

給水分岐専用管の開発

Development of Short Distribution Branch Pipe

平田祥一* 霜村 潤* 道浦吉貞* 宍戸由範** 嶽 仁志**

Yoshikazu Hirata, Jun Shimomura, Yoshisada Michiura, Yoshinori Shishido, Hitoshi Take

昭和 40 年代の高度経済成長期、年間 10 万人前後の人口の増加に伴って急激な給水量の伸びを示した横浜市は、現在は拡大型都市から成熟型都市へと至る過渡期を迎え、21 世紀を見通した水道システムの再構築を柱に老朽化した施設の更新や水道水質の向上に取り組んでいる。

特に、市内約 9,000km を網羅する配水管路については、「災害に強い信頼のライフライン」の構築をめざした経年管の更新と維持管理の強化を、また安定給水、水質向上の観点からは鉛製給水管の取替えなど給水装置の改良を積極的に推進しており、これらの取組みに効果的な手法や資機材開発の重要性が高まっている。

今回、このような技術開発の一環として、配水管布設替工事におけるコスト縮減ならびに配水管から給水管への分岐部における漏水事故の低減を目標に横浜市水道局殿と共同研究を行い、これらの課題に効果的な資機材「給水分岐専用管」を開発した。

The rapid economic growth period of the 40, Showa generation, Yokohama city where I showed growth of sudden water supply with increase in population about 100,000 a year, I wrestle for the update of timeworn facilities and improvement of the water service quality of the water on a pillar by the rebuilding of the water service system which foresaw meeting, the 21st century in a transition period to reach from the extended model city the maturity type city now.

Particularly, about the water supply duct line covering all city approximately 9,000km, I promote improvement of the water supply equipment including the exchange of the product made in lead service pipe from the viewpoint of stability water supply, quality of the water improvement by the reinforcement of update and the maintenance of the aging pipe which aimed at the construction of "the lifeline of trust resisting a disaster" positively again, and importance of technique and Machine parts development which are effective for these actions increases.

As this time, part of such a technology development, kurimoto collaborated it with Yokohama Waterworks Bureau with the goal of cost reduction in pipe replacement construction and the leak of water accident in the divergence region from a water pipe to a service pipe this time, and effective Machine parts developed "Short Distribution Branch Pipe" for these problems.

1. 開発の背景

横浜市では、人口が急増した昭和 40 年代に年間 100 ～ 350km のペースで管路が布設され、当時布設された管路の累計延長はおよそ 2,400km に上る。

布設後 40 年以上経過した現在、これらが順次、耐用年数を迎え老朽管となることが予測されており、市がビジョンとして掲げる「災害に強い信頼のライフライン」の構築には、これら老朽管の更新事業の計画的かつ強力な推進を図ることが重要な課題である。

一方でこれらの老朽管更新事業の原資となるべき水道料金収入は、昨今の消費者の節水意識の浸透、節水型機器の普及、長引く景気の低迷による産業構造の変化などを背景に水需要が減少していることから、右肩下がり傾向を示している。

限りある予算の中で今後、増加する老朽管の更新事業を滞りなく推進するためには、配水管の布設替工事コストなど更新事業費の縮減が必須の条件となる。

横浜市における漏水調査の結果、平成 21 年度、22 年度

の 2 年間に横浜市内で発生したサドル付分水栓に起因する漏水の件数は、全漏水事故件数のおよそ 2 割を占めていた。

内訳をみると、ボルトの腐食、毀損、施工不良、製品不良など構造的な問題と人為的な問題が混在している。

これらは、設置場所の環境が千差万別であることや不特定の作業員により施工がなされるという状況を考えると、単に部品材質や形状の変更、または作業手順の指導や管理の強化といった個別の対応では対策としての限界があり、抜本的な改善には根本の要因を取除く新たなアプローチが必要であった。

給水分岐部の腐食による漏水は消費者に対して「おいしい水を安定的に供給する」という水道事業の根幹に関わる問題であり、また有収水量の確保という観点からも解決を急ぐ課題である。

このような背景のもと、配水管布設替工事におけるコスト縮減に貢献でき、給水分岐部における漏水事故率の低減に寄与する技術の開発を目指し研究を行った。

* 鉄管事業部 事業企画部

** 横浜市水道局 給水部

2. 給水分岐専用管について

給水分岐専用管は、配水管布設替工事における給水管の分岐箇所を用いる専用の管材である。

配水管から給水管への分岐を行う際、現状横浜市ではサドル付分水栓を用いているが、サドル付分水栓は、布設現場での取付け、穿孔作業を伴うため作業環境や作業者の技量によって施工品質が左右される可能性があり、密着形コアの取付けミスなどに起因する腐食の事例も報告されている。

上記問題の解決を図るため、給水分岐専用管では、分岐孔の形成、防食塗装をメーカー工場にて施したダクタイル鋳鉄異形管に分水栓機能を一体化させることで、分岐部の防食性能向上ならびに構造、形状のコンパクト化などを実現した。

以下に給水分岐専用管（以下、本管材と称す。）の詳細を記す。

2.1 外観および基本仕様

今回開発した本管材のうちの1種類、「NS形片受φ100×25」の外観を図1に示す。

本管材は、配水管に接続し管路の一部を構成するダクタイル鋳鉄製の「管体」と呼ばれる部分と、給水管を接続する口金となる銅合金製の「栓」よりなる。

管体は、内面にエポキシ樹脂粉体塗装、外面は合成樹脂塗装を施している。



図1 給水分岐専用管の外観
(NS形片受φ100×25)

表1 給水分岐専用管の基本仕様

項目	仕様	備考
【管体】		
鉄部材質	FCD (420-10)	JWWA G 114 適合品
内面塗装	エポキシ樹脂粉体塗装	JWWA G 112 適合品
外面塗装	合成樹脂塗装	JWWA K 139 適合品
【栓】		
止水機構	ボールバルブ	JWWA B 117 に準拠
接続構造	フランジ式	同上
材質	鉛フリー銅合金 (CAC904)	一部にCAC406、CAC406Cを使用

栓は、内部にボールバルブを組込み、給水管への止水、通水が操作可能である。

なお、各部の基本仕様を表1に示す。

2.2 適用範囲

今回製作した本管材は、NS形呼び径100と150で、管体形状2種類（片受／両受）×給水分岐口径2種類（φ25／φ50）の合計8種類である。

図2、図3に本管材の形状を示す。

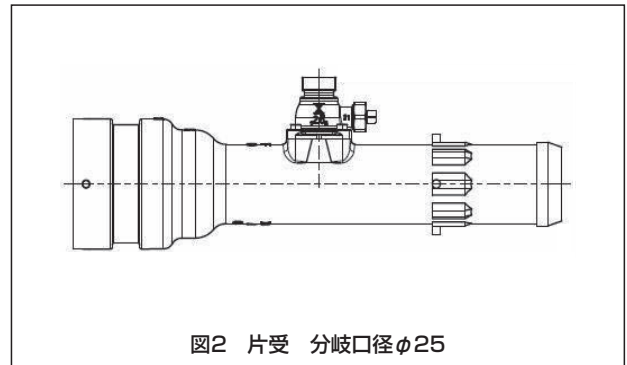


図2 片受 分岐口径φ25

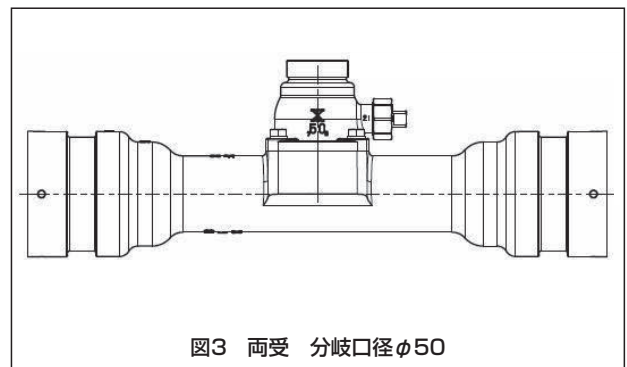


図3 両受 分岐口径φ50

3. 特徴

本管材は、サドル付分水栓を用いた給水分岐方法（以下、「従来工法」という。）における問題点を解消するため、以下のような特徴を付加した。

3.1 分岐の防食性能向上

a) 従来工法について

従来工法では、配水管布設後に穿孔を行う。

穿孔時に、発生した切り粉は、内部の水圧、若しくは作業者の手によって管外に排出されるが、完全に排出された事を確認するのは困難である。

配水管がダクタイル鋳鉄の場合、穿孔部は金属素地が露出することとなるため、通常は「密着形コア」と呼ばれる円筒状の部品を装着し、金属素地が直接水道水に接触しないような対策がなされる。

しかし密着形コアの取付状態が不適切であった場合、管体の金属素地に水道水が接触して腐食が発生し、赤水や漏水の原因となることがある。また、管内に残留した切り粉はそれ自体が錆源となる。

b) 本管材について

図4に、本管材の分岐孔周辺を示す。

灰色に見える部分がエポキシ樹脂粉体塗装を施した面である。

中央の分岐孔は管体の製造時に形成し、内面塗装工程において管体の内面から分岐孔内壁面を経て、栓の取付け面までを連続したエポキシ樹脂粉体塗装の塗膜で被覆する。よって、水道水が管体の金属素地と接触することがなく、高い防食性を維持することができる。

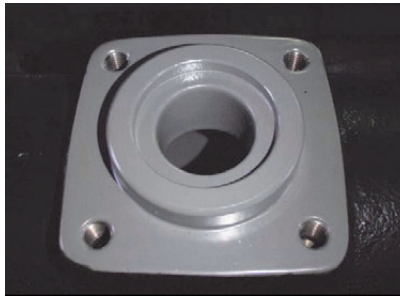


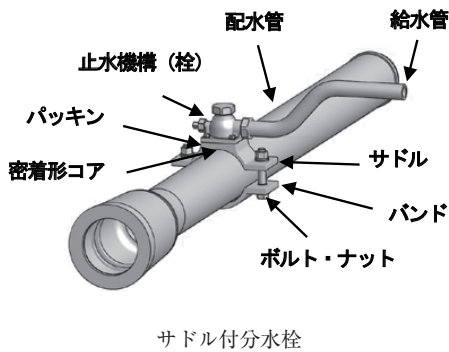
図4 給水分岐専用管・分岐孔周辺の塗装状況

3.2 構造の一体化・簡素化

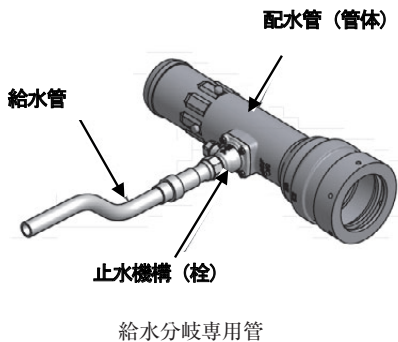
a) 従来工法について

図5に、サドル付分水栓と本管材の取付状態を示す。

サドル付分水栓は、配水管へ固定するためのサドルやバンドをはじめ、管との水密性を保つためのパッキン、穿孔部の防食のための密着形コアなど多くの部品から構成されている。



サドル付分水栓



給水分岐専用管

図5 サドル付分水栓と給水分岐専用管

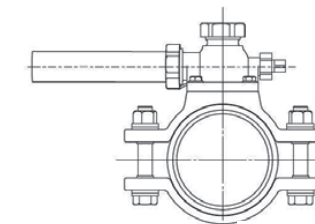
b) 本管材について

本管材では、栓をあらかじめ管体と一体化することで管体への取付用部品を必要最低限に抑えられる。併せて、分岐部の防食を塗装工程内で施すことで、防食対策用の密着形コアも不要となり、部品点数の減少から大幅に構造を簡素化した。

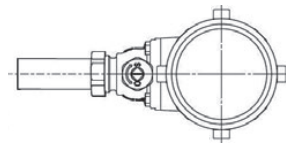
3.3 形状のコンパクト化

図6は、サドル付分水栓と本管材の形状を配水管断面方向から見た図であるが、前項でも述べたとおり管体への取付用部品のほとんどが不要となったことにより、形状も大幅にコンパクト化した。

図6のように給水管を水平方向へ取出すことで、管頂方向への栓の突出が無くなるのが特徴である。



サドル付分水栓



給水分岐専用管

図6 サドル付分水栓との取付状態の比較 (配水管断面方向より見る)

4. 性能試験

4.1 防食性確認試験

図7に、防食性確認試験の状況を示す。

試験は、実際の使用状況を想定し、横浜市で採用されている給水管（水道用波状ステンレス鋼管：SUS316）を絶縁袋ナット付分・止水栓ソケットを介して本管材へ接続し、内部に水道水を充填して時間の経過による分岐孔の状態を観察した。

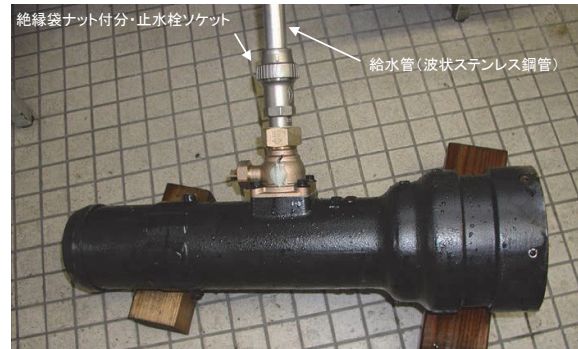


図7 防食性確認試験

図8は、100日経過後の分岐孔の状態であるがさびの発生もなく、健全な状態であることを確認した。

4.2 (社) 日本水道協会規格に準ずる試験

防食性以外については、表2に示す(社)日本水道協会規格に準ずる試験を実施し、これを満足することを確認した。

試験状況の一例として本管材の水圧試験状況を図9に示す。

5. 期待される効果

本管材の使用により、次のような効果が期待される。

5.1 水質トラブル、漏水率の低減化

本管材の分岐孔は、管体の製造時に形成するとともに接水部をエポキシ樹脂粉体塗装で完全に被覆するため、通水後も高い防食性を維持することができる。

このため、給水分岐部における腐食が原因の赤水などの水質トラブル、ならびに漏水の発生が抑制でき、漏水事故率の低減に寄与できる。



図8 100日経過後の分岐孔の状態

表2 性能確認試験条件

【品名】／性能	該当規格	試験条件または結果
【管体】／水密性	JWWA G 114 水道用ダクタイル鋳鉄異形管	負荷水圧 3.0MPa 保持時間 10 秒以上
【管体】／浸出性	JWWA G 112 水道用ダクタイル鋳鉄管 内面エポキシ樹脂粉体塗装	合格
【栓】／浸出性	JWWA B 117 水道用サドル付分水栓	合格
【管】／耐圧性	同上	負荷水圧 1.75MPa 保持時間 1 分間
【管】／止水性	同上	負荷水圧 0.75MPa 保持時間 30 秒間
【管】／作動性	同上	負荷水圧 0.75MPa

5.2 現場作業の簡素化および施工品質の安定化

本管材は、栓と管を一体化した状態で布設するため、従来のサドル付分水栓で必要であった固定用部品および密着形コアを使用せず、取付けや穿孔および密着形コアの装着といった一連の作業が不要となる。

このため、給水管布設工事における作業の簡素化および時間短縮が図れるほか、サドル付分水栓での課題であった作業環境や作業者の技量差などによる工事の仕上がりへの影響を極小化でき、施工品質の安定化が図れる。

5.3 布設替工事コスト削減効果

本管材は、サドル付分水栓に比べ配水管断面方向から見た形状が非常にコンパクトになっている。

図10に示すように、給水分岐を側面から取出すことで管頂部の栓の突出が無くなるため、サドル付分水栓と比較してさらなる浅層埋設化に対応が可能となり、掘削土量の削減によるコスト削減効果が期待できる。

5.4 毀損事故の予防効果

図10のように本管材は、管頂方向への栓の突出を無くすることができるため、埋設箇所の近傍を再掘削した際の毀損事故を未然に防ぐ効果が期待できる。



図9 水圧試験状況

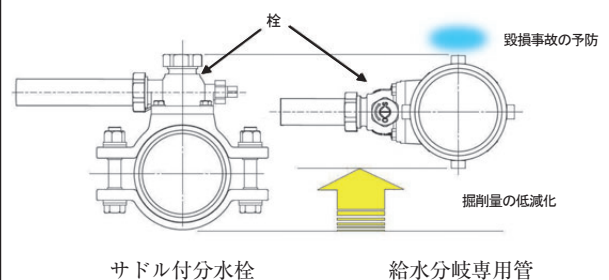


図10 掘削土量の低減化と毀損事故の予防効果

6. 試験施工

本管材の施工性確認ならびに工事コスト縮減効果の検証を目的として、試験施工を実施した。

試験施工の概要を表3に示す。

本試験施工の配水管更新区間は308mで、この間に表4に示す4種類合計30本の本管材を布設した。平均の給水分岐間隔は10.3mとなり、これは横浜市内の平均給水分岐間隔とほぼ等しい値である。

本現場の管路は比較的長い直線区間を有していることを特徴とし、現場周辺は集合住宅が多く建設されていることから給水管分岐口径φ50の本管材を多く使用した。試験施工状況を図11～図13に示す。

表3 試験施工の概要

1) 期間	H23年4月26日～同年7月25日
2) 配水管呼び径×延長	DIP(NS形)φ100×308m
3) 設計土被り	0.85m
4) 給水分岐専用管布設数	①NS形片受φ100×φ25分岐 6本
	②NS形片受φ100×φ50分岐 14本
	③NS形両受φ100×φ25分岐 6本
	④NS形両受φ100×φ50分岐 4本
	合計 30本



図11 試験施工状況



図12 給水管接続後の給水分岐専用管 (マンホール回避のため給水管を屈曲させている)



図13 給水分岐専用管接合状況

7. 試験施工の検証

今回の試験施工の結果を施工面ならびにコスト面より検証する。

7.1 施工面における検証

今回実施した試験施工における施工面での所見と評価を表4に記す。

本管材を用いることにより、給水管施工において分水栓の取付および穿孔作業の省略による作業負荷の軽減が図れることを確認した。また、既設管付近の掘削面から地下水が浸出しても迅速、確実に給水管の接続が行える事を確認した。

なお、配水管施工において、本管材の施工性は、NS形継手と同等である。

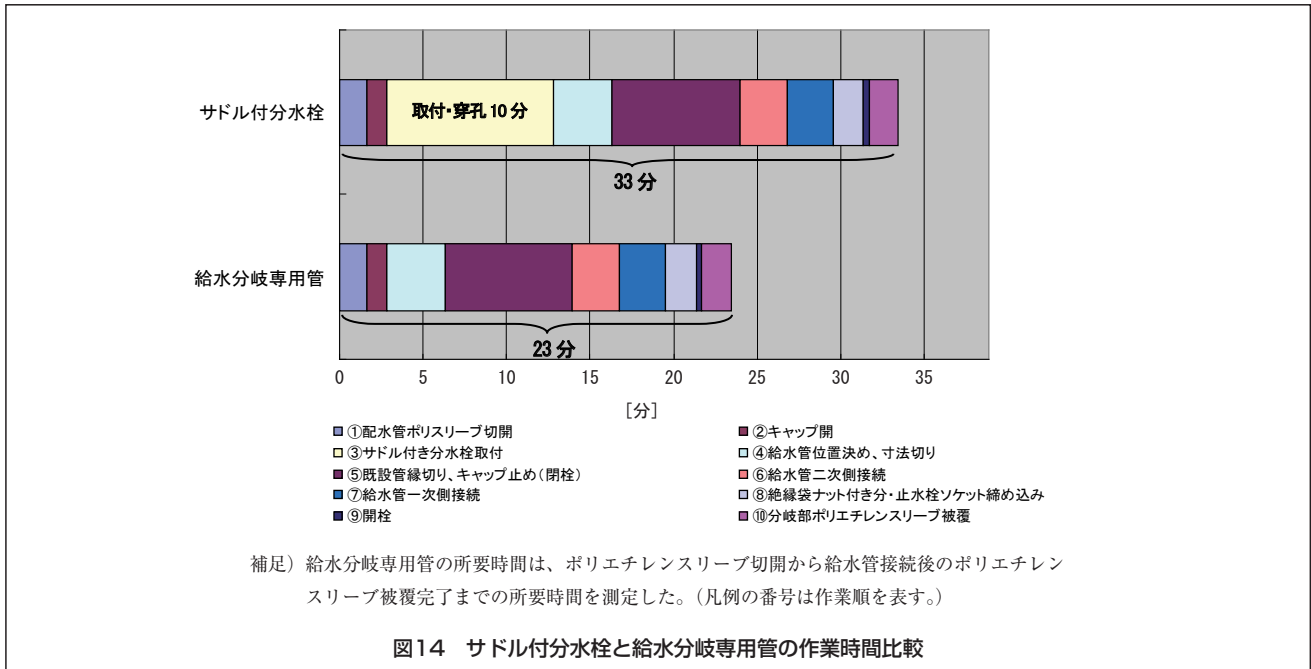
表4 試験施工の検証結果 (施工面)

検証結果		評価
1	給水管施工において、分水栓取付、穿孔作業が省略できることにより作業負荷が軽減した。	○
2	給水管施工において、湧水などが発生した場合でも速やかに給水管の接続ができた。	○
3	配水管施工において、施工性はNS形継手と同等であった。	○
4	配水管施工において、切管が増加した。	△

給水管施工における作業時間の比較例として、表4の1.項に関しサドル付分水栓と本管材を用いた場合における給水管施工時間の測定結果を図14に示す。

図14より、サドル付分水栓の取付・穿孔には給水分岐1ヶ所あたり10分程度を要し、本管材を用いることでこれら施工時間の30%程度を短縮することができた。

施工時間とは、給水管接続工事において再掘した配水管のポリエチレンスリーブの切開を起点に、給水管の接続後、分岐部のポリエチレンスリーブを施工完了時点までの時間である。



7.2 日進量について

今回実施した試験施工における日進量について表5に示す。

本管材を用いた場合、布設延長の進捗平均が22m/日であった。

横浜市の標準日進量である25m/日に対して、切管、接合等による工程の遅れが見受けられたが、サドル付分水栓取付作業の省略により、給水分岐作業において、作業時間の短縮を図ることができた。

本管材を使用した場合の日進量、平均5箇所/日は、横浜市の標準日進量、5箇所/日と同等であった。

表5 試験施工の検証結果(日進量)

(1日当たり)	試験施工	横浜市の標準	差
布設延長(m)	22	25	-3
給水分岐箇所数	5	5	0

7.3 給水管布設工事における掘削幅縮小について

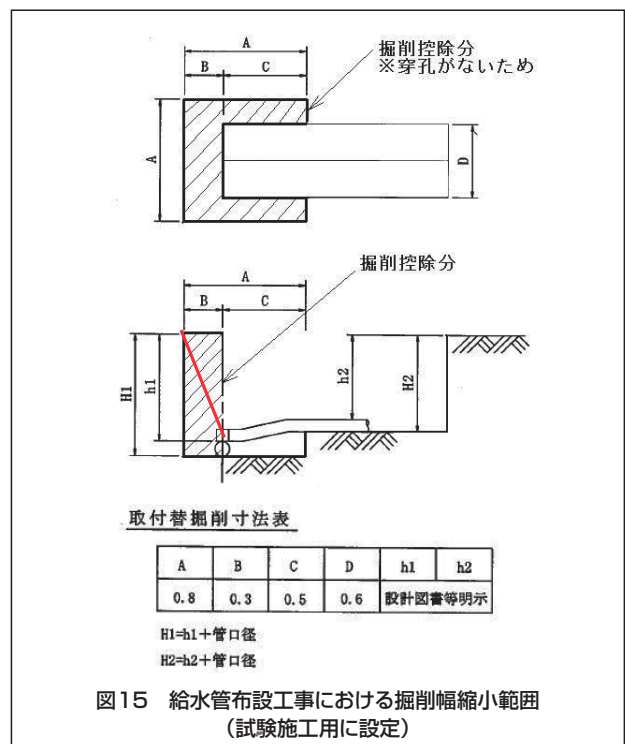
今回の試験施工では、本管材を使用することによりサドル付分水栓の取付作業や穿孔作業が不要となるため、給水管布設工事における掘削幅を縮小した。

図15に掘削幅縮小範囲を示す。

平面上の掘削幅の縮小について、分岐口径50mmにおいて、若干施工しにくい場面も見受けられたが施工可能であった。

断面の掘削幅縮小については、一度配水管布設時掘削している断面であり、図15に示すと通りの断面で掘削できず、配水管の中心に向かって斜面を切る断面(赤ラインの断面)となった。

ポリスリーブの被覆については、配水管部のポリスリーブを十字に切り、給水管に被覆したポリスリーブと合わせて被覆することにより、隙間なく被覆することができた。施工状況を図16に示す。



7.4 コスト面における検証

表6に今回の試験施工条件についてサドル付分水栓を用いた場合と本管材を使用した場合のコスト比較を、また、表7にその概況に対する考察と評価を示す。

なお、表6については、サドル付分水栓を用いた場合のコストをベンチマークとし、本管材を用い浅層埋設を実施しなかった場合（試験施工条件）と試験施工条件より15cm浅層埋設化を図った場合のコストをそれぞれS～Dで表している。

表6および表7において、従来法のサドル付分水栓に対し本管材を用いた場合に差異が現れた項目について以下に補足する。

なお、表6中の番号は、説明箇所を示す。

①本管施工－管路土工

試験施工条件では、従来法と本管材でのコスト差は見られなかったが、本管材を用いてさらに15cm浅層埋設した場合、掘削土量の削減が図れ、管路土工で約1割のコスト縮減効果が得られる試算となった。

②本管施工－管布設工

サドル付分水栓に比べ、本管材を用いることで3割弱のコスト増加となった。このうちの約半数が切管・挿し口加工の費用で、ついで、接合箇所数の増加分が占める。

③本管施工－管路土留工

試験施工条件では、従来法と本管材でのコスト差は見られなかったが、本管材を用いて15cm浅層埋設した場合、土留工が不要となる区間が生じるため管路土工で約3割のコスト縮減効果が得られる試算となった。

④本管施工－材料費（ダクタイル）

増加分の約8割が本管材の費用、残り2割が直管の増加分およびライナー、挿し口リングなど接合部品の増加によるものである。

⑤給水管工－布設工費

本管材の使用により穿孔作業、サドル、密着形コア取付作業が不要となるため4割強のコスト縮減効果が現れた。

⑥給水管工－土工費

本管材を使用することにより、穿孔作業が不要となるため図15に示すように掘削範囲の縮小が図れる。このため2割程度の土工費縮減効果が得られた。

⑦給水管工－材料費

サドル付分水栓および密着形コアが不要となる分、約3割強の縮減となった。

上記のように個々の項目でコストの増加、減少が現れるが、今回の試験施工現場における総合的な工事コストは、表6の⑧に示すようにサドル付分水栓と本管材ではほぼ同等となった。

表6 試験施工条件におけるサドル付分水栓と給水分岐専用管のコスト比較

	従来法 (サドル付分水栓)	給水分岐専用管 (浅層埋設なし)	給水分岐専用管 (浅層埋設15cm)
<本管施工>			
①管路土工(新設)	B.M.	A	S
②管布設工	B.M.	D	D
③管路土留工	B.M.	A	S
④材料費(ダクタイル)	B.M.	D	D
<給水管工>			
⑤布設工費	B.M.	S	S
⑥土工費	B.M.	S	S
⑦材料費	B.M.	S	S
⑧評価	B.M.	A	A

※ B.M. : ベンチマーク

評価基準	判断の目安
S	サドル付分水栓と比較し約1割以上コストダウンした場合
A	サドル付分水栓と同等の場合
B	サドル付分水栓と比較し約1割以上コストアップした場合
C	サドル付分水栓と比較し約2割以上コストアップした場合
D	サドル付分水栓と比較し約3割以上コストアップした場合

表7 試験施工の検証結果（コスト面）

	検証結果	評価
1	分水栓取付、穿孔作業の省略などにより給水管布設工事費は減少した。	○
2	浅層埋設とすることで本管工事における土工費、土留工費に縮減効果が現れた。	○
3	切管および接合手間の増加、材料費の上昇により本管施工費は上昇した。	△
4	全体としては、サドル付分水栓とほぼ同等の水準となった。	○

8. まとめ

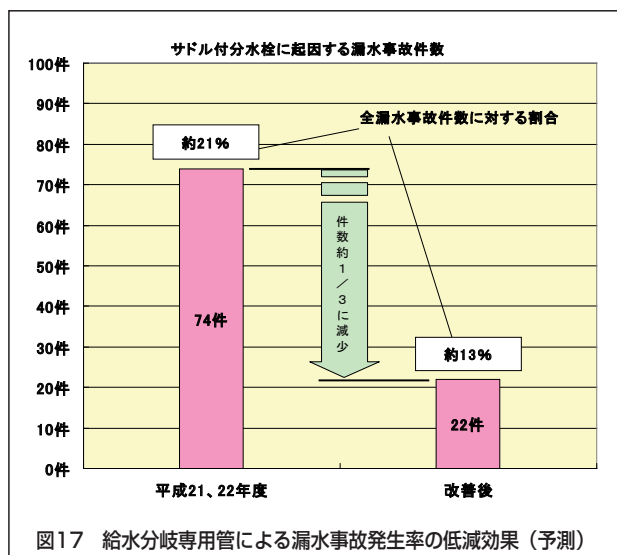
配水管布設替工事におけるコスト縮減ならびに給水分岐部における腐食対策に貢献できる管材の提供を目標に、本管材の開発を行ってきた。

本管材を用いることによる効果について、室内実験ならびに実管路における試験施工により検証した結果を以下にまとめる。

8.1 防食性能の向上による赤水、漏水事故率、毀損事故率の抑制効果について

これまで給水分岐部の腐食について、根本原因として確認されてきた密着形コア、取付ボルトなどの部品を排除し、分岐孔部を防食用塗料として定評のあるエポキシ樹脂粉体塗装で完全被覆したことは、当該部分の腐食に対して、抜本的な対策である。

施工面では、管頂部からの栓の突出を無くしたことで、周辺掘削時の毀損事故の予防にも効果を発揮し、図17のように、従来これらを原因として発生していた漏水事故の発生件数を大幅に低減できるものと確信する。また、管路の維持管理におけるライフサイクルコストの低減にも寄与することが期待できる。



8.2 布設替工事における作業の省力化について

本管材の使用により、本管工事における切管や継手接合箇所が増加する場合がある一方、給水管接続工事におけるサドル付分水栓の取付、穿孔作業の省略により、確実に作業の簡素化が図れることを確認した。また、地下水が浸出した場合などの悪条件下においても、取付や穿孔作業が不要な本管材であれば迅速・確実な給水管の接続が可能であることを確認した。

8.3 布設替工事におけるコスト縮減効果について

今回の試験施工条件においては、給水管工事における土量削減効果や作業の簡素化による費用低減効果を確認した。

また、本管工事を含めた総合的なコストについてはサドル付分水栓とほぼ同等の水準となった。

工事コストについては、サドル付分水栓に変えて本管材を用いることにより、概ね以下のような傾向となることを確認した。

- 1) 本管工事の材料費、布設費は増加する。
- 2) 本管土工費、土留費は浅層埋設化を図ることで縮減効果が得られる。
- 3) 給水管工事は全般的に減少する。

しかしながら工事全体のコストメリットの大小については、次に示す5つの要因の組合せにより、現場個々によって、大きく変わることが予想される。

これを定性的に把握するには、いくつかの異なる条件下でのデータの蓄積が望まれる。

これらの要因が変化することでコストに、どのように影響するかを明確にし、全体最適を見通した管路設計に生かせるようにすることが重要であると考えられる。

<全体的なコストを左右する要因>

- 1) 直線管路／屈曲管路の比率
- 2) 給水管口径の比率
- 3) 配水管口径
- 4) 平均給水分岐間隔
- 5) 浅層埋設の有無

9. おわりに

給水分岐部の防食性能向上による漏水率の低減は、水資源の浪費を防止するとともに、建物の浸水、道路の陥没事故等の2次的事故を防止する上でも非常に重要である。また、埋設工事における毀損事故の予防効果等、現場での事故対策を検討した場合、安全性の高い本管材は、非常に有効な予防手段である。

施工条件については、今回の研究期間内で、すべてのケースを検証することができなかったため、今後、条件の幅を広げた検討を続け、コスト的にメリットが得られる布設条件の絞り込みを行う。

今後は、新管種として、GX形ダクタイル管にも展開する予定である。

最後に、本管材の開発に際して、多大なるご協力をいただいた、横浜市水道局殿をはじめ、関係各位に謝意を表したい。

執筆者

平田 祥一

Yoshikazu Hirata

1989年入社

ダクタイル管の研究・開発に従事



霜村 潤

Jun Shimomura

1990年入社

ダクタイル管の研究・開発に従事



道浦吉貞

Yoshisada Michiura

1983年入社

ダクタイル管の研究・開発に従事

工学博士



宍戸由範

Yoshinori Shishido

横浜市水道局

技術士（上下水道部門）



嶽 仁志

Hitoshi Take

横浜市水道局

