

## 1-3-1 耐スリップマンホール蓋の導入について

施設管理部 管路管理課 梅崎 龍典

### 1. はじめに

以前、警視庁から二輪車転倒事故防止対策の一環としてマンホール蓋のすべり止め加工が建設局に要請された。また、建設局からは道路占用工事企業者連絡協議会を通して、各占有企業者に対して警視庁の見解が示された。

当課では平成29年度より既存マンホール蓋の性能調査に本格着手し、その後、3か年に亘り検討を重ねた。その結果、令和元年度末の技術管理員会において、すべり止め加工を施した内径60cm耐スリップマンホール蓋の仕様が承認され、実用化に目途を付けた。

本稿では耐スリップマンホール蓋のすべり抵抗値の設定や試作品を用いた性能評価手法について報告する。

### 2. 耐スリップマンホール蓋を開発する上での課題

#### 2.1 すべり抵抗性能の設定

検討にあたっては、マンホール蓋のすべり抵抗値に関する公の基準がなく、耐スリップマンホール蓋の開発目標値の設定が課題となった。このため、すべり抵抗値に関する各種文献を参考に当局独自の開発目標を設定する必要がある。

#### 2.2 既存マンホール蓋のデザインと機能確保

すべり抵抗性能の向上に加え、内径60cm既存マンホール蓋の下地模様（都の花：ソメイヨシノ、都の木：イチョウ、都民の鳥：ユリカモメ）のデザインと機能（人孔番号、荷重表記、下水種別、ガス孔）を活かす（図1）とともに下地模様の視認性を確保することを前提とし、すべり止め用の突起の形状や配置、下地模様の厚みに配慮して耐スリップマンホール蓋を開発する必要がある。

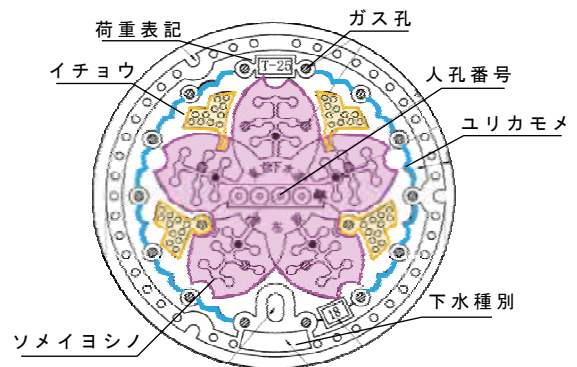


図1 既存マンホール蓋

### 3. 検討内容

#### 3.1 平成29年度の検討

##### 3.1.1 すべり抵抗指標の設定

すべり抵抗指標は、すべり抵抗値に関する文献を参考にして開発目標値を設定することとした（表1）。

表1 すべり抵抗指標（開発目標値）の設定根拠

すべり抵抗指標	開発目標値	すべり抵抗指標に関する諸元の引用元
BPN	60以上	「土木標準仕様書（保水性舗装の規格値）」－東京都建設局
C.S.R	0.40～0.90	「福祉のまちづくり条例施設整備マニュアル」－東京都福祉保健局
DFテスターR85	0.45以上	「路面性状委員会（すべり摩擦係数の目標値）」－日本道路協会

### 3.1.2 すべり抵抗指標の試験概要と特徴

#### 3.1.2.1 BPN試験（英国式ポータブルスキッドレジスタンステスター）

BPN試験（写真1）は、舗装面のすべり抵抗値を測定する試験であり、振り子腕の端に取り付けられたゴムスライダーと接触面とのすべり抵抗を測定するものである。幅75mmのゴムスライダーを傾斜が付いた状態で振り下ろしてマンホール蓋の表面と接触させ、1箇所の測定点で5回測定し、平均値をその測定箇所におけるすべり抵抗値とする。

#### 3.1.2.2 C.S.R試験（携帯式すべり抵抗試験機）

C.S.R試験（写真2）は、東北工業大学が開発した試験機で、人間の歩行感覚に対応した試験である。60mm×50mmのゴム板を取付けたおもり（20kg）をマンホール蓋に置いた瞬間に斜め上に引張り、おもりが動き出した瞬間の最大引張荷重と鉛直荷重（おもりの重さ）の比からすべり抵抗値を算出する。

#### 3.1.2.3 DFテスターR85試験（ダイナミックフリクションテスターR85）

DFテスターR85（写真3）は、舗装面のすべり抵抗値を測定するDFテスターを濡れた状態のマンホール蓋のすべり抵抗値を算出するために改良したものである。時速60km時の抵抗力と計測円盤（サイズ：半径85mm）を押しつける荷重からすべり抵抗値を算出する。



写真1 BPN



写真2 C.S.R

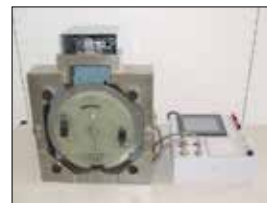


写真3 DFテスターR85

### 3.2.1 既存マンホール蓋の性能評価

#### 3.2.1.1 すべり抵抗性能

既存マンホール蓋の性能評価を実施した結果、内径60cm都型鉄蓋の試験値は開発目標値に及ばないことが判明した（表2）。また、下地模様のソメイヨシノの面が連続していることと凹部の隙間に水が溜まり蓋表面に水膜が発生することが判明した。このことから、蓋表面に発生する水膜がすべり抵抗値を低下させている原因であると推定した。

表2 既存マンホール蓋のすべり抵抗値（試験値）

No.	種別	状態	BPN	C.S.R	DFテスターR85
1	都型鉄蓋（内径60cm）	初期	42	0.69	0.30
2	都型鉄蓋（内径60cm）	限界	37	0.73	0.28
3	都型コンクリート蓋（内径60）	初期	49	0.68	0.13
4	A社製すべり止め加工蓋	初期	73	0.69	0.60
5	B社製すべり止め加工蓋	限界	58	0.72	0.52
6	No.1：C社製すべり止め材塗布	初期	74	0.93	0.61
7	No.1：D社製すべり止め材塗布	初期	78	0.81	0.30

※限界状態：初期状態から3mm摩耗させた状態（15年分の経年劣化を想定）－JSWAS G-4

すべり抵抗値の試験結果から耐スリップマンホール蓋の開発に当たっては、蓋の表面に雨水が滞水しづらくすることとタイヤが食込みやすい構造にする必要があることが分かつ

た。このため、下地模様の厚みを変更するとともにすべり止め用の突起を設け、突起の形状や配置の組み合わせについて検討を行うこととした。

### 3.2 平成 30 年度の検討

#### 3.2.1 供試体の製作

最も有効な突起の形状と配置を確認するため供試体を製作した。供試体は長さ 25 cm×幅 25 cm×厚さ 1.2 cm（突起高さ 0.4 cm）で、素材は実際の製品と同じ鋳鉄黒鉛鋳鉄品（JIS Z 2241）を用いて製作を行った（図 2）。また、突起については鉄蓋製造メーカーなどが公表している情報（表 3）を参考として突起の形状や配置方法を変更したものを 13 パターン製作した。その中からすべり抵抗値の評価や製造の可否と特許への抵触の有無を確認し、8 パターンの突起（表 4）を試作化の候補として選定した。

表 3 突起形状整理表

	①		②		③		④	
形状								
	多角形	円形	多角形	多角形	正方形	正三角形	正六角形	正三角形
大きさ	9 mm	4 mm	8 mm	6 mm	4 mm	5 mm	6 mm	6 mm

	⑤	⑥		⑦	⑧		⑨
形状							
	円形	正六角形	正三角形	円形	正方形	円形	円形
大きさ	10 mm	11 mm	9 mm	4 mm	5 mm	7 mm	4 mm

※突起の大きさ：平成 29 年度当時のメーカーなどのホームページ・パンフレットより推定

表 4 試作化候補の突起諸元

No.	形状	大きさ mm	ピッチ mm	間隔 mm
5	五角形	6	25	19
6	五角形	6	31	25
8	五角形	9	28	19
9	五角形	9	34	25
10	三角形	6	25	19
11	円形	6	25	19
12	四角形	6	25	19
13	六角形	6	25	19

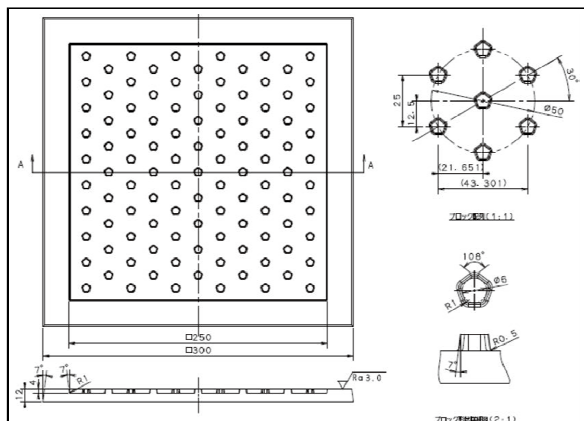


図 2 供試体の概要図（一例）

#### 3.2.2 試作品の製作（No.5）

前述した 8 パターンの候補（表 4）のうち、すべり抵抗値が開発目標値を満たし、かつ下地模様と突起形状の相性が良好であると推測した No.5 について試作化を行った。しかし、

すべり抵抗値は開発目標地を上回ったものの、塗装後の試作品では下地模様の視認性に課題が残った（写真 4-2）。



写真 4-1 No.5 試作品（塗装前）



写真 4-2 No.5 試作品（塗装後）

### 3.3 令和元年度の検討

#### 3.3.1 供試体の製作（加工）

No.5 試作品（写真 4-2）の下地模様の視認性の課題を解決するため、下地模様の厚みを変更し、かつ外周部に縁取りを行うことで視認性を向上させることを検討した（図 3、図 4）。また、平成 30 年度は初期状態のすべり抵抗値の試験しか行っていなかったため、引き続き限界状態のすべり抵抗値を確認する必要がある。

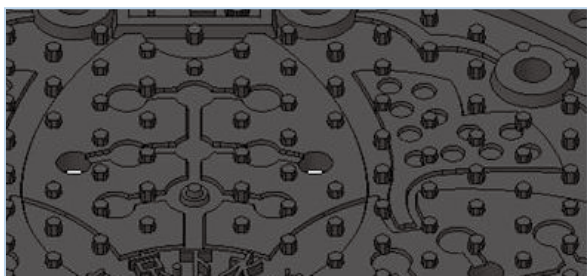


図 3 下地模様（既存）



図 4 下地模様（改良イメージ）

なお、下地模様の厚みの変更や外周部の縁取りを行うと表面に配置するすべり止め用の突起の高さが変わってしまう（図 5）。限界状態のすべり抵抗値を確認するためには供試体を新たに製作する必要があるが、供試体を追加で製作することは費用と時間を要するため、前年度に製作した供試体に 2 段階の加工を加えて限界状態におけるすべり抵抗値の試験を行えるよう工夫した（表 5）。

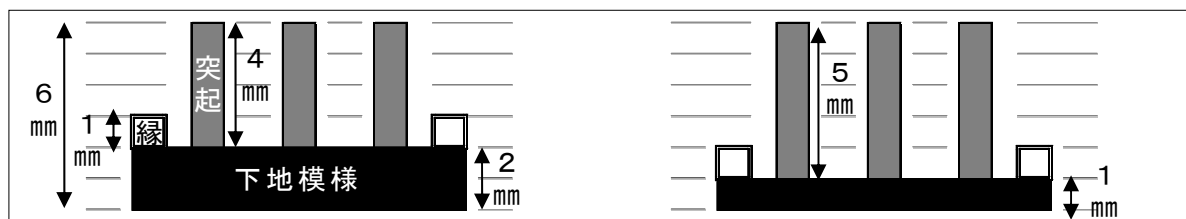


図 5 概要図（下地厚・縁高・突起高）

下地模様の厚みを 2 mm とした場合、突起の高さは初期状態で 4 mm、限界状態で 1 mm となる。また、下地模様の厚みを 1 mm とした場合、突起の高さは初期状態で 5 mm、限界状態で 2 mm となるため、限界状態の試験用として突起高さ 2 mm と 1 mm のものを製作した（表 5）。

表 5 供試体の突起高さ加工表

H30 供試体 (加工前)		加工 1 段階		加工 2 段階	
		加工量	限界 : 2 mm	加工量	限界 : 1 mm
突起高さ	初期 : 4 mm	-2 mm		-1 mm	

8 パターンの供試体 (表 4) を加工し、限界状態のすべり抵抗値を確認した結果、No.8 と No.11 の 2 パターンについて開発目標値を満たした (表 6)。

表 6 供試体のすべり抵抗値 (試験値) ※限界状態

No.	形 状	大きさ mm	ピッチ mm	間隔 mm	B P N	C. S. R	DFテスターR85
8	五角形	9	28	19	66	0.76	0.64
11	円形	6	25	19	73	0.71	0.73

### 3.3.2 試作品の製作 (No.8、No.11)

#### 3.3.2.1 すべり抵抗性能

No.8 と No.11 について試作品を製作し、すべり抵抗値を確認した (表 7)。

表 7 試作品のすべり抵抗値 (試験値) ※限界状態

No.	形 状	大きさ mm	ピッチ mm	間隔 mm	B P N	C. S. R	DFテスターR85
8	五角形	9	28	19	60	0.69	0.59
11	円形	6	25	19	68	0.63	0.67

#### 3.3.2.2 ライダー評価

試作品はすべり抵抗値の他に二輪車テストライダーによる走行フィーリング試験を追加し、二輪車の挙動や運転者の感触についても評価した (表 8)。

ライダー評価 (図 6) は、「下水道用マンホールふたの計画的な維持管理と改築に関する技術マニュアル(下水道新技術推進機構, 2012 年)」でモーターサイクル評価試験と称されており、二輪車の走行として遠心力がかかる「カーブの旋回」などにおいて、すべりを原因とした転倒やとっさのハンドル操作のリスクを評価するものである。テストコースは、車道用の一般的な舗装材の密粒度アスファルトを使用し、評価 (周回・急加速・発進・急停止) は各 10 点満点で 4 点以下は不合格となる。



図 6 ライダー評価

表 8 試作品のライダー評価結果 (試験値) ※限界状態

No.	形 状	大きさ mm	ピッチ mm	間隔 mm	周回	急加速	発進	急停止
8	五角形	9	28	19	8	10	10	6
11	円形	6	25	19	9	10	10	6

#### 3.3.2.3 総合評価

No.8 と No.11 試作品のすべり抵抗値及びライダー評価については、両者とも基準値を満たした。また、既存の下地模様の厚みを 1 mm とし、その周囲に高さ 1 mm の縁取りを行うなど

の改良を加えたことで下地模様の視認性も良好となった。これらの結果を踏まえ、4つの試験項目のうち3つ（BPN、DFテスターR85、ライダー）ですべり抵抗性能が高い値を示したNo.11を内径60cm耐スリップマンホール蓋の標準仕様に決定することとした（写真5）。



写真 5-1 No.11 試作品（塗装後）



写真 5-2 No.11 試作品（塗装後）

#### 4. おわりに

マンホール蓋のすべり抵抗値に関する基準がない中で、既存マンホール蓋のデザインと機能を確保させつつ、すべり抵抗性能の向上に向けて様々な検討を重ね、耐スリップマンホール蓋を開発することができた。

令和3年4月以降は都内道路に内径60cm耐スリップマンホール蓋を設置することにより、二輪車や歩行者のスリップ事故が低減し、お客さまの安全・安心に貢献するものと考えられる。また、令和2年度末には内径90cm耐スリップマンホール蓋（親子蓋）の仕様が確定する予定のため、令和4年度以降の導入を目指して道路・交通管理者へ説明していく。今後、本稿の事例が他企業管理者や他都市の参考になれば幸いである。