



道路の一部としてのマンホールふたの役割

杉 伸太郎

マンホールふたは、管路施設の中でも最も一般市民との接点の多い構造物である。日本のマンホールふたは、近年はデザインマンホールとして注目を集めている。一方マンホールふたは、道路空間にかけられた小さな橋と考えられており、日本の社会環境の変化に合わせ技術的な進化が進んできている。マンホールふたの基本構造、道路の一部としての安全対策、最新技術について紹介する。

キーワード：マンホールふた、鉄蓋、鋳鉄、道路、管路

1. はじめに

マンホールふたは、下水道用、上水道用、その他ガス、電力、通信用など様々な事業分野のものがある。下水道用のマンホールふたは、現時点で日本全国に1500万個以上あるといわれている。これは、平均すると下水道管30mごとに1基設置されている計算となる。特に古いものではがたつきや外れ等の異常を生じているものがあり、今後これらのストックをいかに管理していくか課題となっている。

マンホールふたの大きな特徴は、地下構造物の中でも唯一地表に現れた部分であり、道路空間に架けられた小さな橋として設計されてきた。道路の一部としては、小さな入口・穴（下水道用では60cmが一般的）ではあるが、異常が生じると車両や歩行者にとって危険物になってしまうことから、とりわけ管路資材の中でも安全対策が進歩してきた。ここでは、マンホールふたの安全対策に関する進化を追っていきたい。

2. 割れにくく軽量なマンホールふたの開発

昭和初期の下水道事業開始時ではマンホールふたの材質はコンクリート製ふたが使われていたといわれている。その後使われたのが、「普通鋳鉄（FC）」である（図—1上）。これは昔の鍋や釜に使われた材質で、衝撃に弱いので、マンホールのふたに使う際は、肉厚を厚くして強度を保てるように工夫がされた。そのため重量が重く、操作をするには不自由で維持管理作業には不向きな材質であった。

1960年代に使われるようになったのが鋳鉄管とし

て使われていた一般ダクトイル鋳鉄FCDである。この材質は、鋳鉄に含まれる黒鉛の形状を球状化することで、高強度、高粘性で衝撃に強く、重量も半分程度になった。しかし、引張強度が不足していたことで変形をおこしたり、がたつきの騒音の問題を抱えていた。

そこで、1965年ごろ、鉄蓋専用材質のダクトイル鋳鉄（ふた材：FCD700、枠材：FCD600）が開発され採用された（図—1下）。今の主流はこの材質である。この材質により、引張強度が向上し、耐摩耗性に優れ軽量化されたことで全国に広がった。この鉄蓋専用材質が使われるようになったことで、材質不良を改善し、現在の材質の基本が確立された。

普通鋳鉄（FC）



引張強度	150-250N/mm ² 以上
ブリネル硬度	150-200HBW以上

鉄蓋専用材質（ダクトイル鋳鉄 FCD）



	ふた材	枠材
引張強度	700N/mm ² 以上	600N/mm ² 以上
ブリネル硬度	235HBW以上	210HBW以上

図—1 材質の変遷（組織写真と強度）

3. マンホールふたをいかに固定するか

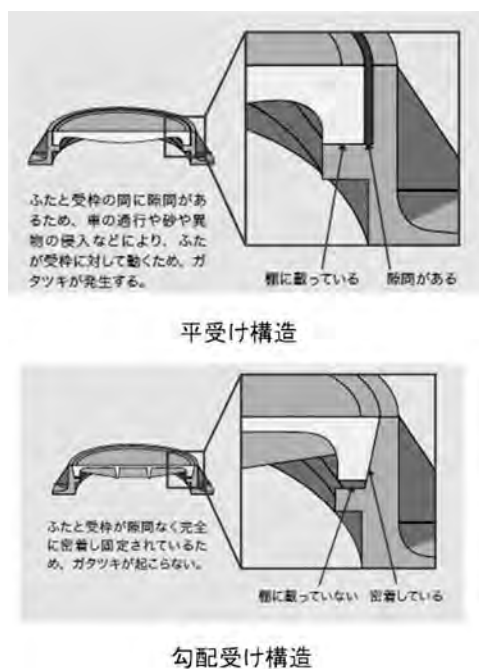
道路表面に露出するマンホールふたにとって、ふたを動かないように、がたつかないように固定することは非常に厄介な問題である。ふたの上を車が通るときはしっかりと固定されている必要があるが、一方ふた

を開ける際にはスムーズに開く必要がある。この相反する性能が問題を複雑にしている。

ふたを支持する構造は、1960年代ごろまでは一般に枠にふたを置いただけの平受け構造であった（図—2上）。この構造は車両通過時に動きやすく、ふたと枠の合わせ面が摩耗するので、がたつきが発生しやすい問題がある。

この問題を解決するため、勾配受け支持構造が開発された（図—2下）。この勾配受け支持構造は楔（くさび）の原理を利用したものである。開発初期段階では緩勾配受け構造と呼ばれる勾配角度が緩いふた（45度程度）が開発され設置されていたが、衝撃を受けた際に、収まっていたはずのふたが枠から動いてしまう現象が多発した。

それを受け、その後の開発で勾配角度8～9度のふたが開発され、がたつきの問題がある程度解決された。この急勾配受け構造は食い込むことでがたつきを軽減することができた。



図—2 支持構造の変遷

マンホールふたは長期にわたって使用されるものであり、がたつき防止性能も長期間にわたって持続しなければならない。ふた上の車輪移動にともない、微少な揺動がふたおよび枠のかん合部で発生し、がたつきを起こしたり、最悪の場合はふた飛散の要因となる。

このような現象を評価するために、近年は橋梁の床板の耐久性評価に使われている輪荷重走行試験機を用いてマンホールふたの長期のがたつき防止性能の評価も行われている（写真—1）。



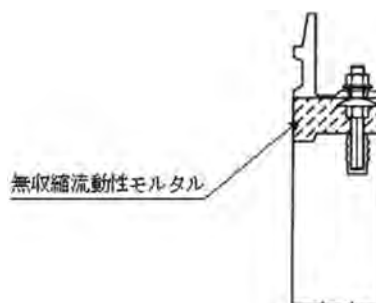
写真—1 輪荷重走行試験機

もう一つ、がたつき防止性能を長期間にわたって持続させるために重要となるのが、マンホールふたの枠とマンホール本体をつなげる基礎調整部である。

古いマンホールに代わり、1980年代から組立マンホールというものが市場に出るようになった。組立マンホールにボルトを挿入することが可能となり、ボルトで固定できるようになった。これまでは直置きをしたり、モルタルで巻くなどしていたために、固定されずにマンホールふたがずれたりする不具合があったが、これによってその問題が解決された。

しかし、ボルトで固定できるようになると、ボルトの締め付けに伴う問題がたびたび発生するようになった。この問題は、傾斜がある場所に施工するとき多く発生した。原因は、受枠が傾斜した状態でナットを締めこんだ際に、受枠が変形してしまい、受枠が楕円形状に変形してしまうことにあった。この問題は、受枠変形防止機能を備えた高さ調整部材の使用により対策がとられた。

また、舗装表面にマンホールふたのレベルを合わせようとすると、基礎調整部に隙間が生じてしまう。この隙間にきちんとモルタルで埋められていないとがたつきが発生する原因になることもある。この部分を実収縮流動性モルタルで充填し、しっかりマンホールふたを支える施工が一般的になっている（図—3）。



図—3 無収縮流動性モルタルによる施工
（マンホールふたの枠とマンホールの間）

4. 舗装との性能の連続性

道路の一部として安全な車両走行を目指すためには、アスファルト等の舗装との性能の連続性が要求される。

一つ目の連続性の問題は、マンホールふたの周辺舗装の沈下や破損である(写真—2)。この問題の原因は、舗装工事を行う際にマンホールふたの周辺は大きなローラーで転圧できず、土の締め固め不足になるためである。対策としては、舗装をする前にマンホールふたを一旦外して舗装工事をした後に、周辺をカッターで切りマンホールふたを設置する方法がある。しかしこの方法はコストの問題があり、マンホールふたを設置したままでの舗装工事が多いようである。



写真—2 マンホールふた周辺舗装の沈下と破損

なお、本号においては除雪を特集テーマとして取り上げられている。除雪作業の際に、除雪車のブレードが突出したマンホールふたに衝突し、マンホールふたが破損したり、ドライバーが怪我したりする事故が発生することがある。特に積雪地域では過去から大きな問題となっている。また積雪地域でなくとも例年にない大雪で除雪車事故が発生したことについて何回かお聞きしたことがある。知見する限り公表された論文等の資料がほとんどないが、筆者が把握している限りでは、対策としてブレードが引っ掛かりにくい形状をしたマンホールふたが開発されている。また、施工時に舗装よりも低くマンホールふたを設置する対策がある。

二つ目の連続性の問題はスリップ対策である。

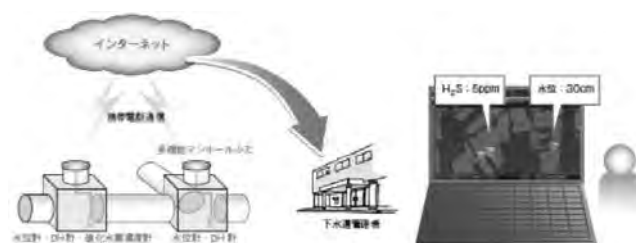
特に金属製のマンホールふたは、雨の日等の濡れた状態ではすべり抵抗値が低下し、舗装との性能差が極端に大きくなる場合があるので注意が必要となる。現在車道部で行われているスリップ対策は、耐スリップ型のマンホールふたとして、方向性をなくした均一独立突起模様が開発されている。

5. 最新技術やトピックス

最新技術として「ICTを活用した多機能型マンホールふた」と「ICタグを活用した管路管理の効率化技術」について取り上げる。

ICTを活用した多機能型マンホールふたとは、マンホールふたに水位などの測定器と通信用アンテナを組み込むことで、管きょ内の状況をインターネットを通じてリアルタイムに把握できる計測ツールである(図—4)。既存のマンホール内の空間を利用する。マンホールふたの裏側にバッテリーを内蔵しているため電源工事が要らず、電源が無い場所でも測定・通信が可能である。多機能型マンホールふたは、下水道管きょの水位や流量測定のほか、pHや硫化水素濃度測定、臭気測定などの環境測定にも活用することができる。

ICタグを活用した管路管理の効率化技術は、マンホールふたにICタグを内蔵させ、施設情報を記録させることで、維持管理の効率化を図る取り組みが行われている。この技術は、スマートフォンなどに専用アプリをダウンロードして利用ができる仕組みで、従来のような情報を読み取るための専用端末が不要なため、広く活用が期待されている技術である(図—5)。



図—4 多機能型マンホールふたを使ったリアルタイム送信のイメージ



図—5 ICタグを活用した管路管理（システムの全体イメージ）

6. おわりに

本文では取り上げることはできなかったが、近年の研究として、豪雨時のマンホールふたの浮上・飛散や

周辺舗装の隆起、また下水道環境腐食（硫酸による腐食）によるふたの浮上・飛散問題が大きな研究課題となっている。いまだ、マンホールふたには残された課題が多くある。

マンホールふたは、道路施設と管路施設を繋ぐものであり、人間で例えれば関節のような、道路と管路の機能を発揮する上で重要な部品であり、劣化も生じやすい部位だと考えている。

これを機会に鋳物の塊であるマンホールふたには実

は様々な工夫があることを知っていただけると幸いです。

J C M A

【筆者紹介】

杉 伸太郎（すぎ しんたろう）
㈱G&U 技術研究センター
顧客ソリューション部
取締役 部長

