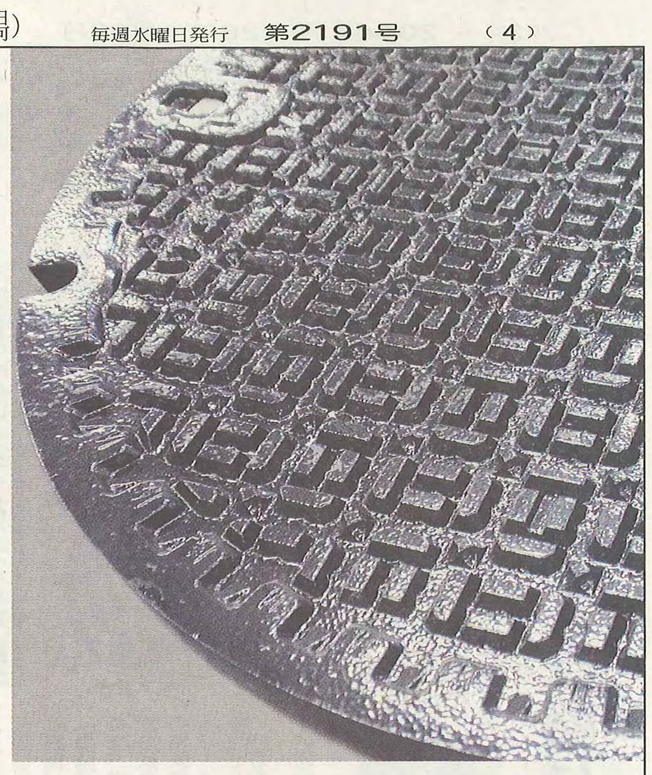
長島鋳物株式会社 NAGASHIMA FOUNDRY CO.,LTD.　時代が求めた機能性―次世代型マンホール鉄蓋

長寿命・軽開放を実現 コントロールテーパー鉄蓋とは

長島鋳物（長島博高社長）は、管路資器材・道路構造物としてガタツキ防止、食い込み防止、スリップ防止など多岐に渡る機能性と、昨今の長寿命化の流れをくむライフサイクルコストに優れた次世代型マンホール鉄蓋を実用化し注目を集めている。そこで本紙では、同鉄蓋を採用した事業者の声を集めるとともに、技術的な観点からアプローチを行い、特集を企画した。



長寿命・高機能化で製品化

1980年代から市場投入され、現在布設されているものの大半を占める急勾配受枠構造のマンホール鉄蓋は、全国で1400万基以上のストックを抱える管きょ施設で、最も市民との係わり深い下水道資器材である。マンホール鉄蓋の耐用年数は車道で15年、歩道で30年と規定されており、すでにそれらの多くが更新期を迎えている。

下水道事業全体でマネジメントの時代へ舵取りが行われる中、従来のマンホール鉄蓋についてもライフサイクルコスト低減の観点より、さらに一歩進んだ長寿命化対応が求められている。

そうした時代ニーズを踏まえ、長島鋳物では長寿命化対応を主眼に次世代型マンホール鉄蓋「コントロールテーパー鉄蓋（CT鉄蓋）」を開発。従来の急勾配受枠構造のマンホール鉄蓋と明確な差別化を図るべく、主に「長期耐久性」「ガタツキ防止」「過剰食い込み防止」――これらの観点よりアプローチを行うとともに、圧力開放性能・耐揚圧性能など日本下水道協会規格（JSWAS G-4）に準拠させる形で製品化を実現した。

マンホール鉄蓋は、一般市民と直に触れる唯一の下水道資器材であり、健全性が担保できなくなれば市民生活の安心安全に影響を及ぼす恐れが高い。蓋欠損による落下事故、飛散による障害事故等のリスクを最小化し「20年、30年先の安全を必ず確保できる製品を提供し、市民の安心安全と、社員の誇りとなる製品を送り出すことが、技術開発の務め」との企業姿勢がCT鉄蓋の開発に反映されている。

受け枠・蓋構造を一新し差別化

一般的に過剰食い込み防止とガタツキ防止を両立するマンホール鉄蓋は、従来型との差別化を含め、次世代型マンホール鉄蓋と呼称される。CT鉄蓋では、既成概念にとらわれず、蓋テーパー部で独自発想の傾斜を持たせ、組み合わせることで、これら相反する課題の解決を実現した。

従来の急勾配受け型は、ガタツキを防げるものの、その構造上、重量車両が頻繁に走行する幹線道路では、蓋が受枠に過剰に食い込んでしまい、点検巡視時などの開閉作業で開かなくなってしまうなどのトラブルが引き起こされることもあった。このため、ガタツキ防止と過剰食い込み防止の解決は、相反する課題として技術者らの試行錯誤が続いた。開放試験、耐スリップ試験、耐久性試験など多岐に渡る項目を綿密に評価し、実用化までに3年の開発期間を経て現在の形を作り上げた。

CT鉄蓋のコア技術は3組の急・緩勾配、そして微小隙間を組み合わせたテーパー構造にある。従来型のテーパー構造が一直線急勾配であるのに対し、CT鉄蓋では勾配面の中間に緩勾配部を持たせることで、鉄蓋上部方向からの異常な圧力を受け止め、過剰な食い込みを防ぐ仕組み。車両のタイヤ荷重の約4倍に相当する210kNの荷重を加えても、従来型のおよそ半分ほどの、手鍵操作力500N（≒50kg）以下で蓋の食い込み解除を行うことができる。

また、住友金属テクノロジー（現：日鉄住金テクノロジー）に依頼し、日本で最大級のサーボパルサー試験機を用い100kN荷重で50万回の疲労試験を行ったものの、ガタツキ・異音・食い込み等の不具合は見られず、確かな耐久性と機能性が立証されている。

耐スリップ・耐摩耗性を高めた長寿命模様

下水道長寿命化支援制度の施行により、下水道施設の改築・更新にあわせ、マンホール鉄蓋についても長寿命かつライフサイクルコストに優れた製品が求められるようになった。また、道路占有施設であるマンホール鉄蓋では、下水環境のみならず、周辺交通に配慮した構造が求められる。

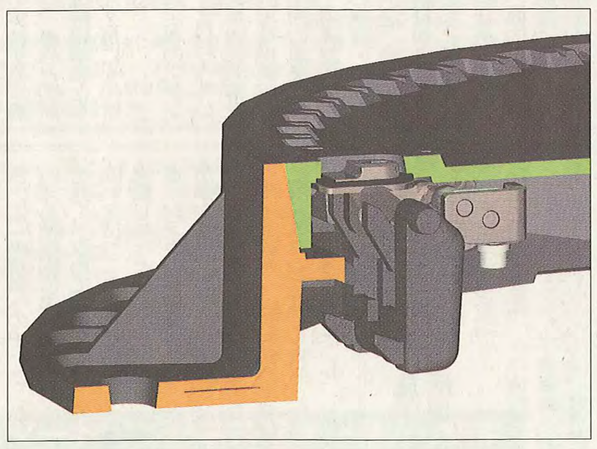
次世代へ技術と信頼を　開発秘話

井上崇技術部長

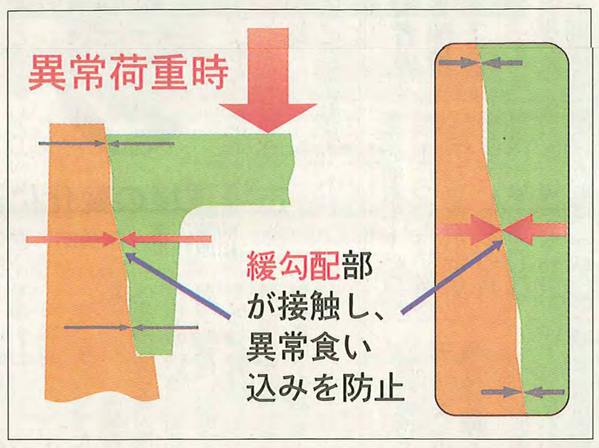
次世代型鉄蓋とは何か？お客さまが求める製品像とは何か？からスタートした。30年以上にわたり信頼の実績がある直線テーパーをより進化させ、安心して使っていただける製品の開発こそ、一技術者としての責務であった。コンセプトの発案から始まり、使いやすさの熟考と、これまで以上の付加価値を追い求め、製品化にいたるまで実に3年の月日を要した。独自の発想の下で試行錯誤を繰り返した結果、耐スリップ性能、ガタツキ防止、過剰食い込み防止、全てを満足する次世代型鉄蓋の完成にたどり着けた。コントロールテーパー鉄蓋を自治体に提供しご愛顧いただくことで、市民生活の安心安全に繋げるとともに、次世代の長島社員の誇りとしたい。

テーパー部を改良し過剰食い込みを防ぐ

コントロールテーパー構造



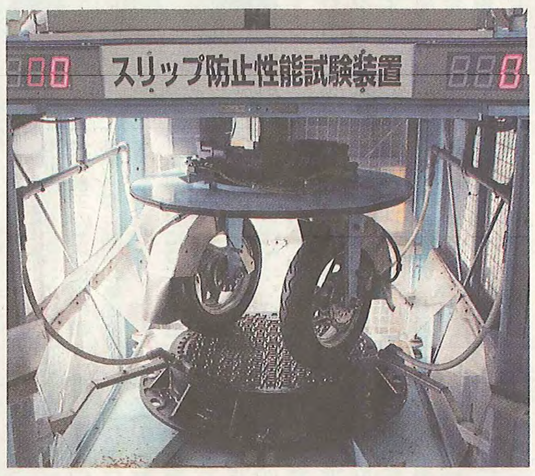
3組のテーパー構造がコア技術



蓋枠に3組のテーパー部を設け、上段と下段は9度の急勾配とし食い込み力を確保。中段は約12度の緩勾配とするとともに微小隙間を設け、過剰食い込みを防ぐ仕組み。過剰食い込み、ガタツキ防止の相反する課題を克服した。

耐摩耗・耐スリップ性能を抜本的に強化

MCフリクションテスター



散水した鉄蓋上でミニバイクを想定したタイヤを回転させ、雨天走行状態を再現させる。タイヤ接地荷重とタイヤ接線力（すべり抵抗力）を測定し、それらのデータを計算することで、すべり抵抗係数を算出するもの。

マンホール鉄蓋取り替えの目安となる蓋表面模様の摩耗については、一般的に模様・突起高さが3㍉を下回ると耐スリップ性能が著しく損なわれるとされている。特に重交通路線では、想定耐用年数の半分に満たない期間で交換を余儀なくされる場合がある。

このためCT鉄蓋では、蓋表面の摩耗進行に伴い、模様表面に刻まれた溝が露出し、突起が増えることで耐スリップ性能の急速な劣化を防ぐ「ASPS」をさらに進化させた「ASPS-Neo」を採用している。同社従来製品と比較しても、蓋表面の凹凸比が27%（2・5倍）増し、敷設直後の塗装が付いた状態でもすべり抵抗係数で0・53を確保した。

マンホール鉄蓋のすべり抵抗係数を検証するにあたっては、群馬大学と共同で開発したマンホール鉄蓋用スリップ防止性能試験装置「MCフリクションテスター」を活用し、耐スリップ性能を高めつつ、耐用年数の延伸化を可能とした。

過酷な腐食環境を想定した防食塗装

近年、自治体ではマンホールポンプなど過酷な下水環境で使用されるマンホール鉄蓋について、硫化水素等に起因する腐食劣化への対応が増加傾向にある。

同社では、特に蓋の開閉操作で擦れ合い、塗装がダメージを受け腐食しやすい蝶番・ロック部品に着眼し、CT鉄蓋の標準仕様として、電気亜鉛めっきと粉体塗装から成る防食技術（ハイブリッドコート）を施している。温泉街など特殊環境向けについては、蓋枠全体に金属溶射による重防食を施している。巡視点検で鉄蓋を開けた際、ロック部品や蝶番が真っ先に腐食で欠損し、無くなっていることも、長寿命化対策において自治体からの要望が強い項目でもある。CT鉄蓋は、標準仕様でハイブリッドコートを備えるなど、ニーズに応える形で製品展開を進めている。

長寿命化への貢献を

昨年度より本格展開を始め、すでに全国で60を超える自治体で正式採用および導入済み。市場全体で次世代型マンホール鉄蓋への期待感は高いと見ており、維持管理の時代を迎え、長寿命化ニーズと合致させながら拡販を進めていく方針だという。20年、30年にわたり、安心して自治体に使用してもらえる資器材を提供することで、同社のプレゼンスを高めながら、下水道経営に資するライフサイクルコストの低減に貢献していく。

次世代型マンホール鉄蓋への自治体の考え

あわら市　LCC低減に期待

永井補佐

あわら市は、福井県の最北端に位置する北の玄関口。市域は福井平野から加越台地にかけて広がる。平成16年に旧芦原町と旧金津町が対等合併し、現在に至る。平成24年度末時点で下水道普及率が89・3%、管きょ延長は約270キロメートル、中継ポンプ場4カ所、人孔約8500基、マンホールポンプ約60カ所の施設を直営で維持管理している。

同市の下水道事業は昭和55年に整備を開始以来、30年余りが経過。管路施設の老朽化を意識し始め、平成22年度から県内でいち早く長寿命化計画の策定に向けた調査業務を開始。管きょ・人孔調査とあわせ台帳データの整備を順次進めている。管路施設の改築更新を視野に捉え始めた近年、マンホール鉄蓋に関する不具合が顕在化し始めている。

今年度よりCT鉄蓋の全量導入を決めた

市内で最初期に整備を始めた芦原温泉街では、老朽化に加え、硫化水素に起因する鉄蓋の腐食劣化が顕著に見られる。「耐用年数を迎える前に蝶番部品を中心に痛みが激しく、蓋取り替えが余儀なくされるなど、立地特有の問題を抱えている（永井宏昌同市上下水道課下水道グループ課長補佐）」。

また、旧金津町山間部の工業地帯では、重量車両が頻繁に走行することにより過剰食い込みが起き、人力では開蓋が困難な事例も起こりつつある。維持管理上の大きな弊害となっている。

そのほか、平受構造の鉄蓋については、経年劣化により車両走行の度にガタツキ音が発生し、騒音苦情が寄せられることがあるという。

同市上下水道課では、これら不具合の抜本的な解決策として、近年注目を集める次世代型マンホール鉄蓋の導入を検討。そうした中、「コントロールテーパー鉄蓋（CT鉄蓋）」の試験導入を昨年度行い、対策効果の検証を進めていた。

一般的に鉄蓋にガタツキ防止と過剰食い込み防止を持たせることは二律背反とされながらも、「従来の受枠構造とは異なる新たなメカニズムで双方を追求した、まさに求めた機能性」と関心を示す。蓋単価では、従来製品に比べ若干高くつくものの、「重交通または重量車両が頻繁に走行する路線では、鉄蓋の損耗が激しく、従来製品では取り替えまでのサイクルが非常に早い。管路資器材にも長寿命化が求められる昨今では、ライフサイクルコストでの検討は不可欠。耐用年数で優位性を示せるのでは」と導入効果に期待を寄せる。

経年劣化により不具合が顕在化

下水道施設特有の硫酸腐食については、蝶番部品に施された電気亜鉛めっきと粉体塗装の防食効果を見込み、過酷な腐食環境となる温泉街地区での導入を急いでいる。

今後の蓋更新では、次世代型鉄蓋の全量導入を市の方針として定めており、すでに今年度は人孔120基でCT蓋が導入される予定。昨今のストックマネジメントの流れをくみ、予防保全的な維持管理を最終目標に定めつつも、中小都市では限られた財源・職員数で施設の維持管理に当たるため、まずは対策効果の高い鉄蓋の導入を段階的にすすめることで、不具合の発生頻度を下げ、市民サービスレベルの維持に務めたい考え。

千曲市　長寿命模様を評価

小池部長

長門参事

千曲市は長野県北部、北信地方千曲川中流域に位置し、平成15年に旧更埴市、旧戸倉町、旧上山田町が合併し成立。千曲市の下水道事業は、千曲川流域下水道（上流処理区）の関連公共下水道として、平成4年度に着手。24年度末現在の下水道処理人口普及率は91・6%に及び、管路総延長は約455キロメートル、人孔数1万9300基余りのストックを持つ。平成年代より整備を始めたこともあり、近年まで下水道既成に向け、整備促進に努めてきた。

サーボパルサー試験機により耐久性を検証

管路施設の維持管理上で直面する今日的な課題の一つとして、マンホール鉄蓋の高機能化が求められている。鉄蓋は、下水道施設との入り口を担いつつ、道路占用施設であるため、道路管理者との折衝は欠かせない。同市下水道課においては、道路管理者より鉄蓋に関し、特に「耐スリップ性能」「除雪車への影響」を考慮するよう働きかけが行われている。交差点内に設置されたものでは、表面模様の摩耗など経年劣化が進行しやすく、2輪車のスリップ事故が懸念される。また、マンホール鉄蓋の周辺舗装が摩耗して削れた際に、鉄蓋の受枠と除雪車のブレードが衝突する恐れがある。

そのほか、近年では蓋と受枠でのガタツキ、重量車両の走行による過剰食い込み、下水環境特有の腐食劣化、豪雨時の蓋浮上など、「維持管理におけるあらゆる面で対処が要求され、鉄蓋に求められる機能は多様化の一途を辿っている」（小池洋一・同市建設部長）。

同市下水道課では、平成17年より鉄蓋に求められる性能を確保する観点より、高性能型への性能仕様発注へ転換。19年より国道を中心に次世代型マンホール鉄蓋の導入を優先的に進める更新計画を固めていた。25年10月時点で、同市型グラウンドマンホール設置基準として、▽高性能型（次世代鉄蓋）＝Aタイプ▽通常型＝Bタイプ▽高性能型（除雪対応）＝Cタイプ▽通常型（同）＝Dタイプ▽歩道型＝Eタイプ――の5つの設置基準を設けている。

A・Cタイプについては、すでに登録されている製品もあるが、今年度から新たに「コントロールテーパー鉄蓋（CT鉄蓋）」の追加登録が決まり、本格導入を控えている。性能仕様規定の見直しにより、サーボパルサー試験機による耐久試験が従来の輪荷重走行試験と同等であると認められたほか、スリップ防止性能、食い込み力開放性能等の試験で同市の設置基準を上回る数値を示し費用対効果以上の性能を担保できる製品と判断できるとして、ライフサイクルコストの縮減にも繋がるのではと期待を寄せている。

特に、冬場の今の時期に最も懸念されるスリップ事故については、CT鉄蓋独自の長寿命模様を評価。「摩耗が進むほど抵抗係数が増える理にかなった構造であり、道路管理者としても評価できる」（長門公春・同市建設部参事）と理解を示した。市民生活の安心安全に直結する唯一の管路資器材であるだけに、耐久性とあわせ機能性を重視し鉄蓋の採用を進めていく意向だ。

鉄蓋の維持管理に力を注ぐ一方、同市では「千曲市魅（み）せる下水道プロジェクト」として、マンホール鉄蓋のデザイン企画を通じ、一般市民へ下水道の重要性を伝える活動も進めている。中でも地元中学校の美術授業に、下水道課職員も参加し「千曲市のまちの良さ」をテーマに鉄蓋を作成、駅前の歩道に設置した。そのほか、民間2社よりデザイン蓋を公募し、市内に設置していく計画で、「蓋を窓口に下水道の仕組み、水の大切さ、千曲市の魅力を伝える取り組みを加速させていきたい」（小池部長）と期待を語った。

民間公募のプリントシール鉄蓋