

新・横浜市型人孔鉄蓋開発 に関する研究

1. 目的

近年、人孔鉄蓋を取り巻く環境が、道路構造令等の改正や製造物責任法の施行に伴い、大きく変化している。これを受けて、人孔鉄蓋においては仕様規格の見直しや安全性に配慮した製品の開発が必要となってきた。

また、下水道普及率の高まりとともに、人孔鉄蓋の設置数も相当量に達しており、公共の資産として市民の関心や期待も大きくなっていくものと考えられる。

そこで、このような環境の変化に対し、

- ① 仕様の見直し
- ② 安全性への配慮
- ③ 景観としての側面
- ④ 負荷増大への適切な構造
- ⑤ 設置状況に応じた機能バリエーション

などを総合的に捕らえ、人孔鉄蓋として優れた機能性を持つものを提案する。

2. 人孔鉄蓋開発のねらい

人孔鉄蓋は道路に設置されるために、必然的に道路の一部としての役割が課せられる。

この役割を果たすために必要な項目は、基本的な構造機能と公共施設としての都市のイメージアップのために、下記の項目が挙げられる。

- ① 荷重強度が大であること。
- ② 衝撃に対して強いこと。

- ③ 変形（ひずみ）を起こさないこと。
 - ④ ガタツキを起こさず騒音を発しないこと。
 - ⑤ 耐蝕性が高いこと。
 - ⑥ 耐摩耗性が高いこと。
 - ⑦ 取扱いが容易で、軽くて開閉作業が容易であること。
 - ⑧ 設置場所の用途に応じた機能を持つこと。
（耐水圧、防水、施錠、転落防止、浮上防止、投棄防止、防臭等）
 - ⑨ 道路環境の美観を損なわず、かつ、下水道を市民にアピールできること。
- 以上の項目を満足する人孔鉄蓋の開発要件を提言することがねらいである。

3. 鉄蓋の変遷と課題

3.1 我が国における人孔鉄蓋の歴史

下水道の長い歴史の中で、技術の進歩、道路事情の変化に伴い、鉄蓋も材質、構造、機能等について以下のような変革を遂げてきた。

(1) 材質の時代（1960年代）

日本で初めて下水道に鉄蓋が設置された明治初期より約1世紀の間、鉄蓋には普通鑄鉄の製品が使用され続けてきた。しかし、時代の流れと共に交通事情も変化し、普通鑄鉄の強度では現在の車社会に耐えることができず、蓋の破損や摩耗等のクレームが増加した。

この対応策として1961年にダクタイル鑄鉄製

の鉄蓋が初めて作られ、これに改良を加えて、鉄蓋としての最適な引張強さ、伸び、耐食性等を備えた鉄蓋専用在質としての合金ダクタイル鋳鉄が開発され、鉄蓋としての材質が確立された。

(2) 構造の時代（1970年代）

合金ダクタイル鋳鉄製鉄蓋の登場により、蓋の破損クレームは激減したが、車社会の一層の進展のもと、増加し続ける車両交通によるガタツキ騒音に対するクレームが続発しだした。

そこで1970年に従来の平受構造の鉄蓋に代わって、急勾配型構造の鉄蓋が開発され、騒音問題も解決された。蝶番構造も180°反転構造から180°反転、360°旋回構造へ改良され、開閉作業の簡便化が促進し、また、蓋裏蝶番による雨水浸入防止のための改良も進んだ。

この時期は鉄蓋の設計基準が確立され、仕様書や検査基準書を採用する都市が一般化していった。

(3) 機能の時代（1980年代～）

日本の下水道の歴史も100年を経て維持管理の時代となり、鉄蓋にも多様な機能を求める声、全国主要都市を中心に発生してきた。

このニーズに対応して、浮上防止、転落防止、施錠式、雨水流入防止等の機能を備えた鉄蓋が次々に開発された。

3.2 横浜市における鉄蓋の課題

現状では、材質・構造等については時代が要求する条件を満足しているが、課題として次記の2点があげられる。

- ① 横浜市の鉄蓋の模様は独自のデザインとなっているが、横浜市民やその他の人々に下水道を十分アピールできるようなデザインとはなっていない。
- ② 荷重条件の変化（T-25へ移行）に対する対応がとれていない。

4. 全国主要都市の人孔鉄蓋の実態

4.1 調査対象都市

人孔鉄蓋の使用概要・動向を把握するための調査対象都市を、政令指定都市及び都道府県庁所在都市の中から選出した。

以下に調査対象都市の概要を示す。

(1) 調査対象都市

政令都市

11都市

都道府県庁所在地（重複は除く） 37都市
合計 48都市

(2) 人口の規模

表4-1 人口規模別の都市数

人口規模	都市数	主な都市
100万人以上	11都市	東京都、大阪市
100～50万人	4都市	千葉市、仙台市
50～30万人	16都市	静岡市、長野市
30万人以下	17都市	甲府市、前橋市

(3) 下水道普及率

表4-2 普及率別の都市数

普及率	都市数	主な都市
90%以上	10都市	東京都、大阪市
90～60%	10都市	千葉市、広島市
60～30%	23都市	長野市、新潟市
30%以下	5都市	和歌山市、徳島市

4.2 構造、耐久性及び特徴

4.2.1 材質

調査結果をみると、使用材料はダクタイル鋳鉄とねずみ鋳鉄で占められているが、大半が前者となっている。

表4-3 採用材料の内訳（併用を含む）

材質	都市数	主な都市
ダクタイル鋳鉄	43都市	名古屋市、神戸市
ねずみ鋳鉄	8都市	京都市、熊本市

4.2.2 耐変形対策～剛性向上・軽量化構造

調査結果をみると、耐変形対策としては蓋裏井桁リブ構造と中央厚肉構造で占められており、大半が前者である。

表4-4 剛性強化の内訳（併用を含む）

剛性強化方法	都市数	主な都市
蓋裏井桁リブ	43都市	東京都、福岡市
中央厚肉	9都市	札幌市、熊本市



蓋裏井桁リブ

中央厚肉

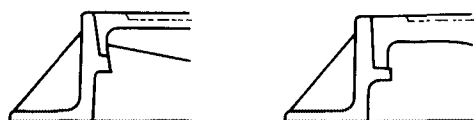
図4-1 剛性強化方法断面図

4. 2. 3 支持構造～蓋・枠の嵌合構造

調査結果をみると、支持構造としては急勾配受と平受で占められており、大半が前者である。

表4-5 採用蓋受構造の内訳（併用を含む）

蓋受構造	都市数	主な都市
急勾配受け	43都市	東京都，神戸市
平受	11都市	京都市，仙台市



急勾配受

蓋の側面と受枠が密着することにより支持している。

平受

蓋底面を受枠棚で支持しており、蓋側面と受枠内面の間に隙間がある。

図4-2 蓋受構造断面図

4. 3 付加機能

以下に調査対象都市における各種機能の採用状況を示す。

表4-6 付加機能の内訳（併用を含む）

付加される機能	採用都市	主な都市
防臭・土砂浸入防止機能	24都市	新潟市，福島市
浮上防止機能	14都市	前橋市，静岡市
不法投棄防止機能	13都市	福井市，長崎市
昇降補助機能	据置式梯子	4都市 甲府市，札幌市
	携帯式はしご	7都市 大阪市，山形市
	枠内周の手握り	27都市 宇都宮市，福岡市
	転落防止ネット	2都市 東京都，長野市
組立MHとの適合性	38都市	水戸市，松山市
組立MHと人孔鉄蓋との緊結	29都市	川崎市，千葉市

4. 4 デザイン蓋の採用状況

調査対象都市におけるデザイン蓋の採用状況は、以下のとおりである。

表4-7 デザイン蓋の採用都市

採用状況	都市数	全体比率	主な都市
全面採用都市	28都市	57.1%	福岡市，水戸市
一部採用都市	7都市	14.3%	名古屋市，静岡市
未採用都市	14都市	28.6%	北九州市，仙台市
計	49都市	100.0%	

5. 人孔鉄蓋のデザイン

5. 1 デザイン化に伴う技術ポイント

5. 1. 1 スリップ防止効果について

スリップ防止効果を決定する要因として

- ① 凹凸比
- ② 外形線の長さ
- ③ 模様の方角性

がある。

(1) 凹凸比

「凹凸比」とは蓋表面の凸部面積が全体の面積に占める比率を表したもので、スリップ防止効果を考えた場合、実験や計算の結果から50%前後が望ましい。

(2) 外形線の長さ

「外形線の長さ」とは模様凸部の細分化の度合いを表すもので、模様凸部の輪郭を形成する線の総長さによって示される。

(3) 模様の方角性

一般的に全面型のデザインに比べ、並列型のデザインの方が方向性が少なくなり、スリップ防止効果が発揮できるようになる。

5. 1. 2 耐摩耗について

幅の狭い凸部が多いデザインの場合、外形線は極端に長くなるが、凹凸比が小さくなるため、耐摩耗性の点からみて望ましくない。したがって、デザイン時の凸部の幅は、耐摩耗性を考慮した最少幅（8mm程度）以上にするのが望ましい。

5. 1. 3 抜け勾配について

母型の製作にあたっては造型上の問題から「抜け勾配」をつける必要がある。（抜け勾配がないと型がくずれやすくなる）このため、出来上がった製品はデザイン図段階に比べて一回り大きな感じとなり、また接近した凸部はより接近した感じとなる。そのためデザイン製作段階でこの点を十分に考慮しておかないと実際の製品のイメージが違ったものとなる場合がある。

（抜け勾配なし）

（抜け勾配あり）

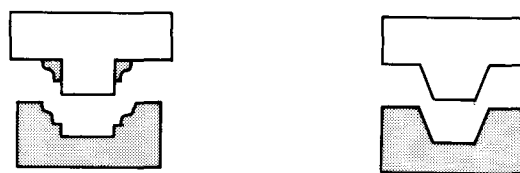


図5-1 抜け勾配の比較

5. 1. 4 Vノッチについて

木の葉の葉脈などの幅の狭い部分が凹になる場合、抜け勾配を取る必要から断面がV字型の溝となるため、模様がくずれる原因となる。

したがって、デザインの段階で幅の狭い凹部はできるだけ避けるように注意する必要がある。また、Vノッチは、幅が狭い場合にはスリップ防止効果も薄いため、使用は極力避ける必要があるが、使用する場合にはその幅をできるだけ広げて、人孔鉄蓋本来の耐スリップ等の機能を発揮させるように努めることがポイントである。

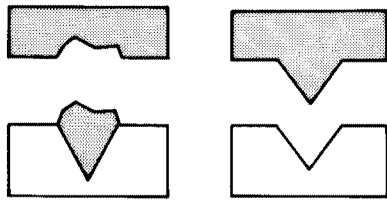


図5-2 Vノッチの比較

5. 1. 5 デザインの題材について

題材によっては、耐摩耗性、耐スリップ性を考えたデザインが困難な場合もあり、イメージを人孔鉄蓋デザインに反映できない場合も多く、線の幅や空間の処理などで感じが変わることも考えられる。

また、人物や動物をデザイン化する場合については、製品化されて設置された際に歩行者や車に踏まれるため、人権問題や動物愛護団体等からのクレームなどで問題になる場合もあり、事前に十分な検討が必要となる。

5. 1. 6 マーク・文字の線幅等について

マーク・文字の配置については、デザイン上、自由に場所の指定が可能であるが、特別の指定がない場合には、デザインとの関連でデザイナーに一任する方が結果が良いと思われる。マーク・文字の配置、大きさや線幅と模様深さの関係等については、製造条件等を考慮のうえ、デザインを行うことが望ましい。

5. 2 設置環境による表面模様の違い

5. 2. 1 人孔鉄蓋表面模様の役割

人孔鉄蓋の表面模様には次のような2つの重要な要素がある。

- ① 道路の一部としての機能
- ② 表面模様による下水道事業、及び町並みのイメージ向上

これらの2つの要素は相反する可能性があり、ど

ちらを重視するかは人孔鉄蓋の設置環境で変化する。

(1) 道路の一部としての機能

道路の一部としての人孔鉄蓋の表面模様には、以下のような機能があると考えられる。

- ① スリップ防止機能
- ② つまづきに対する配置
- ③ 耐摩耗性

これらの機能の間でも相反する可能性があり、人孔鉄蓋の設置環境でどれが重要になるかが変化する。

(2) 表面模様によるイメージの向上

デザインをするにあたっては、人孔鉄蓋は多くの人々が注目し、また公共空間の一部を占めるということを考慮して、鉄蓋表面に何を表現したいのか、デザインは長期的な観賞に耐え、また鋳物で表現が可能かについて、深く考慮すべきである。

5. 2. 2 設置環境に適した人孔鉄蓋表面模様

人孔鉄蓋の設置環境は主にその荷重条件から二つの場所に分かれる。一つはT-25用人孔鉄蓋の設置される幹線道路と、もう一つはT-14用人孔鉄蓋の設置される歩道である。

T-25用の人孔鉄蓋が設置される環境は、幹線の車道であり、多くの車やバイクがその上を通ることになる。このためスリップ防止や耐摩耗性といった道路の一部としての機能が重要になる。

T-14用の人孔鉄蓋が設置される環境は、歩道や軽車道であり人孔鉄蓋の表面模様がT-25用人孔鉄蓋より目につきやすい環境になる。このためT-25用人孔鉄蓋に比べ、模様によるイメージの向上が重要になる。

5. 3 カラー舗装への対応

人孔鉄蓋の道路の一部としての側面をクローズアップした場合、周囲の舗装との調和、ひいては都市景観との調和という観点が必要になる。

このような観点の背景には、歩道用舗装材の多様化が挙げられる。生活の多様化に伴い、人々の憩いと安らぎの場の必要性が注目されている昨今では、カラー舗装などによる歩道の積極的な都市景観への貢献は見逃せない。

そうしたなかで、道路の一部として設置されている人孔鉄蓋がカラー舗装に対応することは、必要なことと思われる。

ただし、この場合の蓋の荷重条件は、設置環境を考慮するとT-14となる。

5.4 採用デザインの決定

本機構では人孔鉄蓋デザイン案を、横浜市下水道局に提案した。

提出案について横浜市下水道局職員と下水道カレッジに参加した市民の投票等を参考にし、カギ孔と蓋裏桁のリブの位置、T-14及びT-25の表示、汚水及び雨水・合流用の表示等を考慮して図5-3に決定した。



図5-3 決定デザイン

6. 設計自動車荷重

6.1 人孔鉄蓋の従来規格の改訂について

道路構造令や道路橋示方書等の人孔鉄蓋を取り巻く法的環境の変化に伴い、JIS A 5506やJGMA A-0001等の人孔鉄蓋の規格も改訂された。

- ・ J I S A 5506 1995 平成7年3月改訂
- ・ J G M A A-0001-1995 平成7年4月改訂

今後の人孔鉄蓋のあるべき姿を検討する中で、最重要課題である荷重設定については、これらの規格改訂に伴う見直しが必要である。

6.2 人孔鉄蓋の今後の荷重対応について

T-20からT-25への規格改正に伴い、車道に設置される人孔鉄蓋はT-25対応が求められることになる。ただし、大型車の通行が困難な車道や歩道に設置される人孔鉄蓋については、T-25対応とした場合は過剰品質となる。

したがって、JIS及びJGMAの規格に準じて、T-25、T-14の荷重区分の使い分けを行い、効率的な下水道工事の進捗をはかることが望ましい。

横浜市においては、現行の人孔ダクタイル蓋(φ600)の重車道用はT-25荷重仕様を十分満足するためその仕様への移行は容易である。

ただし、T-14荷重区分の人孔鉄蓋は、これに対応する製品が現存しないため、新規設計する必要がある。

7. 人孔鉄蓋の構造機能及び経済性

7.1 概要

人孔鉄蓋における構造の役割は、まず第一に歩行者、二輪車、四輪車などの通行に対する安全性を確保し、かつ、ガタツキ、騒音の発生を抑えるものでなければならない。更に、施工時や管きよの維持管理時の取り扱い性を配慮することが求められるとともに、経済性にも優れるものでなければならない。

これは、製品コストを適正化するだけでなく、耐久性の向上や寿命を伸ばす工夫が必要であることを意味する。

なお、要求される主な機能としてはそれぞれ設置状況に応じ、外部からの水や土砂の浸入防止機能、合流式管きよにおける大雨洪水時のウォーターハンマー現象など揚圧排水対策としての浮上防止機能、及び危険物や不要物、産業廃棄物などマンホールへの不法な投棄を防止する施錠機能などがある。

7.2 施工性、安全性、機能性

人孔鉄蓋に関係する人々は、施工工事業者、管きよの維持管理における点検・清掃の業者、道路管理者、地域住民など、さまざまである。

これらの人々からは、立場の違いにより種々の要求事項がある。それについて考えられる項目を下記に大別し列記する。

① 施工性(施工工事業者など)

- a) 軽量であり、取り扱い性・運搬性に優れる事。
- b) 製品の識別が容易である事。
- c) 工事の迅速性向上に寄与する要件を具備している事。
- d) 施工後の仕上がり品質向上に寄与する製品要件を具備している事。

(技能者のレベルに左右されにくい品質の保持)

② 安全性

(地域住民、道路管理者及び管きよ維持管理者、点検・清掃業者など)

- a) 車両通行などによるガタツキ・騒音の発生や鉄蓋の飛散が起らない事。
- b) 開閉作業が容易である事。
- c) 人孔内揚圧発生時に鉄蓋の飛散・浮上を抑え、自動的に排圧する事。
- d) 人孔内への昇降作業性向上に寄与する製品要件を具備している事。

(転落防止や昇降作業補助の意味で安全はしごの付加ができる。)

- ③ 機能性(地域住民、下水管きょ維持管理者など)
- a) 人孔内への不法投棄防止対策を図れる事。
～例：施錠機能など。
 - b) 汚臭が地上に上らない対策を図れる事。
 - c) 不明水対策として、雨水や土砂の人孔内への浸入を防止できる事。

人孔鉄蓋は、市民の重要な資産である下水管きょを、厳しい道路事情や自然災害及び人的な悪意による被害から守り、地域住民の日常生活を快適にするために不可欠であるが、その機能において以上列記した要件は重要と考えられる。

7.3 既存人孔鉄蓋との互換性

7.3.1 既設枠に対する 互換の必要性について
以下に述べる2つの理由により、蓋は現在埋設されている受枠に対しても、基本的には互換性を有する必要があると考えられる。

- 1) 横浜市は下水道の歴史が古く、普及率も非常に高い。人孔鉄蓋についても従来品が細部にまで行き渡っており、維持管理上の取り扱いも首尾徹底して運用されている。

そうした状況で、人孔鉄蓋の基本構造・機能を変更する事は、作業者の戸惑いや不慣れによる誤操作を招きやすく、かえって開閉困難などを引き起こしやすい。

この点に配慮し、トラブルを未然に防ぐ意味で人孔鉄蓋の基本構造・機能は従来そのままとすることが望ましい。

- 2) 既設の人孔鉄蓋を受枠と共にすべて取り替えるのは、資材・布設工事の両面から考えて非常に不経済である。

7.3.2 使用中の人孔鉄蓋の基本構造について

- (1) ガタツキ防止対策について

人孔鉄蓋として解決すべき重要課題としてガタツキ騒音の問題であるが、現在使用されているものは、急勾配受による食い込み方式を採用しており、蓋と受枠の支持構造としては妥当である。

- (2) 勾配受の原理について

急勾配は蓋外周と受枠内周の一定角度を持った傾斜接触面を機械加工で仕上げてかみ合わせ

るもので、蓋を上から加圧し、クサビ効果で受枠に食い込ませ、蓋の移動を押さえてガタツキを防止する。

このため、十分な荷重が加わった後は、接触面の摩擦力により固着され、それ以上移動しない。

7.3.3 互換性の確保について

従来から仕様書の中で人孔鉄蓋は互換性を有することを規定しているため、製造業者はそれぞれ互換性を確保している。

しかし、横浜市は急勾配受の先進採用都市であるため、加工機・加工技術・加工ノウハウのレベルアップ等によって、同一メーカー内でも設置年数の長い場合は、互換性において問題が発生する可能性がある。

なお、永年の使用により既設受枠のかみ合い部の腐食又は摩耗、及び変形等によりガタツキの発生も予測されるため、この場合は、受枠ごと交換する必要がある。

7.4 経済性及び安定した品質の製品の確保

製品の安定性とは、品質やコストに密接なかわりを持つ。必要以上に高いレベルの品質を要求したり、受注生産の傾向の強い量産に不向きな製品であること、当然、経済的でなく安定した製品の確保を行うことはできない。

人孔鉄蓋においても、入手の容易性を配慮した材料の選定や、特殊な生産設備の新設を招くことなく、生産工程の簡便性を考えた仕様の設定を行うことが望ましい。

8. 報告書の内容

前述したような研究成果をもとに「新・横浜市型人孔鉄蓋開発研究報告書」を作成した。その構成、内容は次のとおりである。

- 【1 人孔鉄蓋開発の提案の背景・目的】
- 【2 人孔鉄蓋開発のねらい】
- 【3 横浜市における人孔鉄蓋の沿革】
- 【4 全国主要都市の人孔鉄蓋の実施】
- 【5 人孔鉄蓋のデザイン】
- 【6 設計自動車荷重】
- 【7 人孔鉄蓋の構造的機能および経済性】
- 【8 人孔鉄蓋資料編】

-
- この研究に関する問い合わせは
- | | |
|------------|-------|
| 研究第二部長 | 藤田 昌一 |
| 研究第二部主任研究員 | 城 崇夫 |
| 研究第二部研究員 | 籠島 榮一 |