
5. 8. 2 構 造	解・車・6 - 9
5. 8. 3 耐揚圧強度及び荷重強さ	解・車・6 - 9

目 次

6. 道路系の重要性能	解・車・6 - 10
6. 1 がたつき防止性能	解・車・6 - 10
6. 2 ふた表面のスリップ防止性能	解・車・6 - 13
7. 管路系の重要要素	解・車・6 - 15
7. 1 浮上しろ及び圧力解放面積	解・車・6 - 16
7. 2 浮上開始揚圧力	解・車・6 - 17
7. 3 耐揚圧強度性能	解・車・6 - 17
7. 4 ふたの収納性能	解・車・6 - 18
9. 統合性の重要要素	解・車・6 - 19
9. 1 食込力制御性能	解・車・6 - 19

人吉市 下水道用マンホールふた 呼び 600 車道用

呼称の変更と対応規格について

本性能規定書の作成にあたり、旧仕様書での呼称の変更を行っている。呼称の変更内容と製品が対応すべき社団法人 日本下水道協会規格(以下「JSWAS G-4 規格」と略す)は以下の通り。

新呼称	旧仕様書での呼称	下水協規格
マンホールふた呼び 600	グラウンドマンホール φ 600	JSWAS G-4 呼び 600

参照文献

本性能規定書（解説）の作成にあたり、下記文献より必要な部分を参照した。

「下水道用鋳鉄製マンホールふた」(呼び 300～900)JSWAS G-4-2005

社団法人日本下水道協会が 2005 年 7 月に改正版を発行

「次世代型マンホールふたおよび上部壁 技術マニュアル」

財団法人下水道新技術推進機構が 2007 年 3 月に発行

1. ふたの基本寸法及び形状

1.1 基本寸法

寸法については、JSWAS G-4 規格〔4 (P.3)〕及び同解説〔4 (P.17)〕に規定された標準的な寸法を遵守して各製造業者が設計するものとし、各製造業者が提出する許容差を記入した設計図書に基づいて、当該製造業者の製品の間での互換性を有するものでなければならない。

製品内径(フレーム下端部内径)については JSWAS G-4 規格に定められているが、ふたの外径(ふた表面のカバー外径・フレーム内径)については製造業者の任意とされ、JSWAS G-4 規格解説〔P.17, 表 8〕において多様性が認められている。但し、この寸法に関する最大許容差は JSWAS G-4 規格解説〔P.18, 表 9(I, I')〕にがたつき防止できる性能実現のための機械加工において厳しい許容差が設定されている。

アンカー穴の寸法については規定されていないが、道路構造令で規定されている道路の最大傾斜12%に準拠し、この傾斜でも高さ調整部の施工が確実に行えなければならない。

実際の試験においては、本性能規定書に定める内容を遵守した設計図書を机上照査して基本寸法が満足されていることを確認する。

1.2 形状

JSWAS G-4 規格〔4 形状及び材質 (P.3)〕に準拠し、本性能規定書の求める性能の網羅性、即ち、基本的維持管理性能、道路系の重要性能、管路系の重要性能及び統合性の重要要素を確保するために必要な、最低限の形状に関する要求を規定するものである。

カバーについては、開閉器具穴を一箇所以上設け、蝶番及び錠が取り付けられる形状であること、また、蝶番取り付け部をカバー裏面に設けることで、同部からの雨水及び土砂の流入が防止されていることを確認する。

なお、蝶番はカバーに取り付けられるものであるが、錠についても、カバーに取り付けて専用工具で直接操作するという、従来の操作方法を継承することが維持管理上の必要性から規定した。

フレームについては、蝶番座及び錠座を持ち(蝶番座は別部品で取り付けられることも可)、転落防止装置を取り付けられること、また、アンカー穴については、6個、又は、12個とし、等間隔で設けられていることを確認する。

2. ふたの材質及び本体強度

2.1 ふたの材質

ふたの材質は、供試材が Y ブロックの場合に、JIS G 5502 に規定する球状黒鉛鋳鉄品(カバー材:FCD700、フレーム材:FCD600)と同等以上とし、JSWAS G-4 規格 [5 材質 (P.4)]に準拠した。

また、これらの規格には含まれていないが、旧仕様書で定められていた腐食減量についても、耐久性の観点から改めて規定した。

さらに、旧仕様書で定められていた製品実体切出しによる材質試験も改めて規定し、特に引張強さについては、Yブロック試験片に比べて緩和された数値を規定していた旧仕様書内容を改め、Yブロック試験片と同等の基準値を設定した。

《腐食試験の必要性和基準根拠について》

旧仕様書で定められていた腐食減量については、耐久性に関係する材質特性であるため、改めて腐食試験を規定した。

限界状態の耐荷重強さ(発生応力)試験において設定される腐食減肉量は、既往製品の調査実績にもとづき設定(技術マニュアル P.23, P.113)しており、旧仕様書で定められていた腐食減肉量の規定がこれと整合性を持つと考えられる。

《実体製品からの切出し試験の必要性和基準根拠について》

ふたの形状は薄板状の部分が多いため、実製品とは鋳造冷却条件が異なる Y ブロックから切り出した試験片のみでは材質に求められる性能確保を確認しづらい点は否めず、実際の製品から切り出した試験片を用いた材質試験も、通過車輛の荷重を直接的に受けるカバーに関しては特に必要と判断する。

旧仕様書において、製品実体切り出し試験片の基準値は、(社)日本鋳物協会[現在は(社)日本鋳造工学会]の雑誌「鋳物」[現在の学会誌「鋳造工学」に当たる] 第 45 巻第 2 号(1973 年)の記事を参考に、Y ブロック基準値の 90%で設定することを基本としていた。この場合、マンホールふたの実製品における材質試験の基準値を、JIS等の規格値から緩和する前提となるため、本来的な限界状態設計法ではなく、経験値としての「安全率」を重視し続けなければならないことになる。

本性能規定書においては、後述の [2. 2 本体強度] で示すように、カバーの材質 FCD700(引張り強さ 700N/mm² 以上)を前提とした発生応力を基本とする製品設計を要求し、また、許容応力の設定にあたり、カバー材質引張り強さ 700N/mm² 以上をもとに算出している。これらの理由から、カバーからの製品実体切り出し試験片に要求する基準値を、さしあたり引張強さに関しては、JIS等の規格値、すなわちYブロック試験片と同様の基準値とした。

なお、材質試験には、直棒状の引張り試験片を用いるため、曲線部の多いフレームから試験片を切り出すことは困難である。したがって、フレームから切り出した試験片を用いた材質試験については、引張強さ及び伸びの試験を行わず、ブリネル硬さ、黒鉛球状化率及び腐食減量のみを行なうこととする。

《材質性能と他の性能との関係について》

材質性能は、関連する他の性能に影響するため、材質の確認は、単に材質面での性能確認だけでなく、関連する性能との整合性確認の意味合いも含んでいる。以下に材質と関連性能を示す。

- ・耐荷重(許容応力)に対する初期及び限界性能:
 - カバー材質(FCD700)の引張り強度(製品実体の引張り強度)
 - 腐食代(カバー裏の腐食減肉速度)の設定(製品実体の耐腐食)
- ・耐がたつきの限界性能:カバー・フレームの勾配面の磨耗速度(製品実体の硬さ)
- ・耐スリップ限界性能:ふた表面の磨耗速度(製品実体の硬さ)

2.2 本体強度

2.2.1 発生応力(限界性能) 2.2.2 発生応力(初期性能)

荷重強さは、ふたに要求される道路の一部としての性能の中で、最も基本的なものであり、車輛通行に伴う繰り返し荷重がかかる環境下において、耐用年数期間を通じて維持されるべき性能である。

したがって「土木・建築にかかる設計の基本(2002年 国土交通省)」が求める限界状態設計法に基づく設計がなされているかの確認が必要であり、JSWAS G-4 規格にある荷重たわみ及び耐荷重強度というマクロ的な性能確認だけでなく、外部荷重に対して発生するふたの各部分のミクロ的な応力での規定を行うこととした。応力について、設置当初の性能(「初期性能」と言う)と、耐用年数経過を想定した性能(「限界性能」と言う)の両方を規定し、製品が耐用年数期間を通じて荷重強さが維持されることを確認する性能規定とした。

なお、ミクロ的な応力での規定を行うため、製造業者に設計図書によって発生応力が最大となる試験荷重の載荷位置及び応力測定位置を明らかにすることを求める。

《試験荷重の設定理由について》

車道に設置されるふたにおいて想定される外部荷重とは、車輛通過に伴う衝撃荷重であり、これを試験荷重として設定した。

試験荷重(T-25:140kN/T-14:80kN)は、JIS A 5506「下水道用マンホールふた」に準じ、一後輪荷重(車両総重量の40%)である活荷重(T25:100kN/T14:55kN)に衝撃係数0.4を加味した値を衝撃荷重とした。

《限界性能:耐力 420N/mm²以下とした理由について》

一般的な下水腐食環境(腐食環境条件Ⅲ種)において、15年(ふたの標準耐用年数)を経過した場合、その腐食代は、0.49mm 程度と言われている。これに対して、安全率として2を乗じ、15年の腐食減肉量を1.0mmと定めた。〔技術マニュアル P.113 参照〕

限界性能については、標準耐用年数15年経過後を想定し、1.0mm 減肉した製品での性能を規定することとし、外部荷重に対する発生応力が耐力値以下となることを規定

することで、標準耐用年数経過後であっても車両通過による衝撃荷重でカバーが弾性変形する(残留ひずみを残さない)限界として設定した。

《初期性能:許容応力 235N/mm² 以下とした理由について》

外部荷重に対して発生する応力が許容応力以下であれば、ふたに繰り返し荷重が加えられたとしても、ふたが塑性変形したり破壊したりすることはないとされる。初期性能において、車両通過に伴う衝撃荷重(試験荷重)で発生する応力が許容応力以下と規定することで、設置当初の耐荷重性能として、無限に近い繰り返しの車両通過があったとしても、ふたが変形、破壊することはないものとして設定した。

なお、許容応力とは、耐力値に対して安全率を勘案した性能基準値と見られる。カバー材質 FCD700 の許容応力には、公的規格値は存在しないため、「道路橋示方書」及び JIS A 5506 「下水道用マンホールふた」に規定されている FCD400 の許容応力(140N/mm²)と耐力(250N/mm²)から、耐力値に対する安全率が 1.785 と計算され、FCD700 の耐力(420N/mm²)から FCD700 の許容応力を以下のように算出した。

$$\begin{array}{l} \text{(FCD700)} \qquad \qquad \qquad \text{(FCD400)} \\ \text{許容応力 } X : \text{耐力 } 420 = \text{許容応力 } 140 : \text{耐力 } 250 \\ X(\text{FCD700 の許容応力}) = 420 \times 140 \div 250 \doteq 235\text{N/mm}^2 \end{array}$$

上記のように、設置当初(初期性能)において無限に近い繰り返しの車両通過に対し変形、破壊がないことを規定し、15年経過後(限界性能)において弾性変形の限界を規定することで、耐用年数期間を通じて荷重強さが維持されることを規定した。

2.2.3 荷重強さ

本来は、上記の発生応力の試験によるミクロ的な性能確認で十分であるが、旧仕様書でも定められているマクロ的な性能である荷重たわみ及び耐荷重性能について、JSWAS G-4 規格 [3.2.1 (P.2)] に準拠して設定し、念のためにマクロ的な性能も合わせて確認することとした。

なお、耐荷重性能の試験荷重については、衝撃荷重に対して安全率を乗じたものとされている。[JSWAS G-4 規格解説(P.11~14)]これらの安全率の根拠は経験知というほかない。

2.3 フレームの変形防止性能

① ナットの締込み強さ

JSWAS G-4 規格[参考資料5]の6(P.45)に「78.4N・m で締め込み」との記述があり、トルク設定の簡易化のために 80N・m とした。

② フレーム変形量

JSWAS G-4 規格[参考資料5]の6(P.46)に「フレームの内径に 0.2mm を超える楕円が発生すると、カバーのがたつき現象が認められるようになる」との記述があるが、本来は限りなく変形していない(0.0mm)ことが求められる。よって、計測器の測定誤差 0.1mm(測定可能範囲)を勘案して 0.1mm 未満とした。

3. 外 観

JSWAS G-4 規格 [3. 1 (P.2)] に準拠して設定した。

ふたが鋳鉄製品であることから、性能規定書が求める性能を実現するための品質確保においては鋳造欠陥や有害な傷などがもたらす応力集中がないことが不可欠である。これらの欠陥がないことの蓋然性を判断するために、外観に現れた有害な欠陥がないことを求める。

4. 塗 装

塗装については、各製造業者の品質確保の誠実性を判断する一助とするために定めており、JSWAS G-4 規格 [6 前段 (P.4)] の記載に準拠した。

用語を解釈すると、「密着性(容易に剥がれないこと)、防食性(容易に腐食しないこと)及び耐候性(容易に変質・変色しないこと)」であり、これらの要件を塗料の特性として定めているが、JSWAS G-4 規格においても具体的な特性値は示されていないため、これらの要件にそぐわないということが公知でない限り、塗料の特性についての厳密な性能確認は不要とする。

塗装後の表面についての記載は、JSWAS G-4 規格 [6 後段 (P.4)] 及び、JIS A 5506 に準拠して設定した。

5. 基本的維持管理性能

5.1 ふたの逸脱防止性能

逸脱防止性能は、JSWAS G-4 規格 [3. 2. 3 (1) (P.2)]及び[7. 4 (1) (P.4)]に準拠して設定した。

カバーを開けた際の操作には、360度旋回による方法と、180度転回による方法とがあり、いずれの方法においてもカバーが逸脱しないことが、維持管理上の安全確保のために必須である。

5.2 ふたの着脱性

マンホールという開口部付近で重量物であるカバーの取り付け・取り外しにおいては、維持管理作業や施工をする際の安全性の観点から、容易にできることが必須である。

5.3 セキュリティ性能(不法開放防止性能) 5.4 不法投棄防止性能

不法開放防止性能は、JSWAS G-4 規格 [3. 2. 3 (2) (P.2)]及び同解説[3. 2. 3 (2) (P.15)]に準拠して設定した。

部外者によるカバーの開放が可能である場合には、下水道管路の安全確保上、重大な懸念となるため、下水道管理に携わる作業者のみが開放できるように錠を備え、その錠は施錠忘れがないように、カバーを閉めると自動的にロックする構造とした。また、その開放においては専用工具を必要とするものとする。

専用工具については、本市においては8年以上にわたって所定の工具を定めており、維持管理やセキュリティ性確保を考慮して、この専用工具を用いて行うカバーの開放が容易であることを、各製造業者の開発の前提とすることを求める。

なお、不法投棄防止性能に関連して、技術マニュアル(P.143～P.144)においては施錠強度に関する考え方を示しているが、本性能規定書においては、7. 2(1)① 圧力解放耐揚圧性能において定められた錠強度の規定で十分と判断されるため、不法投棄防止の観点から錠強度の規定を設けることについては今後の検討課題とし、現時点では特に定めないものとした。

5.5 確実な開放性能

ふたは、維持管理の面から、開錠・カバーの開閉が容易にできることを求められる。

確認方法は、後述する圧力解放試験と同様に予荷重〔(T-25:210kN／T-14:120kN)荷重たわみ試験の試験荷重に同じ〕を10回加えて、食込力を安定させた状態で、実際の開蓋作業にて解錠・カバーの開放が可能かどうかの確認を実施する。

5.6 雨水流入防止性

地形上、頻繁に冠水することが考えられる場所などに設置されるふたにおいては、雨水流入によって下水道管路内の流量、下水道処理施設への影響を最小限に留めるため、雨水流入防止性能を規定した。但し、ふたからの雨水流入が下水道施設に大きな影響をもたらしているのか否かについては、現在、実証的な証明はされていない。したがって、要求する基準値に対する公的な根拠、試験方法も確立されていない。

ふたからの雨水の流入は、錠などの機能部品周辺だけではなく、カバーとフレームの勾配面からの流入もあることから、ふた全体をパイプ等で囲った試験方法が技術マニュアル〔§23 雨水流入防止性能および水密性(P.39)〕で示されており、本性能規定書においてもこれに準拠して定めた。ただし、予荷重の負荷回数について技術マニュアルでは、食込み力の安定を確保するために10回としているが、雨水流入防止に関する試験条件としては厳しいと見られる1回のみで設定した。この場合、予荷重の設定は荷重たわみ試験の試験荷重と同等とした。

なお、雨水流入量の基準値については、技術マニュアルに準拠して5分間の測定によって100ml／分以下であることとした。

雨水流入防止性能によって密閉性が高くなる場合には、圧力解放耐揚圧性能に関連するリスクも大きくなることから、雨水流入防止性能を高める一方で、圧力解放性能も有することとした。

5.7 表示（維持管理上の識別性能）

表示の方法については、従来どおりカバー裏の鋳出しを基本とするが、維持管理上、カバーを開けなくとも製造年〔西暦下二桁〕や汚水・雨水の区分等（カバー裏鋳出し表示と同等の内容）の識別を容易にするために表面鋳出しの要件についても規定した。

但し、荷重区分及び製造業者名若しくはマーク、略号については、カバー表面のスリップ防止性能を優先し、任意とする。

さらに、フレームについても、メーカー間の互換性がない為、在庫管理・施工管理上、また、維持管理上、カバーを開けた際、製造業者が確認出来るよう、製造業者名若しくはマーク、略号の鋳出しの要件についても規定した。

5.8 転落防止性能

5.8.1 転落防止装置の材質及び外観

材質は、JSWAS G-4 規格 [附属書][2 (P.8)]及び同[附属書]解説[2 (P.23)]の趣旨に照らし、SUS304 ステンレス製又は同等以上であることを設定した。

外観については、JSWAS G-4 規格 [附属書][2 (P.8)]及び同[附属書]解説[2 (P.23)]に準拠し設定した。

5.8.2 構造

JSWAS G-4 規格 [附属書][3 後段 (P.8)]及び同[附属書]解説[3 後段 (P.23～24)]に準拠し設定した。

5.8.3 耐揚圧強度及び荷重強さ

JSWAS G-4 規格 [附属書][3 前段 (P.8)]及び同[附属書]解説[3 前段(P.23)]に準拠し設定した。

6. 道路系の重要性能

6.1 がたつき防止性能

ふたのがたつき防止性能については、JSWAS G-4 規格 [3. 2. 2 (P.2)]にもある通り、ふたの支持構造において、がたつきを防止できる性能は道路の一部としての安全確保上、きわめて重要な性能であり、これを実現するためにわが国では 30 年以上にわたって「カバーとフレームの接触面を機械加工とした急勾配受け」が一般的になっている。

しかし、急勾配受けが含む問題点については、いわゆる「食込み過ぎ」と呼ばれる維持管理上の問題のほか、後述の圧力解放耐揚圧性能の安定性に関する懸念も指摘されており、また、製品寿命の長期化を目指す中でより高度な支持構造が求められている。

ふたの支持構造、つまりカバーとフレームとが接触する勾配面における摩耗の進行は、がたつき騒音を発生させるばかりか、車輛通行の衝撃でカバーが飛散するといったような大きな事故の原因となる危険性がある。このため、車道におけるふたの標準的耐用年数とされた15年間の性能を保証するためには、カバーとフレームとが接触する勾配面の耐久性を検証する必要がある。

カバーとフレームとが接触する勾配面は微小な凹凸で形成されており、車輛が通過・移動することによりカバーに揺動が生じ、勾配面の微小な凹凸がつぶれるように摩耗していく。この勾配面の摩耗はふたの耐久性に大きく影響を及ぼす。当初は、微小な揺動であっても、摩耗が進行するごとに揺動量も増し、最終的にはカバーのがたつきが発生することとなる。そのため、耐用年数期間を通じてがたつきを防止するために、設置当初の性能(初期性能)と、ふたの標準耐用年数である15年経過後の性能(限界性能)の両方を規定した。

《限界性能の設定理由について》

限界性能としては、輪荷重走行試験機を用いて実際の大型車の通行に相当する移動荷重をふたに与え、ふたの標準耐用年数である15年相当の車両通過に対して、ふたにがたつきが発生しないことを規定した。

輪荷重走行試験機などを用いる車両走行回数に対する耐久性確認の試験としては、アスファルトの耐久性確認試験として既に確立されており、15年間に相等する車両通過回数(T-25:50万回/T-14:5万回)と輪荷重(100kN)については、(社)日本道路協会発行の「アスファルト舗装要綱」及び「舗装の構造に関する技術基準・同解説」をもとに、以下のようにして設定した。

〔輪荷重走行試験における車両通過回数〕

以下の内容は、技術マニュアル〔§15 がたつき防止(P20)〕に準拠している。

(T-25 の場合)

「舗装の構造に関する技術基準・同解説」でいう D 交通(計画交通量1日 3,000 台以上)から、15 年間に相当する車両通過台数は、

$$3,000 \text{ 台/日} \times 365 \text{ 日} \times 15 \text{ 年} \times 0.5 \text{ (ふたが車輪に踏まれる確率)} \doteq 800 \text{ 万台 (回)}$$

輪荷重としては、「車輛制限令」で規定される輪荷重の最高限度である 50kN (5tf) を適用し、大型車交通量 1 台に対する試験回数は、「舗装の構造に関する技術基準・同解説」により、50kN の輪荷重を 1 回とする。

さらに、アスファルト道路の耐久性促進試験では「交通荷重が舗装に与えるダメージは輪荷重の4乗に比例して指数関数的に増加する」という4乗則を適用して、耐久性促進試験としていることから、上記の試験条件においても、この4乗則を適用して、1 回の輪荷重を上記の 2 倍の 100kN とし、走行回数を $1/2^4 = 1/16$ の 50 万回に減じた促進試験条件とする。

※4乗則については、アメリカ全州道路運輸行政官協会 (AASHO) による試験で確立されたものとして知られている。

(T-14 の場合)

T-14 については、同様に D 交通で 15 年を想定して、800 万回の車両通過台数を考え、荷重比の考え方 ($14(T-14) \div 25(T-25) = 0.56$) を取入れて、最大輪荷重を $50\text{kN} \times 0.56 = 28\text{kN}$ と見なし、1 回の輪荷重を上記と同等に 100kN とした場合での 4 乗則適用の結果、

$$(100 \text{ (kN)} \div 28\text{kN})^4 = 1/163$$

$$800 \text{ 万} \div 163 \doteq 50,000 \text{ (回)} \text{ に減じた促進試験条件とする。}$$

◀初期性能の設定理由について▶

ふたは、当初は微小なカバーの揺動による摩耗であっても、経年による摩耗の進行でがたつきにまで至る。がたつきの原因となるこの摩耗の進行を制御する為に、車両の通過時に発生するふたの揺動を抑えることが必要である。

そこで、初期性能としては、ふたに交互偏荷重を載荷することで、車両通過によるふた上面への荷重移動を再現し、その時の揺動量を規定した。

ふたへの交互偏荷重としては、道路橋示方書でいう活荷重に、衝撃係数 0.4 を加味して 1.4 を乗じた荷重 (T-25:140kN/T-14:80kN) を想定し、交互荷重の場合の載荷板面積比 0.5 を勘案して、T25:70kN、T-14:40kN とした。

本来、ふたにがたつきはあってはならないもので、揺動量も「0」であるべきだが、非常に高度な技術的要求であること(相反する性能の要求:動きにくい=食込過剰⇔開放しやすい=動きやすい)や、測定誤差があることも考慮して、その基準を 0.5mm 以下とした。

6.2 ふた表面のスリップ防止性能

ふた表面のスリップ防止性能については、近年、スリップ防止性能への注目が高まってきたことから、各製造業者において耐スリップ性能を高めた製品開発が進められ、全国の自治体においてスリップ防止の性能を有したふたが普及しつつある。さらに、JSWAS G-4 規格では、[参考資料 4]としてスリップ防止についての考え方が新たに盛り込まれている。

この中で、雨天時などの二輪車のスリップを防止するためには、設置される周辺舗装面と同一レベルの動摩擦係数を有することが望ましいと述べられており、また、スリップ防止性能が必要とされる箇所やスリップ防止性能の測定方法についても設置基準(例) JSWAS G-4 規格[参考資料 1](P.25)や DF テスター R-85 を用いた滑り抵抗試験 JSWAS G-4 規格[参考資料 5][3 (P.41~43)]などが紹介されている。

このような社会背景から、今回、市民の安全確保のために、ふた表面のスリップ防止性能を規定した。

《設置時と 15 年後相当の 2 つ基準の設定について》

スリップ防止性能としては、JSWAS G-4 規格 [参考資料 4][3.1 (P.31~32)]において設置時と取替時の 2 つの動摩擦係数目標値が示されている。

そこで、本規定書においても設置時と 15 年後相当(未使用の製品のふた上面から 3mm 削り加工したもの)の 2 つの状態での動摩擦係数を規定した。

《15年後相当を3mm加工とした理由について》

15年後相当を3mm加工の状態とした理由は、下水協「下水道マンホールふたの維持管理マニュアル(案)」(P.43注1)に耐用年数15年について磨耗進行速度を0.2mm/年と想定して設定したという内容があり、本規定書においても磨耗進行速度を0.2mm/年と仮定し、15年後相当のふた表面の状態として、3mm削り加工した状態のもので動摩擦係数を設定することとした。

《表面粗さRa=3.0以下について》

JSWAS G-4規格 [参考資料5][3 (P.41)]において、DFテスター R85での摩擦係数測定試験が行われているが、その際、供試体表面の粗さをRa=3.0以下に研磨して測定することとなっている。路面に設置されたふた表面の塗装が剥がれ、鋳肌が磨滅した状態で、このふた表面の粗さがJIS B 0601で規定されるRa値で3.0以下という粗さに当たる。

本規定書においても、JSWAS G-4規格 [参考資料5][3 (P.41)]に準拠し、摩擦係数の測定はふた表面の粗さをRa=3.0以下に研磨して状態で行うこととした。

《動摩擦係数 設置時0.6~0.85と15年後相当(3mm加工)0.45以上について》

JSWAS G-4規格 [参考資料4][3.1 (P.31~32)]において、動摩擦係数の目標値として設置時0.45、取替時0.25とされている。しかし、(独)土木研究所によると旧道路公団が全国の直轄国道で行った調査結果では路面(密粒舗装)の動摩擦係数は0.55程度あり、180ヶ月(15年)経過した状態でもその摩擦係数はほとんど変わらず0.50前後有しているという[G&U vol.2(P.11)G&U技術研究センター]。

15年後相当での動摩擦係数をJSWAS G-4規格 [参考資料4][3.1 (P.31)]の通り0.25以上と設定すると、実際のアスファルト路面の動摩擦係数との差が大きくなりすぎるほか、(社)日本道路協会で危険性の高い箇所すべり抵抗目標値として0.45が示されていることから、15年後相当の動摩擦係数として、0.45以上という基準に設定した。

また、設置時の動摩擦係数については、製品表面の経年劣化を考慮し15年後相当の基準(0.45以上)より高めに設定すべきで、その基準値としては上記の(独)土木研究所による実際の路面(密粒舗装)の動摩擦係数0.55を参考とし、この程度の範囲についてより滑りにくい(動摩擦係数が高い)側に設定し、動摩擦係数0.6以上と規定した。

さらに、初期性能のすべり摩擦係数が舗装面と比べて高すぎる場合には(ふた表面模様を鋭利にしたり、段差を大きくすることで摩擦係数を高くすることが考えられる)、舗装面とふた表面での摩擦係数において大きな差が発生することになり、この差により二輪車走行においてハンドルがとられるという懸念もある。

以上のような理由から、本規定では舗装面のすべり摩擦係数の実環境での最大値を参考とし、初期性能での動摩擦係数の上限値を 0.85 と規定した。

7. 管路系の重要要素(圧力解放耐揚圧性能)

圧力解放耐揚圧性能は、1998年以降、国土交通省が推進してきているマンホールの安全対策上で根幹となる性能であり、2005年の JSWAS G-4 規格改定にともなって新たに規格本文[3. 2. 3 (3) (P.3)]及び同解説[3. 2. 3 (3) (P.15)]として採り入れられた性能である。

圧力解放耐揚圧性能を必要とするような、下水道管路に生じる現象とは、集中豪雨時等の洪水時に発生する管路内の圧力がマンホールふたのカバーを押し上げる**(揚圧)**現象である。この揚圧の原因は、下水道管路内水位の上昇が、開水路である下水道管路内の空気を圧縮することによるものであるが、圧縮された空気が何らかの方法で地上に放出**(圧力解放)**されることによって、カバーの開放が自然に起こるといふ危険が緩和されるため、圧力解放実現のためにカバーとフレームの間の隙間**(浮上しろ)**ができるような構造が求められる。

浮上しろを作り出すために、蝶番及び自動錠には揚圧に耐える十分な強度が求められるが、この強度は、圧力解放が開始される場合のカバーがフレームに食い込んでいる食い込み力が過大でないことを前提にして設計されるため、圧力解放開始時の食い込み力が制御されていることが必要である。**(食い込み力制御性能)**

圧力解放後も下水道管路内の水位が継続的に上昇すると、最終的に水圧でカバーを押し上げることが発生する。この場合にも上記の「浮上しろ」によって下水道管路から水を溢れさせることでカバーの開放を防止することとなる。その際の車輛通行によって自動錠の破損や開錠の危険を回避して市民の安全を守るために、**車輛走行による安全性能**を確認する。

また、空気圧または水圧による圧力が解放された後で、カバーがフレームへ元通りに収納されないと、その後の車輛等の通行に支障をきたすため、圧力解放後の**ふたの収納性能**も確認する。

極めてまれな気象条件下で、下水道管路内の水位上昇が著しく、自動錠の強度が局所的な空気圧上昇や水圧上昇に耐え切れない場合に、蝶番破断より先に自動錠を破断させ、カバーの流失という最悪の事態を回避することが求められる。

このような一連の事象を想定したものが**圧力解放耐揚圧性能**であり、その試験方法としては、より自然現象に近い再現ができる水理的な試験機(浮上試験機)を用いて確認することを原則とする。

ただし、浮上しると耐揚圧強度はJSWAS G-4規格参考資料5[2. 1. 1(P.34)]に準拠して、浮上試験機を用いない方法による測定も行う。

7. 1 浮上しろ及び圧力解放面積

(1) 浮上しろ

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3) 3]① (P.16)]に、「浮上しろについては、二輪車等の通行に障害を与えない高さに設定する」とある。

具体的な段差に関する数値としては、『建設工事公衆災害防止対策要綱の解説』(第7章 覆工 95)で、路上の段差について、覆工板相互間に生じる段差は「やむを得ない場合でも2センチメートル以内に止めるように」とし、舗装面において「段差が道路縦断方向にできると自動車等の走行上支障を及ぼし」と路上において自動車等の走行上の支障となる段差の目安として 20mm という数値が設定されている。

また、バリアフリー化のための基準として国土交通省『歩道における段差及び勾配等に関する基準』(Ⅱ.2(1)ハ)車道との段差)では、歩道等と車道との段差を 2cm としており、多くの自治体でもこの基準に沿った条例を制定している。

以上のことから車両通行への障害を与えない浮上しろの基準として 20mm 以下と規定した。

(2) 圧力解放面積

JSWAS G-4 規格本文[7. 4 (3) (P.4)]に準拠し、最小浮上しろ(錠部または蝶番部の浮上しろ設計値のうち小さい値)から断面積を算出し、設計図書に明記することを求めることとした。

7.2 浮上開始揚圧力性能

(1) 浮上開始揚圧力（水理的・圧縮空気試験）

揚圧(内圧)発生時は、カバーにかかる圧力と同等の圧力が下水道管にもかかっている状態である。下水道管路を構成する鉄筋コンクリート管の水密性規格が0.1MPaであり、内圧発生時に下水道管路を保護する考えから、この圧力までにカバーを解放する基準とした。

なお、圧縮空気試験を行う場合には、条件が緩い水理的試験(浮上試験機の水槽ないに水を満たした状態で開始する試験)は行わない。錠、及び、蝶番の破壊は、一般に圧縮空気による浮上現象が生じた場合の衝撃で起こるものであり、それより衝撃の少ない水理的試験の意味合いは薄いと考えられる。

7.3 耐揚圧強度性能

(1) 耐揚圧荷重強度（水理的・機械的・圧縮空気試験）

①耐揚圧荷重強さの設定について（機械的試験）

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3)3 ② (P.16)]に「耐揚圧荷重強さの範囲については、上限値を枠緊結ボルトの保証荷重(106kN)とし、下限値は、ふたの喰い込み力の最大値を60kN未満と推定し、これを上回る強度が必要と考えられる。(中略)錠より蝶番強度が強いことが必要である」とあり、これに準拠し、基準を規定した。

※留意点:カバーの浮上による排出能力を大きく超える管路内圧力が発生した場合、インサートナットの引抜き強度が上述の錠強度より小さいと、インサートナットの引抜き破壊によって、上部壁が破損し、カバーごとの飛散するおそれがある。したがって、インサートナットは、錠強度より大きい引抜き強度を有することが必要である。

②水理的耐揚圧強度の設定について（水理的試験）

耐揚圧性能については、実際の管路での内圧発生により近い形である、水理的(浮上試験機使用)圧力に対する性能について設定する必要があると判断し規

定したもの。その基準値としては、JSWAS G-4 規格（[参考資料 5][2. 2. 1(2) (P.37)]では「カバー・フレームを1号マンホールに模した実験ますに取り付け、（中略）試験機の運転を一定時間（運転条件：5m³/min、内圧 2kgf/cm²、運転 30sec）行い」と記載されているが、実際の運転条件は圧力解放面積等を含めて、製品ごとの条件によって異なるものである。いずれにしても、この状態で錠/蝶番に破損及び解錠がないこととした。

③車両走行安全性能について

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3)3 --① (P.16)]に浮上したカバーについて「車両通過時のふたの揺動等により、錠等がフレームからはずれない構造とすることが必要」とあり、これに準拠し設定した。なお、試験での車両走行位置については JSWAS G-4 規格には記載がないが、ふた表面上を車両が通過する基本的なパターンとして直進 4 方向を設定した。

④圧縮空気における耐揚圧荷重強度について（圧縮空気試験）

試験荷重（予荷重）を10回載荷して喰い込み状態を作った後に、空気圧縮による圧力開放を発生させ、カバー浮上時の衝撃エネルギーで機能部品に破断が生じないことを実際に近い形で確認する。なお、この場合の試験荷重（予荷重）は、荷重たわみ試験と同等である。

耐揚圧強度試験で浮上開始圧力基準の2倍以上の強度が確認されても、食込み力と浮上しろの影響を受け錠及び蝶番に作用する衝撃エネルギーが変化し、その程度によっては圧力開放時に機能部品やカバー・フレームの機能部位が破断する可能性があるためこの性能を規定した。

7. 4 ふたの収納性能

（1）内圧低下後のふた段差（浮上後収納性能）について

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3)2]③ (P.16)]に浮上したカバーについて「内圧がなくなると、カバーはもとの状態に戻る」とある。本来は段差 0mm であることが望ましいが、①JSWAS G-4 規格でも元に戻った状態でのカバーとフレームの具体的な段差(数値)については規定していないこと、②要求すべき性能基準として段差 0mm は現状の技術ではかなり高度な要求と判断されることから、基準値を当面の間、段差 10mm 以下と規定した。

(2) 傾斜地対応について

JSWAS G-4 規格 [参考資料 5][2. 1. 1(P.36)、2. 2. 1(P.37)]では圧力解放耐揚圧性能の設定について、ふたの水平設置時、傾斜設置時などの区分けはなく、傾斜の有無に関わらず、圧力解放耐揚圧性能は有していなければならない性能と解釈できるが、性能確認のための試験方法としては水平時の場合が紹介されている。

実際に設置されている環境においては、ふたが傾斜した状態で内圧を受けた場合、構造によっては水平時と同等の性能を発揮できない可能性がある。そのため、本規定書では傾斜地に設置されているカバーの浮上時の施錠性及び浮上後の収納性について設定をした。

基準については、水平時と同様の性能を確保するために、浮上時の施錠性については、傾斜設置されたふたであっても浮上時に、カバーが開放したり、錠が外れないこと。また、浮上後の収納性については、カバーがフレームに納まり、フレームから外れないこととした。

なお、傾斜角度は「道路構造令」の道路の最大勾配 12%で設定した。

8. 統合性の重要要素

8.1 食込力制御性能

ふたには、「食込み過ぎも起こらず、がたつきも起こらない」という二律背反する機能が統合された性能(食込み力制御)が必要である。

この食込み力制御性能が発揮されることで、重要性能である基本的維持管理性能(確実な開放性能)・道路系の重要性能(がたつき防止性能)・管路系の重要性能(浮上開始揚圧力の性能・耐揚圧強度)の性能が満たされることとなる。

食込み力制御性能が実現されていない場合には、関連する他の性能に大きな影響を及ぼすため、統合性の重要要素として規定した。

この性能は、表 16 の基準(基本的維持管理性能(確実な開放性能)・道路系(がたつき防止性能)・管路系(浮上開始揚圧力の性能・耐揚圧強度)の性能)を全て満たすことと規定する。

以上

人吉市型下水道用マンホールふた

(呼び 300 車道用)

性能規定書

解 説

人吉市水道局下水道課

目 次

人吉市型下水道用マンホールふた 呼び 300 車道用 性能規定書(解説)

呼称の変更と対応規格について	解・車・3 - 1
1. ふたの基本的寸法及び構造	解・車・3 - 2
1. 1 基本寸法	解・車・3 - 2
1. 2 形 状	解・車・3 - 2
2. ふたの材質及び本体性能	解・車・3 - 3
2. 1 ふたの材質	解・車・3 - 3
2. 2 本体強度	解・車・3 - 5
2. 2. 1 発生応力 (限界性能)	解・車・3 - 5
2. 2. 2 発生応力 (初期性能)	解・車・3 - 5
2. 2. 3 荷重強さ	解・車・3 - 6
2. 3 フレームの変形防止性能	解・車・3 - 7
3. 外 観	解・車・3 - 7
4. 塗 装	解・車・3 - 7
5. 基本的維持管理性能	解・車・3 - 8
5. 1 ふたの逸脱防止性能	解・車・3 - 8
5. 2 ふたの着脱性	解・車・3 - 8
5. 3 セキュリティ性能 (不法開放防止性能)	解・車・3 - 8
5. 4 不法投棄防止性能	解・車・3 - 8
5. 5 確実な開放性能	解・車・3 - 9
5. 6 雨水流入防止性能 (任意性能)	解・車・3 - 9
5. 7 表 示 (維持管理上の識別性能)	解・車・3 - 9

目 次

6. 道路系の重要性能	解・車・3 - 10
6. 1 がたつき防止性能	解・車・3 - 10
6. 2 ふた表面のスリップ防止性能	解・車・3 - 12
7. 管路系の重要要素	解・車・3 - 14
7. 1 浮上しろ及び圧力解放面積	解・車・3 - 15
7. 2 耐揚圧強度性能	解・車・3 - 17
7. 3 ふたの収納性能	解・車・3 - 18
8. 統合性の重要要素	解・車・3 - 19
8. 1 食込力制御性能	解・車・3 - 19

人吉市 下水道用マンホールふた 呼び 300 車道用

呼称の変更と対応規格について

本性能規定書の作成にあたり、旧仕様書での呼称の変更を行っている。呼称の変更内容と製品が対応すべき社団法人 日本下水道協会規格(以下「JSWAS G-4 規格」と略す)は以下の通り。

新呼称	旧仕様書での呼称	下水協規格
マンホールふた呼び 300	小型グラウンドマンホール φ300(直接蓋)	JSWAS G-4 呼び 300

参考文献

本性能規定書の作成にあたり、下記文献より必要な部分を参照した。

「下水道用鋳鉄製マンホールふた」(呼び 300～900)JSWAS G-4-2005
社団法人日本下水道協会が 2005 年 7 月に改正版を発行

「次世代型マンホールふたおよび上部壁 技術マニュアル」
財団法人下水道新技術推進機構が 2007 年 3 月に発行

1. ふたの基本寸法及び形状

1. 1 基本寸法

寸法については、JSWAS G-4 規格〔4 (P.3)〕及び同解説〔4 (P.17)〕に規定された標準的な寸法を遵守して各製造業者が設計するものとし、各製造業者が提出する許容差を記入した設計図書に基づいて、当該製造業者の製品の間での互換性を有するものでなければならない。

製品内径(フレーム下端部内径)については JSWAS G-4 規格に定められているが、ふたの外径(ふた表面のカバー外径・フレーム内径)については製造業者の任意とされ、JSWAS G-4 規格解説〔P.17, 表 8〕において多様性が認められている。但し、この寸法に関する最大許容差は JSWAS G-4 規格解説〔P.18, 表 9(I, I')〕にがたつき防止できる性能実現のための機械加工において厳しい許容差が設定されている。

アンカー穴の寸法については規定されていないが、道路構造令で規定されている道路の最大傾斜12%に準拠し、この傾斜でも高さ調整部の施工が確実に行えなければならない。

実際の試験においては、本性能規定書に定める内容を遵守した設計図書を机上照査して基本寸法が満足されていることを確認する。

1. 2 形 状

JSWAS G-4 規格〔4 形状及び材質 (P.3)〕に準拠し、本性能規定書の求める性能の網羅性、即ち、基本的維持管理性能、道路系の重要性能、管路系の重要性能及び統合性の重要要素を確保するために必要な、最低限の形状に関する要求を規定するものである。

カバーについては、開閉器具穴を一箇所以上設け、蝶番及び錠が取り付けられる形状であること、また、蝶番取り付け部をカバー裏面に設けることで、同部からの雨水及び土砂の流入が防止されていることを確認する。

なお、蝶番はカバーに取り付けられるものであるが、錠についても、カバーに取り付けて専用工具で直接操作するという、従来の操作方法を継承することが維持管理上の必要性から規定した。

フレームについては、蝶番座及び錠座を持ち(蝶番座は別部品で取り付け可)、また、アンカー穴については、6個とし、等間隔で設けられていることを確認する。

2. ふたの材質及び本体強度

2.1 ふたの材質

ふたの材質は、供試材が Y ブロックの場合に、JIS G 5502 に規定する球状黒鉛鋳鉄品(カバー材:FCD700、フレーム材:FCD600)と同等以上とし、JSWAS G-4 規格 [5 材質 (P.4)]に準拠した。

また、これらの規格には含まれていないが、旧仕様書で定められていた腐食減量についても、耐久性の観点から改めて規定した。

さらに、旧仕様書で定められていた製品実体切出しによる材質試験も改めて規定し、特に引張強さについては、Yブロック試験片に比べて緩和された数値を規定していた旧仕様書内容を改め、Yブロック試験片と同等の基準値を設定した。

《腐食試験の必要性和基準根拠について》

旧仕様書で定められていた腐食減量については、耐久性に関係する材質特性であるため、改めて腐食試験を規定した。

限界状態の耐荷重強さ(発生応力)試験において設定される腐食減肉量は、既往製品の調査実績にもとづき設定(技術マニュアル P.23, P.113)しており、旧仕様書で定められていた腐食減肉量の規定がこれと整合性を持つと考えられる。

《実体製品からの切出し試験の必要性和基準根拠について》

ふたの形状は薄板状の部分が多いため、実製品とは鋳造冷却条件が異なる Y ブロックから切り出した試験片のみでは材質に求められる性能確保を確認しづらい点は否めず、実際の製品から切り出した試験片を用いた材質試験も、通過車輛の荷重を直接的に受けるカバーに関しては特に必要と判断する。

旧仕様書において、製品実体切り出し試験片の基準値は、(社)日本鋳物協会[現在は(社)日本鋳造工学会]の雑誌「鋳物」[現在の学会誌「鋳造工学」に当たる] 第45巻第2号(1973年)の記事を参考に、Yブロック基準値の90%で設定することを基本としていた。この場合、マンホールふたの実製品における材質試験の基準値を、JIS等の規格値から緩和する前提となるため、本来的な限界状態設計法ではなく、経験値としての「安全率」を重視し続けなければならないことになる。

本性能規定書においては、後述の〔2.2 本体強度〕で示すように、カバーの材質FCD700(引張り強さ 700N/mm^2 以上)を前提とした発生応力を基本とする製品設計を要求し、また、許容応力の設定にあたり、カバー材質引張り強さ 700N/mm^2 以上をもとに算出している。これらの理由から、カバーからの製品実体切り出し試験片に要求する基準値を、さしあたり引張強さに関しては、JIS等の規格値、すなわちYブロック試験片と同様の基準値とした。

なお、製品実体からの切出しによる材質試験は、曲線部の多いフレームから試験片を切り出すことは困難である。したがって、カバーのみ材質試験を行なうこととする。

《材質性能と他の性能との関係について》

材質性能は、関連する他の性能に影響する。そのため、材質の確認は、単に材質面での性能確認だけでなく、関連する性能との整合性確認の意味合いも含んでいる。以下に材質と関連性能を示す。

- ・耐荷重(許容応力)に対する初期及び限界性能:
 - カバー材質(FCD700)の引張り強度(製品実体の引張り強度)
 - 腐食代(カバー裏の腐食減肉速度)の設定(製品実体の耐腐食)
- ・耐がたつきの限界性能:カバー・フレームの勾配面の磨耗速度(製品実体の硬さ)
- ・耐スリップ限界性能:ふた表面の磨耗速度(製品実体の硬さ)

2.2 本体強度

2.2.1 発生応力(限界性能) 2.2.2 発生応力(初期性能)

荷重強さは、ふたに要求される道路の一部としての性能の中で、最も基本的なものであり、車輛通行に伴う繰り返し荷重がかかる環境下において、耐用年数期間を通じて維持されるべき性能である。

したがって「土木・建築にかかる設計の基本(2002年 国土交通省)」が求める限界状態設計法に基づく設計がなされているかの確認が必要であり、JSWAS G-4 規格にある荷重たわみ及び耐荷重強度というマクロ的な性能確認だけでなく、外部荷重に対して発生するふたの各部分のミクロ的な応力での規定を行うこととした。応力について、設置当初の性能(「初期性能」と言う)と、耐用年数経過を想定した性能(「限界性能」と言う)の両方を規定し、製品が耐用年数期間を通じて荷重強さが維持されることを確認する性能規定とした。

なお、ミクロ的な応力での規定を行うため、製造業者は設計図書によって発生応力が最大となる試験荷重の載荷位置及び応力測定位置を明らかにすることを求める。

《試験荷重の設定理由について》

車道に設置されるふたにおいて想定される外部荷重とは、車輛通過に伴う衝撃荷重であり、これを試験荷重として設定した。

試験荷重(T-25:35kN/T-14:20kN)は、JIS A 5506「下水道用マンホールふた」に準じ、一後輪荷重(車両総重量の40%)である活荷重(T25:25kN/T14:14kN)に衝撃係数0.4を加味した値を衝撃荷重と見なした。

《限界性能:耐力 420N/mm² 以下とした理由について》

一般的な下水腐食環境(腐食環境条件Ⅲ種)において、15年(ふたの標準耐用年数)を経過した場合、その腐食代は、0.49mm 程度と言われている。これに対して、安全率として2を乗じ、15年の腐食減肉量を1.0mmと定めた。〔技術マニュアル P.113 参照〕

限界性能については、標準耐用年数15年経過後を想定し、1.0mm 減肉した製品での性能を規定することとし、外部荷重に対する発生応力が耐力値以下となることを規定

することで、標準耐用年数経過後であっても車両通過による衝撃荷重でカバーが弾性変形する(残留ひずみを残さない)限界として設定した。

《初期性能:許容応力 235N/mm² 以下とした理由について》

外部荷重に対して発生する応力が許容応力以下であれば、ふたに繰り返し荷重が加えられたとしても、ふたが塑性変形したり破壊したりすることはないとされる。初期性能において、車両通過に伴う衝撃荷重(試験荷重)で発生する応力が許容応力以下と規定することで、設置当初の耐荷重性能として、無限に近い繰り返しの車両通過があったとしても、ふたが変形、破壊することはないものとして設定した。

なお、許容応力とは、耐力値に対して安全率を勘案した性能基準値と見られる。カバー材質 FCD700 の許容応力には、公的規格値は存在しないため、「道路橋示方書及び JIS A 5506 「下水道用マンホールふた」に規定されている FCD400 の許容応力(140N/mm²)と耐力(250N/mm²)から、耐力値に対する安全率が 1.785 と計算され、FCD700 の耐力(420N/mm²)から FCD700 の許容応力を以下のように算出した。

$$\begin{array}{cc} \text{(FCD700)} & \text{(FCD400)} \\ \text{許容応力 } X & : \text{耐力 } 420 = \text{許容応力 } 140 : \text{耐力 } 250 \\ X \text{ (FCD700 の許容応力)} & = 420 \times 140 \div 250 \doteq 235 \text{N/mm}^2 \end{array}$$

上記のように、設置当初(初期性能)において無限に近い繰り返しの車両通過に対し変形、破壊がないことを規定し、15年経過後(限界性能)において弾性変形の限界を規定することで、耐用年数期間を通じて荷重強さが維持されることを規定した。

2.2.3 荷重強さ

本来は、上記の発生応力の試験によるミクロ的な性能確認で十分であるが、旧仕様書でも定められているマクロ的な性能である荷重たわみ及び耐荷重性能について、JSWAS G-4 規格 [3.2.1 (P.2)] に準拠して設定し、念のためにマクロ的な性能も合わせて確認することとした。

なお、耐荷重性能の試験荷重については、衝撃荷重に対して安全率を乗じたものとされている。[JSWAS G-4 規格解説(P.11~14)]これらの安全率の根拠は経験知というほかない。

2.3 フレームの変形防止性能

① ナットの締め込み強さ

JSWAS G-4 規格[参考資料5]の6(p.45)に「78.4N・m で締め込み」との記述があるが、これは呼び 600 のふたに関してのものであり、その際に前提とされているボルトは M16 規格のものである。

呼び 300(直接ふた)に関しては、前提とするべきボルトが M12 規格のものであることから、締め込み強さを 30N・m と設定した。

② フレーム変形量

JSWAS G-4 規格[参考資料5]の6(P.46)に「フレームの内径に 0.2mm を超える楕円が発生すると、カバーのがたつき現象が認められるようになる」との記述があるが、本来は限りなく変形していない(0.0mm)ことが求められる。よって、計測器の測定誤差 0.1mm(測定可能範囲)を勘案して 0.1mm 未満とした。

3. 外 観

JSWAS G-4 規格 [3. 1 (P.2)] に準拠して設定した。

ふたが鋳鉄製品であることから、性能規定書が求める性能を実現するための品質確保においては鋳造欠陥や有害な傷などがもたらす応力集中がないことが不可欠である。これらの欠陥がないことの蓋然性を判断するために、外観に現れた有害な欠陥がないことを求める。

4. 塗 装

塗装については、各製造業者の品質確保の誠実性を判断する一助とするために定めされており、JSWAS G-4 規格 [6 前段 (P.4)] の記載に準拠した。

用語を解釈すると、「密着性(容易に剥がれないこと)、防食性(容易に腐食しないこと)及び耐候性(容易に変質・変色しないこと)」であり、これらの要件を塗料の特性として定めているが、下水協 G-4 規格においても具体的な特性値は示されていないため、これらの要件にそぐわないということが公知でない限り、塗料の特性についての厳密な性能確認は不要とする。

塗装後の表面についての記載は、JSWAS G-4 規格 [6 後段 (P.4)] 及び、JIS A 5506 に準拠して設定した。

5. 基本的維持管理性能

5.1 ふたの逸脱防止性能

逸脱防止性能は、JSWAS G-4 規格 [3. 2. 3 (1) (P.2)]及び[7. 4 (1) (P.4)]に準拠して設定した。

カバーを開けた際の操作には、360度回転による方法と、180度転回による方法とがあり、いずれの方法においてもカバーが逸脱しないことが、維持管理上の安全確保のために必須である。

5.2 ふたの着脱性

マンホールという開口部付近で重量物であるカバーの取り付け・取り外しにおいては、維持管理作業や施工をする際の安全性の観点から、容易にできることが必須である。

5.3 セキュリティ性能(不法開放防止性能) 5.4 不法投棄防止性能

不法開放防止性能は、JSWAS G-4 規格 [3. 2. 3 (2) (P.2)]及び同解説[3. 2. 3 (2) (P.15)]に準拠して設定した。

部外者によるカバーの開放が可能である場合には、下水道管路の安全確保上、重大な懸念となるため、下水道管理に携わる作業者のみが開放できるように錠を備え、その錠は施錠忘れがないように、カバーを閉めると自動的にロックする構造とした。

また、その開放においては専用工具を必要とするものとする。

専用工具については、本市においては8年以上にわたって所定の工具を定めており、維持管理やセキュリティ性確保を考慮して、この専用工具を用いて行うカバーの開放が容易であることを、各製造業者の開発の前提とすることを求める。

なお、不法投棄防止性能に関連して、技術マニュアル(P.143～P.144)においては施錠強度に関する考え方を示しているが、本性能規定書においては、7. 2(1)① 圧力解放耐揚圧性能において定められた錠強度の規定で十分と判断されるため、不法投棄防止の観点から錠強度の規定を設けることについては今後の検討課題とし、現時点では特に定めないものとした。

5.5 確実な開放性能

ふたは、維持管理の面から、開錠・カバーの開閉が容易にできることを求める。

確認方法は、後述する圧力解放試験と同様に予荷重〔(T-25:55kN/T-14:30kN)荷重たわみ試験の試験荷重に同じ〕を10回加えて、食込力を安定させた状態で、実際の開蓋作業にて解錠・カバーの開放が可能かどうかの確認を実施する。

5.6 雨水流入防止性

地形上、頻繁に冠水することが考えられる場所などに設置されるふたにおいては、雨水流入によって下水道管路内の流量、下水道処理施設への影響を最小限に留めるため、雨水流入防止性能を規定した。但し、ふたからの雨水流入が下水道施設に大きな影響をもたらしているのか否かについては、現在、実証的な証明はされていない。したがって、要求する基準値に対する公的な根拠、試験方法も確立されていない。

ふたからの雨水の流入は、錠などの機能部品周辺だけではなく、カバーとフレームの勾配面からの流入もあることから、ふた全体をパイプ等で囲った試験方法が技術マニュアル〔§23 雨水流入防止性能および水密性(P.39)〕で示されており、本性能規定書においてもこれに準拠して定めた。ただし、予荷重の負荷回数について技術マニュアルでは、食込み力の安定を確保するために10回としているが、雨水流入防止に関する試験条件としては厳しいと見られる1回のみで可とした。この場合、予荷重の設定は荷重たわみ試験の試験荷重と同等とした。

なお、雨水流入量の基準値については、技術マニュアルに準拠して5分間の測定によって100ml/分以下であることとした。

雨水流入防止性能によって密閉性が高くなる場合には、圧力解放耐揚圧性能に関連するリスクも大きくなることから、雨水流入防止性能を高める一方で、圧力解放性能も有することとした。

5.7 表示（維持管理上の識別性能）

表示の方法については、従来どおりカバー裏の鋳出しを基本とするが、維持管理上、カバーを開けなくとも製造年〔西暦下二桁〕や汚水・雨水の区分等（カバー裏鋳出し表示と同等の内容）の識別を容易にするために表面鋳出しの要件についても規定した。

但し、荷重区分及び製造業者名若しくはマーク、略号については、カバー表面のスリップ防止性能を優先し任意とする。

さらに、フレームについても、メーカー間の互換性がない為、在庫管理・施工管理上、また、維持管理上、カバーを開けた際、製造業者が確認出来るよう、製造業者名若しくはマーク、略号の鋳出しの要件についても規定した。

6. 道路系の重要性能

6.1 がたつき防止性能

ふたのがたつき防止性能については、JSWAS G-4 規格 [3. 2. 2 (P.2)]にもある通り、ふたの支持構造において、がたつきを防止できる性能は道路の一部としての安全確保上、きわめて重要な性能であり、これを実現するためにわが国では 30 年以上にわたって「カバーとフレームの接触面を機械加工とした急勾配受け」が一般的になっている。

しかし、急勾配受けが含む問題点については、いわゆる「食込み過ぎ」と呼ばれる維持管理上の問題のほか、後述の圧力解放耐揚圧性能の安定性に関する懸念も指摘されており、また、製品寿命の長期化を目指す中でのより高度な支持構造が求められている。

ふたの支持構造、つまりカバーとフレームとが接触する勾配面における摩耗の進行は、がたつき騒音を発生させるばかりか、車輛通行の衝撃でカバーが飛散するといったような大きな事故の原因となる危険性がある。このため、車道におけるふたの標準的耐用年数とされた15年間の性能を保証するためには、カバーとフレームとが接触する勾配面の耐久性を検証する必要がある。

カバーとフレームとが接触する勾配面は微小な凹凸で形成されており、車輛が通過・移動することによりカバーに揺動が生じ、勾配面の微小な凹凸がつぶれるように摩耗していく。この勾配面の摩耗はふたの耐久性に大きく影響を及ぼす。当初は、微小な揺動であっても、摩耗が進行するごとに揺動量も増し、最終的にはカバーのがたつきが発生することとなる。そのため、耐用年数期間を通じてがたつきを防止するために、設置当初の性能(初期性能)と、ふたの標準耐用年数である15年経過後の性能(限界性能)の両方を規定した。

《限界性能の設定理由について》

限界性能としては、輪荷重走行試験機を用いて実際の大型車の通行に相当する移動荷重をふたに与え、ふたの標準耐用年数である15年相当の車両通過に対してもふたにがたつきが発生しないことを規定した。

輪荷重走行試験機などを用いる車両走行回数に対する耐久性確認の試験としては、アスファルトの耐久性確認試験として既に確立されており、15年間に相等する車両通過回数(T-25:50万回/T-14:5万回)と輪荷重(100kN)については、(社)日本道路協会発行の「アスファルト舗装要綱」及び「舗装の構造に関する技術基準・同解説」をもとに、以下のようにして設定した。

〔輪荷重走行試験における車両通過回数〕

以下の内容は、技術マニュアル〔§15 がたつき防止(P20)〕に準拠している。

(T-25 の場合)

「舗装の構造に関する技術基準・同解説」でいうD交通(計画交通量1日3,000台以上)から、15年間に相当する車両通過台数は、

$$3,000 \text{ 台/日} \times 365 \text{ 日} \times 15 \text{ 年} \times 0.5 \text{ (ふたが車輪に踏まれる確率)} \doteq 800 \text{ 万台 (回)}$$

輪荷重としては、「車輛制限令」で規定される輪荷重の最高限度である50kN(5tf)を適用し、大型車交通量1台に対する試験回数は、「舗装の構造に関する技術基準・同解説」により、50kNの輪荷重を1回とする。

さらに、アスファルト道路の耐久性促進試験では「交通荷重が舗装に与えるダメージは輪荷重の4乗に比例して指数関数的に増加する」という4乗則を適用して、耐久性促進試験としていることから、上記の試験条件においても、この4乗則を適用して、1回の輪荷重を上記の2倍の100kNとし、走行回数を $1/2^4=1/16$ の50万回に減じた促進試験条件とする。

※4乗則については、アメリカ全州道路運輸行政官協会(AASHO)による試験で確立されたものとして知られている。

(T-14の場合)

T-14については、同様にD交通で15年を想定して、800万回の車輛通過台数を考え、荷重比の考え方 $(14(T-14) \div 25(T-25) = 0.56)$ を取入れて、最大輪荷重を $50\text{kN} \times 0.56 = 28\text{kN}$ と見なし、1回の輪荷重を上記と同等に100kNとした場合での4乗則適用の結果、

$$(100(\text{kN}) \div 28\text{kN})^4 = 1/163$$

$800 \text{万} \div 163 \approx 50,000(\text{回})$ に減じた促進試験条件とする。

《初期性能の設定理由について》

ふたは、当初は微小なカバーの揺動による摩耗であっても、経年による摩耗の進行でがたつきにまで至る。がたつきの原因となるこの摩耗の進行を制御する為に、車両の通過時に発生するふたの揺動を抑えることが必要である。

そこで、初期性能としては、ふたに交互偏荷重を載荷することで、車両通過によるふた上面への荷重移動を再現し、その時の揺動量を規定した。

ふたへの交互偏荷重としては、道路橋仕法書でいう活荷重に、衝撃係数0.4を加味して1.4を乗じた荷重(T-25 35kN, T-14 19kN)を想定し、交互荷重の場合の載荷板面積比0.5を勘案して、T25:20kN、T-14:10kNとした。

本来、ふたにがたつきはあってはならないもので、揺動量も「0」であるべきだが、非常に高度な技術的要求であること(相反する性能の要求:動きにくい=食込過剰⇔開放しやすい=動きやすい)や、測定誤差があることも考慮して、その基準を0.5mm以下とした。

6.2 ふた表面のスリップ防止性能

ふた表面のスリップ防止性能については、近年、スリップ防止性能への注目が高まってきていることから、各製造業者において耐スリップ性能を高めた製品開発が進められ、全国の自治体においてスリップ防止の性能を有したふたが普及しつつある。さらに、JSWAS G-4規格では、[参考資料 4]としてスリップ防止についての考え方が新たに盛り込まれている。

この中で、雨天時などの二輪車のスリップを防止するためには、設置される周辺舗装面と同一レベルの動摩擦係数を有することが望ましいと述べられており、また、スリップ防止性能が必要とされる箇所やスリップ防止性能の測定方法についても設置基準(例) JSWAS G-4 規格[参考資料 1](P.25)や DF テスター R-85 を用いた滑り抵抗試験 JSWAS G-4 規格[参考資料 5][3 (P.41~43)]などが紹介されている。

このような社会背景から、今回、市民の安全確保のために、ふた表面のスリップ防止性能を規定した。

《設置時と15年後相当の2つ基準の設定について》

スリップ防止性能としては、JSWAS G-4 規格 [参考資料 4][3. 1 (P.31~32)]において設置時と取替時の2つの動摩擦係数目標値が示されている。

そこで、本規定書においても設置時と15年後相当(未使用の製品のふた上面から3mm 削り加工したもの)の2つの状態での動摩擦係数を規定した。

《15年後相当を3mm加工とした理由について》

15年後相当を3mm加工の状態とした理由は、下水協「下水道マンホールふたの維持管理マニュアル(案)」(P.43 注1)に耐用年数15年について磨耗進行速度を0.2mm/年と想定して設定したという内容があり、本規定書においても磨耗進行速度を0.2mm/年と仮定し、15年後相当のふた表面の状態として、3mm 削り加工した状態のもので動摩擦係数を設定することとした。

《表面粗さ $R_a=3.0$ 以下について》

JSWAS G-4 規格 [参考資料 5][3 (P.41)]において、DFテスター R85 での摩擦係数測定試験が行われているが、その際、供試体表面の粗さを $R_a=3.0$ 以下に研磨して測定することとなっている。路面に設置されたふた表面の塗装が剥がれ、鋳肌が磨滅した状態で、このふた表面の粗さが JIS B 0601 で規定される R_a 値で3.0以下という粗さに当たる。

本規定書においても、JSWAS G-4 規格 [参考資料 5][3 (P.41)]に準拠し、摩擦係数の測定はふた表面の粗さを $R_a=3.0$ 以下に研磨して状態で行うこととした。

◀動摩擦係数 設置時 0.6～0.85 と 15 年後相当(3mm 加工)0.45 以上について▶

JSWAS G-4 規格 [参考資料 4][3. 1 (P.31～32)]において、動摩擦係数の目標値として設置時 0.45、取替時 0.25 とされている。しかし、(独)土木研究所によると旧道路公団が全国の直轄国道で行った調査結果では路面(密粒舗装)の動摩擦係数は 0.55 程度あり、180 ヶ月(15 年)経過した状態でもその摩擦係数はほとんど変わらず 0.50 前後有しているという[G&Uvol.2(P.11)G&U 技術研究センター]。

15 年後相当での動摩擦係数を JSWAS G-4 規格 [参考資料 4][3. 1 (P.31)]の通り 0.25 以上と設定すると、実際のアスファルト路面の動摩擦係数との差が大きくなりすぎるほか、(社)日本道路協会で危険性の高い箇所のすべり抵抗目標値として 0.45 が示されていることから、15 年後相当の動摩擦係数として、0.45 以上という基準に設定した。

また、設置時の動摩擦係数については、製品表面の経年劣化を考慮し 15 年後相当の基準(0.45 以上)より高めに設定すべきで、その基準値としては上記の(独)土木研究所による実際の路面(密粒舗装)の動摩擦係数 0.55 を参考とし、この程度の範囲についてより滑りにくい(動摩擦係数が高い)側に設定し、動摩擦係数 0.6 以上と規定した。

さらに、初期性能のすべり摩擦係数が舗装面と比べて高すぎる場合には(ふた表面模様を鋭利にしたり、段差を大きくすることで摩擦係数を高くすることが考えられる)、舗装面とふた表面での摩擦係数において大きな差が発生することになり、この差により二輪車走行においてハンドルがとられるという懸念もある。

以上のような理由から、本規定では舗装面のすべり摩擦係数の実環境での最大値を参考とし、初期性能での動摩擦係数の上限値を 0.85 と規定した。

7. 管路系の重要要素(圧力解放耐揚圧性能)

圧力解放耐揚圧性能は、1998年以降、国土交通省が推進してきているマンホールの安全対策上で根幹となる性能であり、2005年の JSWAS G-4 規格改定にともなって新たに規格本文[3. 2. 3 (3) (P.3)]及び同解説[3. 2. 3 (3) (P.15)]として採り入れられた性能である。

圧力解放耐揚圧性能を必要とするような、下水道管路に生じる現象とは、集中豪雨時等の洪水時に発生する管路内の圧力がマンホールふたのカバーを押し上げる(揚圧)現象である。この揚圧の原因は、下水道管路内水位の上昇が、開水路である下水道

管路内の空気を圧縮することによるものであるが、圧縮された空気が何らかの方法で地上に放出（**圧力解放**）されることによって、カバーの開放が自然に起こるといふ危険が緩和されるため、圧力解放実現のためにカバーとフレームの間の隙間（**浮上しろ**）ができるような構造が求められる。

浮上しろを作り出すために、蝶番及び自動錠には揚圧に耐える十分な強度が求められるが、この強度は、圧力解放が開始される場合のカバーがフレームに食い込んでいる食い込み力が過大でないことを前提にして設計されるため、圧力解放開始時の食い込み力が制御されていることが必要である。（**食い込み力制御性能**）

圧力解放後も下水道管路内の水位が継続的に上昇すると、最終的に水圧でカバーを押し上げることが発生する。この場合にも上記の「浮上しろ」によって下水道管路から水を溢れさせることでカバーの開放を防止することとなる。その際の車輛通行によって自動錠の破損や開錠の危険を回避して市民の安全を守るために、**車輛走行による安全性能**を確認する。

また、空気圧または水圧による圧力が解放された後で、カバーがフレームへ元通りに収納されないと、その後の車輛等の通行に支障をきたすため、圧力解放後の**ふたの収納性能**も確認する。

極めてまれな気象条件下で、下水道管路内の水位上昇が著しく、自動錠の強度が局所的な空気圧上昇や水圧上昇に耐え切れない場合に、蝶番破断より先に自動錠を破断させ、カバーの流失という最悪の事態を回避することが求められる。

このような一連の事象を想定したものが**圧力解放耐揚圧性能**であり、その試験方法としては、より自然現象に近い再現ができる水理的な試験機(浮上試験機)を用いて確認することを原則とする。

ただし、浮上しろと耐揚圧強度はJSWAS G-4規格参考資料5〔2. 1. 1 (P.34)〕に準拠し、浮上試験機を用いない方法による測定も行う。

7. 1 浮上しろ及び圧力解放面積

(1)浮上しろについて

JSWAS G-4 規格解説〔3. 2. 3 (3) 3〕① (P.16)〕に、「浮上しろについては、二輪車等の通行に障害を与えない高さに設定する」とある。

具体的な段差に関する数値としては、『建設工事公衆災害防止対策要綱の解説』(第7章 覆工 95)で、路上の段差について、覆工板相互間に生じる段差は「やむを得ない場合でも2センチメートル以内に止めるように」とし、舗装面において「段差が道路縦断方向にできると自動車等の走行上支障を及ぼし」と路上において自動車等の走行上の支障となる段差の目安として 20mm という数値が設定されている。

また、バリアフリー化のための基準として国土交通省『歩道における段差及び勾配等に関する基準』(Ⅱ.2(1)ハ)車道との段差)では、歩道等と車道との段差を 2cm としており、多くの自治体でもこの基準に沿った条例を制定している。

以上のことから車両通行への障害を与えない浮上しろの基準として 20mm 以下と規定した。

(2) 圧力解放面積

JSWAS G-4 規格本文[7.4 (3) (P.4)]に準拠し、最小浮上しろ(錠部または蝶番部の浮上しろ設計値のうち小さい値)から断面積を算出し、設計図書に明記することを求めることとした。

《浮上開始揚圧力(水理的・圧縮空気試験)を規定しない理由》

揚圧(内圧)発生時は、カバーにかかる圧力と同等の圧力が下水道管にもかかっている状態である。下水道管路を構成する鉄筋コンクリート管の水密性規格が 0.1MPa であり、内圧発生時に下水道管路を保護する考えから、呼び 600 においては、この圧力までにカバーが浮上開始して圧力解放されるという基準とした。

呼び 300(直接ふた)においては、ふたの面積が小さいため、このような圧力で開放されるような場合には道路の一部としてのがたつき防止等で必要な食込み力が確保されないことを意味するため、同様な基準での浮上開始揚圧力は定めない。

実際の下水道管路システムにおいては、呼び 300(直接ふた)に隣接するマンホールにおいては呼び 600 が使用されていることが通例であり、内圧上昇時には、呼び 300(直接ふた)の浮上開始が起これなくても、呼び 600 のふたにおける浮上開始・圧力解放によって下水道管路システムが保護されることになる。

7.2 耐揚圧強度性能

(1) 耐揚圧荷重強度(水理的試験・機械的・圧縮空気試験)

① 耐揚圧荷重強さの設定について(機械的試験)

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3)3 ② (p.16)]に「耐揚圧荷重強さの範囲については、上限値を栓緊結ボルトの保証荷重(106kN)とし、下限値は、ふたの喰い込み力の最大値を 60kN 未満と推定し、これを上回る強度が必要と考えられる。(中略)錠より蝶番強度が強いことが必要である」とあるが、これは呼び 600 のふたに関するものであって、その前提とされる内圧は概ね 0.2MPa である。

呼び 300 のふたにおいて、同様の基準での下限値を設定した場合、そこでの錠強度は比較的容易に破壊されて不法開放に至る危険性が高くなる。不法開放防止・不法投棄防止のために呼び 300(直接ふた)に必要な錠強度は、蝶番と同程度の基準、つまり 0.38MPa の内圧に至るまで破断しないような強度を意味し、同時に、そのような内圧レベルまで、錠も蝶番も破断することなく内圧解放を実現するようなメカニズムが望ましい。

このような考え方に基いて、基準を規定した。

留意点:カバーの浮上による排出能力を大きく超える管路内圧力が発生した場合、インサートナットの引抜き強度が上述の錠強度より小さいと、インサートナットの引抜き破壊によって、上部壁が破損し、カバーごとの飛散するおそれがある。したがって、インサートナットは、錠強度より大きい引抜き強度を有することが必要である。

② 水理的耐揚圧強度の設定について(水理的試験)

耐揚圧性能については、実際の管路での内圧発生により近い形である、水理的(浮上試験機使用)圧力に対する性能について設定する必要があると判断し規定したもの。

その基準値としては、JSWAS G-4 規格 ([参考資料 5][2. 2. 1(2) (P.37)]で「カバー・フレームを1号マンホールに模した実験ますに取り付け、(中略)試験機の運転を一定時間(運転条件:5m³/min、内圧 2kgf/cm²、運転 30sec)行い」と記載されているが、実際の運転条件は圧力解放面積等を含めて、製品ごとの条

件によって異なるものである。

いずれにしても、この状態で錠/蝶番に破損及び解錠がないこととした。

③車両走行安全性能について

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3)3 -① (p.16)]に浮上したカバーについて「車両通過時のふたの揺動等により、錠等がフレームから外れない構造とすることが必要」とあり、これに準拠し設定した。

なお、試験での車両走行位置については JSWAS G-4 規格には記載がないが、ふた表面上を車両が通過する基本的なパターンとして直進 4 方向を設定した。

④圧縮空気における耐揚圧荷重強度について（圧縮空気試験）

試験荷重(予荷重)を10回載荷して喰い込み状態を作った後に、空気圧縮による圧力解放を発生させ、カバー浮上時の衝撃エネルギーで機能部品に破断が生じないことを実際に近い形で確認する。なお、この場合の試験荷重(予荷重)は、荷重たわみ試験と同等である。

耐揚圧強度試験で浮上開始圧力基準の2倍以上の強度が確認されても、食込み力と浮上しろの影響を受け錠及び蝶番に作用する衝撃エネルギーが変化し、その程度によっては圧力開放時に機能部品やカバー・フレームの機能部位が破断する可能性があるため、この性能を規定した。

7. 3 ふたの収納性能

(1) 内圧低下後のふた段差（浮上後収納性能）について

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3)2]③ (P.16)]に浮上したカバーについて「内圧がなくなると、カバーはもとの状態に戻る」とある。本来は段差 0mm であることが望ましいが、①JSWAS G-4 規格でも元に戻った状態でのカバーとフレームの具体的な段差(数値)については規定していないこと、②要求すべき性能基準として段差 0mm は現状の技術ではかなり高度な要求と判断されることから、基準値を当面の間、段差 10mm 以下と規定した。

(2) 傾斜地対応について

JSWAS G-4 規格 [参考資料 5][2. 1. 1(P.36)、2. 2. 1(P.37)]では圧力解放耐揚圧性能の設定について、ふたの水平設置時、傾斜設置時などの区分けはなく、傾斜の有無に関わらず、圧力解放耐揚圧性能は有していなければならない性能と解釈できるが、性能確認のための試験方法としては水平時の場合が紹介されている。

実際に設置されている環境においては、ふたが傾斜した状態で内圧を受けた場合、構造によっては水平時と同等の性能を発揮できない可能性がある。そのため、本規定書では傾斜地に設置されているカバーの浮上時の施錠性及び浮上後の収納性について設定をした。

基準については、水平時と同様の性能を確保するために、浮上時の施錠性については、傾斜設置されたふたであっても浮上時に、カバーが開放したり、錠が外れないこと。浮上後の収納性については、カバーがフレームに納まり、フレームから外れないこととした。

なお、傾斜角度は「道路構造令」の道路の最大勾配 12%で設定した。

8. 統合性の重要要素

8.1 食込力制御性能

ふたには、「食込み過ぎも起こらず、がたつきも起こらない」という二律背反する機能が統合された性能(食込み力制御)が必要である。

この食込み力制御性能が発揮されることで、重要性能である基本的維持管理性能(確実な開放性能)・道路系(がたつき防止性能)・管路系(浮上開始揚圧力の性能・耐揚圧強度)の性能が満たされることとなる。

食込み力制御性能が実現されていない場合には、関連する他の性能に大きな影響を及ぼすため、統合性の重要要素として規定した。

この性能は、表 14 の基準(基本的維持管理性能(確実な開放性能)・道路系(がたつき防止性能)・管路系(浮上開始揚圧力の性能・耐揚圧強度)の性能)を全て満たすことと規定する。

以上

人吉市型下水道用マンホールふた

(呼び 600 歩道用)

性能規定書

解 説

人吉市水道局下水道課

目 次

人吉市型下水道用マンホールふた 呼び 600 歩道用 性能規定書(解説)

呼称の変更と対応規格について	解・歩・6 - 1
デザイン	解・歩・6 - 1
1. ふたの基本的寸法及び形状	解・歩・6 - 2
1. 1 寸 法	解・歩・6 - 2
1. 2 形 状	解・歩・6 - 2
2. ふたの材質及び本体性能	解・歩・6 - 3
2. 1 ふたの材質	解・歩・6 - 3
2. 2 本体強度	解・歩・6 - 4
2. 2. 1 荷重強さ	解・歩・6 - 4
2. 3 フレームの変形防止性能	解・歩・6 - 4
3. 外 観	解・歩・6 - 4
4. 塗 装	解・歩・6 - 5
5. 基本的維持管理性能	解・歩・6 - 5
5. 1 ふたの逸脱防止性能	解・歩・6 - 5
5. 2 ふたの着脱性	解・歩・6 - 5
5. 3 セキュリティ性能(不法開放防止性能)	解・歩・6 - 5
5. 4 不法開放防止性能	解・歩・6 - 5
5. 5 表 示(維持管理上の識別性能)	解・歩・6 - 6
5. 6 転落防止性能	解・歩・6 - 6
5. 6. 1 転落防止装置の材質及び外観	解・歩・6 - 6
5. 6. 2 構 造	解・歩・6 - 6
5. 6. 3 耐揚圧強度及び荷重強さ	解・歩・6 - 6

目 次

6. 道路系の重要性能	解・歩・6 - 7
6. 1 がたつき防止性能	解・歩・6 - 7
7. 管路系の重要要素	解・歩・6 - 7
7. 1 浮上しろ及び圧力解放面積	解・歩・6 - 8
7. 2 耐揚圧強度性能	解・歩・6 - 9
7. 3 ふたの収納性能	解・歩・6 - 10

人吉市 下水道用マンホールふた 呼び 600 歩道用

呼称の変更と対応規格について

本性能規定書の作成にあたり、旧仕様書での呼称の変更を行っている。呼称の変更内容と製品が対応すべき社団法人 日本下水道協会(以下「JSWAS G-4」と略す)規格は以下の通り。

新呼称	旧仕様書での呼称	下水協規格
マンホールふた呼び 600	グラウンドマンホールφ600	JSWAS G-4 呼び 600

参考文献

本性能規定書（解説）の作成にあたり、下記文献より必要な部分を参照した。

「下水道用鋳鉄製マンホールふた」(呼び 300～900)JSWAS G-4-2005

社団法人日本下水道協会が 2005 年 7 月に改正版を発行

デザイン

ふた表面に用いるデザインについては、近年、スリップ防止性能への注目が高まってきたことから、各製造業者においてスリップ防止性能を高めた製品開発が進められている。

ふた表面のスリップ防止性能について、市民の安全確保のためにこうした製品開発の進展を望むものではあるが、車道における耐スリップ性能を評価する試験方法に関しては、JSWAS G-4[参考資料 4]及び[参考資料 5][3 (P. 41)]に記載されているが、歩道における耐スリップ性能を評価する試験方法に関しては、記載されていないことでやむを得ず、当面の間、従前のデザインを踏襲するものとする。

1. ふたの基本寸法及び形状

1.1 基本寸法

寸法については、JSWAS G-4 規格〔4 (P.3)〕及び同解説〔4 (P.17)〕に規定された標準的な寸法を遵守して各製造業者が設計するものとし、各製造業者が提出する許容差を記入した設計図書に基づいて、当該製造業者の製品の間での互換性を有するものでなければならない。

製品内径(フレーム下端部内径)についてはJSWAS G-4 規格に定められているが、ふたの外径(ふた表面のカバー外径・フレーム内径)については製造業者の任意とされ、JSWAS G-4 規格解説〔P.17, 表 8〕において多様性が認められている。但し、この寸法に関する最大許容差はJSWAS G-4 規格解説〔P.18, 表 9(I, I')〕にがたつき防止できる性能実現のための機械加工において厳しい許容差が設定されている。

アンカー穴の寸法については規定されていないが、道路構造令で規定されている道路の最大傾斜12%に準拠し、この傾斜でも高さ調整部の施工が確実に行えなければならない。

実際の試験においては、本性能規定書に定める内容を遵守した設計図書を机上照査して基本寸法が満足されていることを確認する。

1.2 形状

JSWAS G-4 規格〔4 形状及び材質 (P.3)〕に準拠し、本性能規定書の求める性能の網羅性、即ち、基本的維持管理性能、道路系の重要性能、管路系の重要性能を確保するために必要な、最低限の形状に関する要求を規定するものである。

カバーについては、開閉器具穴を一箇所以上設け、蝶番及び錠が取り付けられる形状であること、また、蝶番取り付け部をカバー裏面に設けることで、同部からの雨水及び土砂の流入が防止されていることを確認する。

なお、蝶番はカバーに取り付けられるものであるが、錠についても、カバーに取り付けて専用工具で直接操作するという、従来の操作方法を継承することが維持管理上の必要性から規定した。

フレームについては、蝶番座及び錠座を持ち(蝶番座は別部品で取り付けられることも可)、転落防止装置を取り付けられること、また、アンカー穴については、6個、又は、12個とし、等間隔で設けられていることを確認する。

2. ふたの材質及び本体強度

2.1 ふたの材質

ふたの材質は、供試材が Y ブロックの場合に、JIS G 5502 に規定する球状黒鉛鋳鉄品(カバー材:FCD700、フレーム材:FCD600)と同等以上とし、下水協 G-4 規格〔5 材質 (P.4)]に準拠した。

また、これらの規格には含まれていないが、旧仕様書で定められていた腐食減量についても、耐久性の観点から改めて規定した。

さらに、旧仕様書で定められていた製品実体切出しによる材質試験も改めて規定した。

《腐食試験の必要性と基準根拠について》

旧仕様書で定められていた腐食減量については、耐久性に関係する材質特性であるため、改めて腐食試験を規定した。

《実体製品からの切出し試験の必要性と基準根拠について》

ふたの形状は薄板状の部分が多いため、実製品とは鋳造冷却条件が異なる Y ブロックから切り出した試験片のみでは材質に求められる性能確保を確認しづらい点は否めず、実際の製品から切り出した試験片を用いた材質試験も、通過車輛の荷重を直接的に受けるカバーに関しては特に必要と判断する。

本性能規定書においても、旧仕様書のとおり製品実体切り出し試験片の基準値は、(社)日本鋳物協会[現在は(社)日本鋳造工学会]の雑誌「鋳物」[現在の学会誌「鋳造工学」に当たる] 第 45 巻第 2 号(1973 年)の記事を参考に、Y ブロック基準値の 90%で設定することとした。

2.2 本体強度

2.2.1 荷重強さ

旧仕様書でも定められている性能である荷重たわみ及び耐荷重性能について、JSWAS G-4 規格 [3. 2. 1 (P.2)] に準拠して設定した。

なお、耐荷重性能の試験荷重については、衝撃荷重に対して安全率を乗じたものとされている。[JSWAS G-4 規格解説(P.11～14)]これらの安全率の根拠は経験知というほかない。

2.3 フレームの変形防止性能

① ナットの締込み強さ

JSWAS G-4 規格[参考資料5]の6(P.45)に「78.4N・m で締め込み」との記述があり、トルク設定の簡易化のために 80N・m とした。

② フレーム変形量

JSWAS G-4 規格[参考資料5]の6(P.46)に「フレームの内径に 0.2mm を超える楕円が発生すると、カバーのがたつき現象が認められるようになる」との記述があるが、本来は限りなく変形していない(0.0mm)ことが求められる。よって、計測器の測定誤差 0.1mm(測定可能範囲)を勘案して 0.1mm 未満とした。

3. 外 観

JSWAS G-4 規格 [3. 1 (P.2)] に準拠して設定した。

ふたが鋳鉄製品であることから、性能規定書が求める性能を実現するための品質確保においては鋳造欠陥や有害な傷などがもたらす応力集中がないことが不可欠である。これらの欠陥がないことの蓋然性を判断するために、外観に現れた有害な欠陥がないことを求める。

4. 塗 装

塗装については、各製造業者の品質確保の誠実性を判断する一助とするために定めており、JSWAS G-4 規格 [6 前段 (P.4)] の記載に準拠した。

用語を解釈すると、「密着性(容易に剥がれないこと)、防食性(容易に腐食しないこと)及び耐候性(容易に変質・変色しないこと)」であり、これらの要件を塗料の特性として定めているが、JSWAS G-4 規格においても具体的な特性値は示されていないため、これらの要件にそぐわないということが公知でない限り、塗料の特性についての厳密な性能確認は不要とする。

塗装後の表面についての記載は、JSWAS G-4 規格 [6 後段 (P.4)]及び、JIS A 5506 に準拠して設定した。

5. 基本的維持管理性能

5.1 ふたの逸脱防止性能

逸脱防止性能は、JSWAS G-4 規格 [3. 2. 3 (1) (P.2)]及び[7. 4 (1) (P.4)]に準拠して設定した。

カバーを開けた際の操作には、360度旋回による方法と、180度転回による方法とがあり、いずれの方法においてもカバーが逸脱しないことが、維持管理上の安全確保のために必須である。

5.2 ふたの着脱性

マンホールという開口部付近で重量物であるカバーの取り付け・取り外しにおいては、維持管理作業や施工をする際の安全性の観点から、容易にできることが必須である。

5.3 セキュリティ性能(不法開放防止性能) 5.4 不法投棄防止性能

不法開放防止性能は、JSWAS G-4 規格 [3. 2. 3 (2) (P.2)]及び同解説[3. 2. 3 (2) (P.15)]に準拠して規定した。

部外者によるカバーの開放が可能である場合には、下水道管路の安全確保上、重大な懸念となるため、下水道管理に携わる作業者のみが開放できるように錠を備え、その

錠は施錠忘れがないように、カバーを閉めると自動的にロックする構造とした。

また、その開放においては専用工具を必要とするものとする。

専用工具については、本市においては8年以上にわたって所定の工具を定めており、維持管理やセキュリティ性確保を考慮して、この専用工具を用いて行うカバーの開放が容易であることを、各製造業者の開発の前提とすることを求める。

5.5 表示（維持管理上の識別性能）

表示の方法については、従来どおりカバー裏の鋳出しを基本とする。また、カバー表面についても、従来通り文字（『ひとよし』・『おすい』または『うすい』）を鋳出しすることとした。

さらに、フレームについては、メーカー間の互換性がない為、在庫管理・施工管理上、また、維持管理上、カバーを開けた際、製造業者が確認出来るよう、製造業者名若しくはマーク、略号の鋳出しの要件についても規定した。

5.6 転落防止性能

5.6.1 転落防止装置の材質及び外観

材質は、JSWAS G-4 規格 [附属書][2 (P.8)]及び同[附属書]解説[2 (P.23)]の趣旨に照らし、SUS304 ステンレス製又は同等以上であることを設定した。

外観については、JSWAS G-4 規格 [附属書][2 (P.8)]及び同[附属書]解説[2 (P.23)]に準拠し設定した。

5.6.2 構造

JSWAS G-4 規格 [附属書][3 後段 (P.8)]及び同[附属書]解説[3 後段 (P.23～24)]に準拠し設定した。

5.6.3 耐揚圧強度及び荷重強さ

JSWAS G-4 規格 [附属書][3 前段 (P.8)]及び同[附属書]解説[3 前段(P.23)]に準拠し設定した。

6. 道路系の重要性能

6.1 がたつき防止性能

ふたのがたつき防止性能については、JSWAS G-4規格〔3.2.2 (P.2)〕にもある通り、ふたの支持構造において、がたつきを防止できる性能は歩道といえども安全確保上、きわめて重要な性能であることから規定した。

これを実現するためにわが国では30年以上にわたって「カバーとフレームの接触面を機械加工とした急勾配受け」が一般的になっている。

7. 管路系の重要要素(圧力解放耐揚圧性能)

圧力解放耐揚圧性能は、1998年以降、国土交通省が推進してきているマンホールの安全対策上で根幹となる性能であり、2005年のJSWAS G-4規格改定にともなって新たに規格本文〔3.2.3 (3) (P.3)〕及び同解説〔3.2.3 (3) (P.15)〕として採り入れられていることから、基準を規定した。

圧力解放耐揚圧性能を必要とするような、下水道管路に生じる現象とは、集中豪雨時等の洪水時に発生する管路内の圧力がマンホールふたのカバーを押し上げる**(揚圧)**現象である。この揚圧に対して、カバーの開放が自然に起こると、危険が緩和されるため、圧力解放実現のためにカバーとフレームの間の隙間**(浮上しろ)**ができるような構造が求められる。

圧力解放後も下水道管路内の水位が継続的に上昇すると、最終的に水圧でカバーを押し上げることが発生する。この場合にも上記の「浮上しろ」によって下水道管路から水を溢れさせることでカバーの開放を防止することとなる。その際の車輛通行によって自動錠の破損や開錠の危険を回避して市民の安全を守るために、**車輛走行による安全性能**を確認する。

また、水圧による圧力が解放された後で、カバーがフレームへ元通りに収納されないと、その後の車輛等の通行に支障をきたすため、圧力解放後の**ふたの収納性能**も確認する。

極めてまれな気象条件下で、下水道管路内の水位上昇が著しく、自動錠の強度が局所的な水圧上昇に耐え切れない場合に、蝶番破断より先に自動錠を破断させ、カバーの流失という最悪の事態を回避することが求められる。

このような一連の事象を想定し、その試験方法としては、より自然現象に近い再現ができる水理的な試験機(浮上試験機)を用いて確認することとした。

ただし、浮上しろと耐揚圧強度は JSWAS G-4 規格参考資料5[2. 1. 1(P.34)]に準拠して、浮上試験機を用いない方法(機械的試験)による測定も行う。

7. 1 浮上しろ及び圧力解放面積

(1) 浮上しろ

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3) 3]① (P.16)]に、「浮上しろについては、二輪車等の通行に障害を与えない高さに設定する」とある。

具体的な段差に関する数値としては、『建設工事公衆災害防止対策要綱の解説』(第7章 覆工 95)で、路上の段差について、覆工板相互間に生じる段差は「やむを得ない場合でも2センチメートル以内に止めるように」とし、舗装面において「段差が道路縦断方向にできると自動車等の走行上支障を及ぼし」と路上において自動車等の走行上の支障となる段差の目安として 20mm という数値が設定されている。

また、バリアフリー化のための基準として国土交通省『歩道における段差及び勾配等に関する基準』(Ⅱ.2(1)ハ)車道との段差)では、歩道等と車道との段差を 2cm としており、多くの自治体でもこの基準に沿った条例を制定している。

以上のことから車両通行への障害を与えない浮上しろの基準として 20mm 以下と規定した。

(2) 圧力解放面積

JSWAS G-4 規格本文[7. 4 (3) (P.4)]に準拠し、最小浮上しろ(錠部または蝶番部の浮上しろ設計値のうち小さい値)から断面積を算出し、設計図書に明記することを求めることとした。

7.2 耐揚圧強度性能

(1) 耐揚圧荷重強度（水理的・機械的）

①耐揚圧荷重強さの設定について（機械的試験）

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3)3 ② (P.16)]に「耐揚圧荷重強さの範囲については、上限値を枠緊結ボルトの保証荷重(106kN)とし、下限値は、ふたの喰い込み力の最大値を 60kN 未満と推定し、これを上回る強度が必要と考えられる。(中略)錠より蝶番強度が強いことが必要である」とあり、これに準拠し、基準を規定した。

※留意点:カバーの浮上による排出能力を大きく超える管路内圧力が発生した場合、インサートナットの引抜き強度が上述の錠強度より小さいと、インサートナットの引抜き破壊によって、上部壁が破損し、カバーごとの飛散するおそれがある。したがって、インサートナットは、錠強度より大きい引抜き強度を有することが必要である。

②水理的耐揚圧強度の設定について（水理的試験）

耐揚圧性能については、実際の管路での内圧発生により近い形である、水理的(浮上試験機使用)圧力に対する性能について設定する必要があると判断し規定したもの。

その基準値としては、JSWAS G-4 規格（[参考資料 5][2. 2. 1(2) (P.37)]では「カバー・フレームを1号マンホールに模した実験ますに取り付け、(中略)試験機の運転を一定時間(運転条件:5m³/min、内圧2kgf/cm²、運転30sec)行い」と記載されているが、実際の運転条件は圧力解放面積等を含めて、製品ごとの条件によって異なるものである。いずれにしても、この状態で錠/蝶番に破損及び解錠がないこととした。

③車両走行安全性能について

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3)3 --① (P.16)]に浮上したカバーについて「車両通過時のふたの揺動等により、錠等がフレームからはずれない構造とすることが必要」とあり、これに準拠し設定した。

なお、試験での車両走行位置については JSWAS G-4 規格には記載がないが、

ふた表面上を車両が通過する基本的なパターンとして直進4方向を設定した。

7.3 ふたの収納性能

(1) 内圧低下後のふた段差（浮上後収納性能）について

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3)2]③ (P.16)]に浮上したカバーについて「内圧がなくなると、カバーはもとの状態に戻る」とある。本来は段差0mmであることが望ましいが、①下水協 G-4 規格でも元に戻った状態でのカバーとフレームの具体的な段差(数値)については規定していないこと、②要求すべき性能基準として段差0mmは現状の技術ではかなり高度な要求と判断されることから、基準値を当面の間、段差10mm以下と規定した。

(2) 傾斜地対応について

JSWAS G-4 規格 [参考資料 5][2. 1. 1(P.36)、2. 2. 1(P.37)]では圧力解放耐揚圧性能の設定について、ふたの水平設置時、傾斜設置時などの区分けはなく、傾斜の有無に関わらず、圧力解放耐揚圧性能は有していなければならない性能と解釈できるが、性能確認のための試験方法としては水平時の場合が紹介されている。

実際に設置されている環境においては、ふたが傾斜した状態で内圧を受けた場合、構造によっては水平時と同等の性能を発揮できない可能性がある。そのため、本規定書では傾斜地に設置されているカバーの浮上時の施錠性及び浮上後の収納性について設定をした。

基準については、水平時と同様の性能を確保するために、浮上時の施錠性については、傾斜設置されたふたであっても浮上時に、カバーが開放したり、錠が外れないこと。また、浮上後の収納性については、カバーがフレームに納まり、フレームから外れないこととした。

なお、傾斜角度は「道路構造令」の道路の最大勾配12%で設定した。

以上

人吉市型下水道用マンホールふた

(呼び 300 歩道用)

性能規定書

解 説

人吉市水道局下水道課

目 次

人吉市型下水道用マンホールふた 呼び 300 歩道用 性能規定書(解説)

呼称の変更と対応規格について	解・歩・3 - 1
デザイン	解・歩・3 - 1
1. ふたの基本的寸法及び形状	解・歩・3 - 2
1. 1 寸 法	解・歩・3 - 2
1. 2 形 状	解・歩・3 - 2
2. ふたの材質及び本体性能	解・歩・3 - 3
2. 1 ふたの材質	解・歩・3 - 3
2. 2 本体強度	解・歩・3 - 4
2. 2. 1 荷重強さ	解・歩・3 - 4
2. 3 フレームの変形防止性能	解・歩・3 - 4
3. 外 観	解・歩・3 - 4
4. 塗 装	解・歩・3 - 5
5. 基本的維持管理性能	解・歩・3 - 5
5. 1 ふたの逸脱防止性能	解・歩・3 - 5
5. 2 ふたの着脱性	解・歩・3 - 5
5. 3 セキュリティ性能(不法開放防止性能)	解・歩・3 - 5
5. 4 不法開放防止性能	解・歩・3 - 5
5. 5 表 示(維持管理上の識別性能)	解・歩・3 - 6

目 次

6. 道路系の重要性能	解・歩・3 - 6
6. 1 がたつき防止性能	解・歩・3 - 6
7. 管路系の重要要素	解・歩・3 - 6
7. 1 浮上しろ及び圧力解放面積	解・歩・3 - 7
7. 2 耐揚圧強度性能	解・歩・3 - 8
7. 3 ふたの収納性能	解・歩・3 - 9

人吉市 下水道用マンホールふた 呼び 300 歩道用

呼称の変更と対応規格について

本性能規定書の作成にあたり、旧仕様書での呼称の変更を行っている。呼称の変更内容と製品が対応すべき社団法人 日本下水道協会(以下「JSWAS G-4」と略す)規格は以下の通り。

新呼称	旧仕様書での呼称	下水協規格
マンホールふた呼び 300	小型グラウンドマンホール φ 300(直接蓋)	JSWAS G-4 呼び 300

参照文献

本性能規定書（解説）の作成にあたり、下記文献より必要な部分を参照した。

「下水道用鋳鉄製マンホールふた」(呼び 300～900)JSWAS G-4-2005

社団法人日本下水道協会が 2005 年 7 月に改正版を発行

デザイン

ふた表面に用いるデザインについては、近年、スリップ防止性能への注目が高まってきていることから、各製造業者においてスリップ防止性能を高めた製品開発が進められている。

ふた表面のスリップ防止性能について、市民の安全確保のためにこうした製品開発の進展を望むものではあるが、車道における耐スリップ性能を評価する試験方法に関しては、JSWAS G-4[参考資料 4]及び[参考資料 5][3 (P. 41)]に記載されているが、歩道における耐スリップ性能を評価する試験方法に関しては、記載されていないことでやむを得ず、当面の間、従前のデザインを踏襲するものとする。

1. ふたの基本寸法及び形状

1.1 基本寸法

寸法については、JSWAS G-4 規格〔4 (P.3)〕及び同解説〔4 (P.17)〕に規定された標準的な寸法を遵守して各製造業者が設計するものとし、各製造業者が提出する許容差を記入した設計図書に基づいて、当該製造業者の製品の間での互換性を有するものでなければならない。

製品内径(フレーム下端部内径)については JSWAS G-4 規格に定められているが、ふたの外径(ふた表面のカバー外径・フレーム内径)については製造業者の任意とされ、JSWAS G-4 規格解説〔P.17, 表 8〕において多様性が認められている。但し、この寸法に関する最大許容差は JSWAS G-4 規格解説〔P.18, 表 9(I, I')〕にがたつき防止できる性能実現のための機械加工において厳しい許容差が設定されている。

アンカー穴の寸法については規定されていないが、道路構造令で規定されている道路の最大傾斜12%に準拠し、この傾斜でも高さ調整部の施工が確実に行えなければならない。

実際の試験においては、本性能規定書に定める内容を遵守した設計図書を机上照査して基本寸法が満足されていることを確認する。

1.2 形状

JSWAS G-4 規格〔4 形状及び材質 (P.3)〕に準拠し、本性能規定書の求める性能の網羅性、即ち、基本的維持管理性能、道路系の重要性能、管路系の重要性能を確保するために必要な、最低限の形状に関する要求を規定するものである。

カバーについては、開閉器具穴を一箇所以上設け、蝶番及び錠が取り付けられる形状であること、また、蝶番取り付け部をカバー裏面に設けることで、同部からの雨水及び土砂の流入が防止されていることを確認する。

なお、蝶番はカバーに取り付けられるものであるが、錠についても、カバーに取り付けて専用工具で直接操作するという、従来の操作方法を継承することが維持管理上の必要性から規定した。

フレームについては、蝶番座及び錠座を持ち(蝶番座は別部品で取り付けられることも可)、また、アンカー穴については、6個とし、等間隔で設けられていることを確認する。

2. ふたの材質及び本体強度

2.1 ふたの材質

ふたの材質は、供試材が Y ブロックの場合に、JIS G 5502 に規定する球状黒鉛鋳鉄品(カバー材:FCD700、フレーム材:FCD600)と同等以上とし、JSWAS G-4 規格 [5 材質 (P.4)]に準拠した。

また、これらの規格には含まれていないが、旧仕様書で定められていた腐食減量についても、耐久性の観点から改めて規定した。

さらに、旧仕様書で定められていた製品実体切出しによる材質試験も改めて規定した。

《腐食試験の必要性和基準根拠について》

旧仕様書で定められていた腐食減量については、耐久性に関係する材質特性であるため、改めて腐食試験を規定した。

《実体製品からの切出し試験の必要性和基準根拠について》

ふたの形状は薄板状の部分が多いため、実製品とは鋳造冷却条件が異なる Y ブロックから切り出した試験片のみでは材質に求められる性能確保を確認しづらい点は否めず、実際の製品から切り出した試験片を用いた材質試験も、通過車輛の荷重を直接的に受けるカバーに関しては特に必要と判断する。

本性能規定書においても、旧仕様書のとおり製品実体切り出し試験片の基準値は、(社)日本鋳物協会[現在は(社)日本鋳造工学会]の雑誌「鋳物」[現在の学会誌「鋳造工学」に当たる] 第 45 巻第 2 号(1973 年)の記事を参考に、Y ブロック基準値の 90%で設定することとした。

2.2 本体強度

2.2.1 荷重強さ

旧仕様書でも定められている性能である荷重たわみ及び耐荷重性能について、JSWAS G-4 規格〔3.2.1 (P.2)〕に準拠して設定した。

なお、耐荷重性能の試験荷重については、衝撃荷重に対して安全率を乗じたものとされている。〔JSWAS G-4 規格解説(P.11～14)〕これらの安全率の根拠は経験知というほかない。

2.3 フレームの変形防止性能

① ナットの締め込み強さ

JSWAS G-4 規格〔参考資料5〕の6(P.45)に「78.4N・m で締め込み」との記述があるが、これは呼び 600 のふたに関するものであり、その際に前提とされているボルトは M16 規格のものである。

呼び 300 (直接ふた) に関しては、前提とするべきボルトが M12 規格のものであることから、締め込み強さを 30N・m と設定した。

② フレーム変形量

JSWAS G-4 規格〔参考資料5〕の6(P.46)に「フレームの内径に 0.2mm を超える楕円が発生すると、カバーのがたつき現象が認められるようになる」との記述があるが、本来は限りなく変形していない(0.0mm)ことが求められる。よって、計測器の測定誤差 0.1mm (測定可能範囲) を勘案して 0.1mm 未満とした。

3. 外 観

JSWAS G-4 規格〔3.1 (P.2)〕に準拠して設定した。

ふたが鋳鉄製品であることから、性能規定書が求める性能を実現するための品質確保においては鋳造欠陥や有害な傷などがもたらす応力集中がないことが不可欠である。これらの欠陥がないことの蓋然性を判断するために、外観に現れた有害な欠陥がないことを求める。

4. 塗 装

塗装については、各製造業者の品質確保の誠実性を判断する一助とするために定めており、JSWAS G-4 規格 [6 前段 (P.4)] の記載に準拠した。

用語を解釈すると、「密着性(容易に剥がれないこと)、防食性(容易に腐食しないこと)及び耐候性(容易に変質・変色しないこと)」であり、これらの要件を塗料の特性として定めているが、下水協 G-4 規格においても具体的な特性値は示されていないため、これらの要件にそぐわないということが公知でない限り、塗料の特性についての厳密な性能確認は不要とする。

塗装後の表面についての記載は、JSWAS G-4 規格 [6 後段 (P.4)]及び、JIS A 5506 に準拠して設定した。

5. 基本的維持管理性能

5.1 ふたの逸脱防止性能

逸脱防止性能は、JSWAS G-4 規格 [3. 2. 3 (1) (P.2)]及び[7. 4 (1) (P.4)]に準拠して設定した。

カバーを開けた際の操作には、360度旋回による方法と、180度転回による方法とがあり、いずれの方法においてもカバーが逸脱しないことが、維持管理上の安全確保のために必須である。

5.2 ふたの着脱性

マンホールという開口部付近で重量物であるカバーの取り付け・取り外しにおいては、維持管理作業や施工をする際の安全性の観点から、容易にできることが必須である。

5.3 セキュリティ性能(不法開放防止性能) 5.4 不法投棄防止性能

不法開放防止性能は、JSWAS G-4 規格 [3. 2. 3 (2) (P.2)]及び同解説[3. 2. 3 (2) (P.15)]に準拠して規定した。

部外者によるカバーの開放が可能である場合には、下水道管路の安全確保上、重大な懸念となるため、下水道管理に携わる作業者のみが開放できるように錠を備え、その錠は施錠忘れがないように、カバーを閉めると自動的にロックする構造とした。

また、その開放においては専用工具を必要とするものとする。

専用工具については、本市においては8年以上にわたって所定の工具を定めており、維持管理やセキュリティ性確保を考慮して、この専用工具を用いて行うカバーの開放が容易であることを、各製造業者の開発の前提とすることを求める。

5.5 表 示（維持管理上の識別性能）

表示の方法については、従来どおりカバー裏の鋳出しを基本とする。また、カバー表面についても、従来通り文字（『ひとよし』・『おすい』または『うすい』）を鋳出しすることとした。

さらに、フレームについても、メーカー間の互換性がない為、在庫管理・施工管理上、また、維持管理上、カバーを開けた際、製造業者が確認出来るよう、製造業者名若しくはマーク、略号の鋳出しの要件についても規定した。

6. 道路系の重要性能

6.1 がたつき防止性能

ふたのがたつき防止性能については、JSWAS G-4 規格 [3. 2. 2 (P.2)] にもある通り、ふたの支持構造において、がたつきを防止できる性能は道路の一部としての安全確保上、きわめて重要な性能であることから規定した。

これを実現するためにわが国では30年以上にわたって「カバーとフレームの接触面を機械加工とした急勾配受け」が一般的になっている。

7. 管路系の重要要素(圧力解放耐揚圧性能)

圧力解放耐揚圧性能は、1998年以降、国土交通省が推進してきているマンホールの安全対策上で根幹となる性能であり、2005年の JSWAS G-4 規格改定にともなって新たに規格本文[3. 2. 3 (3) (P.3)]及び同解説[3. 2. 3 (3) (P.15)]として採り入れられていることから、基準を規定した。

圧力解放耐揚圧性能を必要とするような、下水道管路に生じる現象とは、集中豪雨時等の洪水時に発生する管路内の圧力がマンホールふたのカバーを押し上げる（**揚圧**）現象である。この揚圧に対して、カバーの開放が自然に起こると、危険が緩和されるため、圧力解放実現のためにカバーとフレームの間の隙間（**浮上しろ**）ができるような構造が求められる。

圧力解放後も下水道管路内の水位が継続的に上昇すると、最終的に水圧でカバーを押し上げることが発生する。この場合にも上記の「浮上しろ」によって下水道管路から水を溢れさせることでカバーの開放を防止することとなる。その際の車輛通行によって自動錠の破損や開錠の危険を回避して市民の安全を守るために、**車輛走行による安全性**を確認する。

また、水圧による圧力が解放された後で、カバーがフレームへ元通りに収納されないと、その後の車輛等の通行に支障をきたすため、圧力解放後の**ふたの収納性能**も確認する。

極めてまれな気象条件下で、下水道管路内の水位上昇が著しく、自動錠の強度が局所的な水圧上昇に耐え切れない場合に、蝶番破断より先に自動錠を破断させ、カバーの流失という最悪の事態を回避することが求められる。

このような一連の事象を想定し、その試験方法としては、より自然現象に近い再現ができる水理的な試験機(浮上試験機)を用いて確認することとした。

ただし、浮上しろと耐揚圧強度はJSWAS G-4規格参考資料5〔2. 1. 1(P.34)〕に準拠して、浮上試験機を用いない方法(機械的試験)による測定も行う。

7. 1 浮上しろ及び圧力解放面積

(1) 浮上しろ

JSWAS G-4 規格解説〔3. 2. 3 (3) 3〕① (P.16)〕に、「浮上しろについては、二輪車等の通行に障害を与えない高さに設定する」とある。

具体的な段差に関する数値としては、『建設工事公衆災害防止対策要綱の解説』(第7章 覆工 95)で、路上の段差について、覆工板相互間に生じる段差は「やむを得ない場合でも2センチメートル以内に止めるように」とし、舗装面において「段

差が道路縦断方向にできると自動車等の走行上支障を及ぼし」と路上において自動車等の走行上の支障となる段差の目安として 20mm という数値が設定されている。

また、バリアフリー化のための基準として国土交通省『歩道における段差及び勾配等に関する基準』(Ⅱ.2(1)ハ)車道との段差)では、歩道等と車道との段差を 2cm としており、多くの自治体でもこの基準に沿った条例を制定している。

以上のことから車両通行への障害を与えない浮上しろの基準として 20mm 以下と規定した。

(2) 圧力解放面積

JSWAS G-4 規格本文[7.4 (3) (P.4)]に準拠し、最小浮上しろ(錠部または蝶番部の浮上しろ設計値のうち小さい値)から断面積を算出し、設計図書に明記することを求めることとした。

7.2 耐揚圧強度性能

(1) 耐揚圧荷重強度 (水理的・機械的)

①耐揚圧荷重強さの設定について (機械的試験)

JSWAS G-4 規格解説[3.2.3 (3)3 ② (p.16)]に「耐揚圧荷重強さの範囲については、上限値を栓緊結ボルトの保証荷重(106kN)とし、下限値は、ふたの喰い込み力の最大値を 60kN 未満と推定し、これを上回る強度が必要と考えられる。(中略)錠より蝶番強度が強いことが必要である」とあるが、これは呼び 600 のふたに関するものであって、その前提とされる内圧は概ね 0.2MPa である。

呼び 300 のふたにおいて、同様の基準での下限値を設定した場合、そこでの錠強度は比較的容易に破壊されて不法開放に至る危険性が高くなる。不法開放防止・不法投棄防止のために呼び 300(直接ふた)に必要な錠強度は、蝶番と同程度の基準、つまり 0.38MPa の内圧に至るまで破断しないような強度を意味し、同時に、そのような内圧レベルまで、錠も蝶番も破断することなく内圧解放を実現するようなメカニズムが望ましい。

このような考え方に基いて、基準を規定した。

※留意点:カバーの浮上による排出能力を大きく超える管路内圧力が発生した場合、インサートナットの引抜き強度が上述の錠強度より小さいと、インサートナットの引抜き破壊によって、上部壁が破損し、カバーごとの飛散するおそれがある。したがって、インサートナットは、錠強度より大きい引抜き強度を有することが必要である。

②水理的耐揚圧強度の設定について（水理的試験）

耐揚圧性能については、実際の管路での内圧発生により近い形である、水理的(浮上試験機使用)圧力に対する性能について設定する必要があると判断し規定したものを。

その基準値としては、JSWAS G-4 規格（[参考資料 5][2. 2. 1(2) (P.37)]では「カバー・フレームを1号マンホールに模した実験ますに取り付け、(中略)試験機の運転を一定時間(運転条件:5m³/min、内圧2kgf/cm²、運転30sec)行い」と記載されているが、実際の運転条件は圧力解放面積等を含めて、製品ごとの条件によって異なるものである。いずれにしても、この状態で錠/蝶番に破損及び解錠がないこととした。

③車両走行安全性能について

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3)3 ① (P.16)]に浮上したカバーについて「車両通過時のふたの揺動等により、錠等がフレームからはずれない構造とすることが必要」とあり、これに準拠し設定した。

なお、試験での車両走行位置については JSWAS G-4 規格には記載がないが、ふた表面上を車両が通過する基本的なパターンとして直進4方向を設定した。

7.3 ふたの収納性能

(1) 内圧低下後のふた段差（浮上後収納性能）について

JSWAS G-4 規格解説[3. 2. 3 (3)2]③ (P.16)]に浮上したカバーについて「内圧がなくなると、カバーはもとの状態に戻る」とある。本来は段差0mmであることが望ましいが、①JSWAS G-4 規格でも元に戻った状態でのカバーとフレームの

具体的な段差(数値)については規定していないこと、②要求すべき性能基準として段差0mmは現状の技術ではかなり高度な要求と判断されることから、基準値を当面の間、段差10mm以下と規定した。

(2) 傾斜地対応について

JSWAS G-4 規格 [参考資料 5][2. 1. 1(P.36)、2. 2. 1(P.37)]では圧力解放耐揚圧性能の設定について、ふたの水平設置時、傾斜設置時などの区分けはなく、傾斜の有無に関わらず、圧力解放耐揚圧性能は有していなければならない性能と解釈できるが、性能確認のための試験方法としては水平時の場合が紹介されている。

実際に設置されている環境においては、ふたが傾斜した状態で内圧を受けた場合、構造によっては水平時と同等の性能を発揮できない可能性がある。そのため、本規定書では傾斜地に設置されているカバーの浮上時の施錠性及び浮上後の収納性について設定をした。

基準については、水平時と同様の性能を確保するために、浮上時の施錠性については、傾斜設置されたふたであっても浮上時に、カバーが開放したり、錠が外れないこと。また、浮上後の収納性については、カバーがフレームに納まり、フレームから外れないこととした。

なお、傾斜角度は「道路構造令」の道路の最大勾配 12%で設定した。

以 上

人吉市型下水道用マンホールふた

施工用部材

性能規定書

解 説

人吉市水道局下水道課

目 次

人吉市型下水道用マンホールふた 施工用部材 性能規定書(解説)

規定理由について	解・施 - 1
1. 高さ調整部材の性能	解・施 - 2
1. 1 高さ調整部材の基本的性能	解・施 - 2
1. 2 高さ調整部材の傾斜施工性能	解・施 - 2
2. 無収縮流動性モルタルの性能	解・施 - 3

人吉市 下水道用マンホールふた施工用部材

規定理由について

ふたに求められる安全性能は、ふたの据付け施工によって実現されるものであり、ふたのみの性能を規定するだけでは不十分である。

ふたの傾斜施工を容易に行い、また、フレームの変化によって生じるカバーのがたつきを防止するためには、高さ調整部材を使用する必要がある。この高さ調整部材は、経年変化後の高さ調整を容易に行えるようにモルタル固着防止の保護部材の装着を従来の仕様書において求めてきており、その性能を継続して求めるものとする。

フレームごとのがたつきを防止するためには、マンホール上面(または斜壁上面)とフレームの下面との間(「高さ調整部」という)に充填される調整部材が、充填不足を起こさず、耐久性を確保する強度を持ち、しかも短時間に施工が完了するような性能を持つ必要がある。

ふたを長期間にわたって安全に使用するために、据付け施工に必要な、高さ調整部材および無収縮流動性モルタルについて、性能を規定した。

1. 高さ調整部材の性能

1.1 高さ調整部材の基本性能

据付け施工の際に、安全性能実現のために留意すべき要点は、

- ①路面の傾斜に合わせて面一になるように必要に応じてふたを傾斜施工すること
- ②フレームの変形によって生じるふたのがたつきを防止すること
- ③フレームごとのがたつき及びそれが原因となって起こるアスファルト舗装面との縁切れを防止すること

である。

なお、据付け施工後、経年変化によって路面とふた上面とに段差が生じるような場合には、ふたの高さ調整を行って路面との段差をなくすことが必要である。

ふたの傾斜施工を容易に行い、また、フレームの変形によって生じるカバーのがたつきを防止するためには、高さ調整部材を使用する必要がある。この高さ調整部材は、経年変化後の高さ調整を容易に行えるように保護スリーブの装着が求められる。

1.2 高さ調整部材の傾斜施工性能

傾斜角度の設定については、「傾斜 12%での施工に対応できること」[マンホールふた 呼び600/呼び300 性能規定書1(3)(P.8)]と道路構造令に規定されている道路の最大傾斜 12%を参照して設定した。

ナットの締め込み強さについては、JSWAS G-4 規格[参考資料5]の6(p.45)に「78.4N・mで締め込み」との記述があるが、これは呼び600のふたに関するものであり、その際に前提とされているボルトはM16規格のものである。

呼び300(直接ふた)に関しては、前提とするべきボルトがM12規格のものであることから、締め込み強さを30N・mと設定した。

フレーム変形量については、JSWAS G-4 規格[参考資料5]の6(P.46)に「フレームの内径に0.2mmを超える楕円が発生すると、カバーのがたつき現象が認められるようになる」との記述があるが、本来は限りなく変形していない(0.0mm)ことが求められる。よって、計測器の測定誤差0.1mm(測定可能範囲)を勘案して0.1mm未満とした。

2 無収縮流動性モルタルの性能

フレームごとのがたつきを防止するためには、マンホール上面(または斜壁上面)とフレームの下面との間(「高さ調整部」という)を充填される調整部材が、充填不足を起こさず、耐久性を確保する強度を持ち、しかも短時間に施工が完了するような性能を持つ必要がある。

高さ調整部に充填される調整部材については、JSWAS G-4 規格 [参考資料3] (P.30)に「無収縮流動性モルタル」について言及されている。上記に示した「充填不足を起こさず、耐久性を確保する強度を持ち、しかも短時間に施工が完了するような性能」を「無収縮性」「高流動性」「超早強性」という用語を用いて表現し、それぞれの物性目標値を表3-1に示している。本規定書の性能値はこれに準拠して設定した。