

HDD工法とポリエチレン管の関係

ポリエチレン管ってホントにいいの？

Question

No-Dig Today 編集企画小委員長

和田 洋
WADA Hiroshi

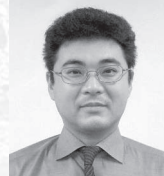
「地震が起きるとHDD工法が普及する」

地震が起きると、すべてのパイプラインがストップする。ところがポリエチレン管を使用した管路だけはすぐに復旧し使えるようになった。するとポリエチレン管の評判が良くなり、パイプラインにポリエチレン管の採用が増えてくる。そこでポリエチレン管の施工に最適なHDD工法の採用が増えHDD工法が普及する。「風が吹けば桶屋が儲かる」的に表現するとこんなところでしょうか。

今号の特集企画「HDD工法の普及にむけて」を進めるにあたりポリエチレン管の普及とHDD工法の普及には密接な関係があることをガス業界から同誌編集企画小委員会は学びました。

ポリエチレン管は耐震性の評価が高く納入実績も非常に多くガス業界では広く普及している。一方、水道業界では普及はまだこれからという状況。そこでHDD工法委員会に加わる管材関係3者に質問状を送ったところ以下のように回答がありましたのでそのままQ&A形式でご報告いたします。

Answer

栗尾 浩行
KURIO Hiroyuki配水用ポリエチレン管協会
技術委員奥村 博
OKUMURA Hiroshi水道用ポリエチレンパイプシステム
研究会
技術委員柳 清
YANAGI Kiyoshi三井金属エンジニアリング㈱
工事部部长

Q1. ポリエチレン管とはどんなものなのでしょうか？

A1. ポリエチレン管は水素と炭素からなるポリエチレン ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$)_n を主材料としており、燃焼させてもダイオキシンなどの有害物質が発生せず、リサイクルも容易な環境にやさしいパイプです。ポリエチレン管の最大の特長は可とう性を有することで、地盤の変位を管体の可とう性で吸収できるため耐震性に優れております。また、耐食性にも優れます。

水道管材としてのポリエチレン管は、呼び径50A以下の給水用と呼び径50A以上の配水用に大きく分類できます。給水用には主に直鎖状低密度ポリエチレン(L-LDPE)が、配水用には主に第三世代高密度ポリエチレンが使用されております。

Q2. 水道用管材としてポリエチレン管はいつごろから採用されているのでしょうか？また、現在に至るまでにどのような改良がなされてきたのでしょうか？

A2. 我が国において水道用ポリエチレン管は、1953年頃から使用され始めました。当時は給水管として

低密度ポリエチレン(LDPE)を用いていましたが、1955年頃にはより剛性の高い第一世代高密度ポリエチレン(HDPE)を用いた給水管も使用されるようになりました。1958年に水道用ポリエチレン管の日本水道協会規格が制定され、LDPEを用いた管を1種管、HDPEを用いた管を2種管と規定しました。

ところが1970年頃に第一世代HDPEのき裂事故が発生し、また1975年頃にはLDPEの水泡はく離事故が多発しました。HDPEのき裂問題の対策として、1980年頃に耐き裂性を向上させた第二世代HDPEが開発されました。しかし、第一世代HDPE管への水道界の不信は根強く残っており、第二世代HDPEで製造された管は、水道界ではほとんど採用されませんでした。

一方、LDPEの水泡はく離問題に関しては、各種調査の結果、ポリエチレン管の耐候性を付与するために添加されていたカーボンブラックが水道水中の塩素によるポリエチレン樹脂劣化の触媒作用をしていることが判明しました。その後、耐塩素水性を向上させるた

めに、内層はカーボンブラックを添加しないナチュラル層、外層は耐候性をもったカーボンブラック添加の黒色層とした二層管が開発されました。1998年には、主に給水用途として用いられるポリエチレン管の規格（JIS K 6762）は「水道用ポリエチレン二層管」となりました。現在は直鎖状低密度ポリエチレン（L-LDPE）を用いた二層管が主流になっています。

但し、L-LDPEは耐き裂性が優れている反面、剛性やクリープ強度が比較的低いため、呼び径75 A以上の管に使用するには管厚を厚くする必要があり、経済性や施工性の点から配水用には使用されませんでした。

Q3.いま現在普及してきている高密度ポリエチレンはどんな性質でいつごろ開発されたのでしょうか？

A3.長年の研究の結果、高強度・長期耐久性・耐き裂性に優れる高密度ポリエチレン樹脂が1989年に海外で開発され、1990年代には我が国でも開発されるに至りました。

この新しい樹脂が、「第三世代高密度ポリエチレン」と呼ばれる高性能ポリエチレン樹脂（PE100）です。現在の高密度ポリエチレンを使用したポリエチレン管は、この高性能ポリエチレン樹脂を用いて高い信頼性を実現しました。

Q4.高密度ポリエチレン管の特徴をもう少し教えてください。

A4.高性能ポリエチレン樹脂（PE100）を用いた配水用ポリエチレン管は、長期的な耐久性に優れたパイプです。日本国内の配水管で採用されている肉厚設計SDR11（外径÷肉厚＝11）であれば、流体温度20℃で最大圧力1MPa（10.2kgf/cm²）の使用に供した場合、安全率2を見込んで50年間管が破壊しません。また、管の生曲げができるため継手の数を減らせるので経済的で、腐食の恐れが無いために管内面に錆などが発生することもなく「おいしい水」の供給に最適です。ポリエチレン管特有の可とう性も有しているため、地震や豪雨による土砂災害に見られるような地盤変化に対しても優れた耐久性を示します。

Q5.ということは地震に強い、耐震性に優れた材料ということですが、阪神・淡路大震災や新潟中越地震および海外における地震での災害状況について教えてください。

A5.国内の実績に留まりますが、阪神・淡路大震災ではガス管として布設されたポリエチレン管で被害が

皆無であったと報告されています。配水用ポリエチレン管においては2003年の十勝沖地震や宮城県北部地震で被害は全く見られておらず、2004年の中越地震では小千谷市における調査結果で^{*}管及びEF接合部には被害はありませんでした。

※小千谷市での調査報告によると、実際には2箇所の漏水箇所が確認されましたが、ひとつは制水弁フランジ部の緩みで、もうひとつは給水用ポリエチレン管が配水管路に使用され、かつ、一部をVP管で接合したところでの漏水で、配水用ポリエチレン管の被害としてはカウントできないと報告されています。

Q6.耐震性はガス管だけでなく、水道管でも評価されたということですが、水道管（配水管）に採用されている割合はいかほどでしょうか？

A6.「水道協会雑誌」で公表されている“水道用品検査実績”から、水道配水用ポリエチレン管の適用サイズである、呼び径50 A～200 Aにおいて各管種の構成比率を集計したところ、下表のようになりました。集計の都合上、幾つか省略したところがありますが、ポリエチレン管の採用比率はおおよそ4%程度となりました。

表ー1 平成16年度水道用品検査実績

■条件：呼び径50 A～200 A

管種	構成比率（%）
ダクタイル鋳鉄管	43
鋼管類（ステンレス鋼管含む）	16
硬質塩化ビニル管	36
ポリエチレン管	4

Q7.耐震性が実証された割にはポリエチレン管のシェアはわずかですね。東京都や大阪府など、地震に対する被害を最小限にとどめようというなかでの採用状況はいかがでしょうか？

A7.残念ながら、これまで大都市圏での採用は非常に少ない状況となっています。

Q8.都市圏でのシェアが極端に低いのは理由があるのでしょうか？何が阻害要因となっていると思われますか？

A8.ポリエチレン管のシェアが低いというよりは、ダクタイル鋳鉄管のシェアが高いという方が正確だと思います。というのは、地方で汎用的に採用されている硬質塩化ビニル管のシェアも都市圏では極端に低くなっているからです。指導的立場にある都市圏の水道

事業体では、どうしても実績に重点がおかれ、新しい管種の採用には慎重であるようです。

都市圏の水道事業体にポリエチレン管を採用しない理由をお聞きすると、以下のような回答が聞かれます。

- ①ポリエチレン管の溶剤浸透性が懸念材料である（土壌汚染の可能性が高い地域）。
- ②ポリエチレン管の継手に関する規格の整備が遅れている。
- ③施工業者に対する施工技能講習会の制度化が不十分である。
- ④漏水検知や応急補修など、維持管理に対する標準化が遅れている。等

一方、2005年1月にJWWA Q 100として制定された水道事業ガイドラインの中で、熱融着継手による水道配水用ポリエチレン管が耐震管材の1つとして定義されたように、認知度が高まっていることは確かです。ダクタイル鋳鉄管と比較しても、耐食性、施工性、経済性などが優れておりますので、都市圏でのシェアも次第に高くなっていくものと考えております。

Q9.ある水道局の話によると、かつてポリエチレン管で有機溶剤が浸透して水道水が匂ったということを知ったことがありますがいかがでしょうか？

A9.寒冷地では宅地内に暖房用の灯油タンクが設置されている場合があります、タンクから灯油が漏れ出し、その灯油が給水用のポリエチレン管に直接浸透し、水道水から灯油臭がした事例は過去にあります。これは高濃度（100%）の灯油が管に直接浸透していくという非常に厳しい条件であり、このようなケースでは溶剤が浸透すると考えられます。

しかし道路下に埋設される配水管では、高濃度の有機溶剤に直接ふれる危険性はほとんどなく、また汚染の危険性がある場所には配管しないなどの対策がなされているため、配水管において溶剤が浸透したという事例は報告されていません。

Q10.ポリエチレン管は耐震性に優れ安全な水道管として期待でき、普及していくものと思いますが、採用において注意すべき点は何でしょうか？

A10.日本水道協会「水道施設設計指針2000」記載されているように、ポリエチレン管を使用する際の注意点としては

- ①熱及び紫外線に弱い
- ②有機溶剤による浸透に注意する必要がある

③融着継手では、雨天時や湧水地盤での施工が困難である

④融着継手は、コントローラや特殊な工具を必要とすることの4点があげられます。ただし工具についてはレンタル体制が構築されています。

Q11.ポリエチレン管の柔軟性と一体構造管路を有するという特徴を活かして、非開削工法の1つであるHDD（誘導式水平ドリル）工法を用いた布設工事がガス分野を中心に広がっていると聞きました。HDD工法でポリエチレン管を布設する際に、ポリエチレン管の引張りに対する伸びの問題や傷が発生するなどの懸念に対しどのように考えているのでしょうか？

A11.ポリエチレン管については、引張力と伸びの関係及び許容できる伸び率を定量化しております。ドリルマシンの運転において、引張力をしっかり管理することで許容値を超えるような管材の伸びを抑止できると考えております。一方、傷の発生を防止する上で重要なことは、土質の状況を事前に十分把握した上で、最適な施工計画を立てることです。無理な施工条件は傷の発生やその他のトラブルに繋がります。また、埋設管の布設終了後に、発進坑内のポリエチレン管先端部に許容値を超える傷がないかを確認する方策などがとられている場合もあります。

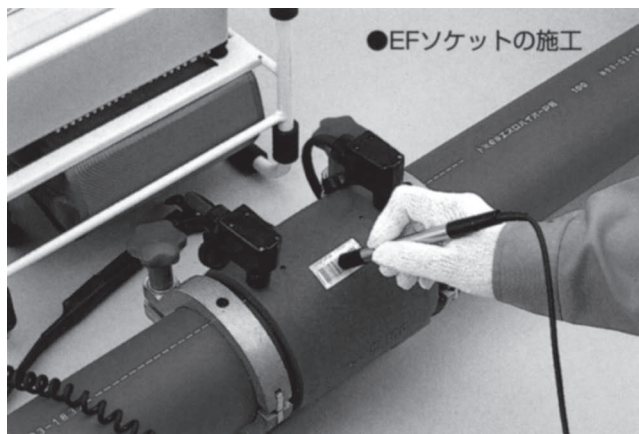
Q12.ポリエチレン管は施工時にどのような荷姿で搬入されるのでしょうか？

A12.ポリエチレン管の荷姿には、直管のものや巻物状のものがあります。JWWA K 144で規格化されている水道配水用ポリエチレン管は口径が75A以上であり、5mの直管のみ規定されております。また、JIS K 6762で規格化されている水道用ポリエチレン二層管は口径が50A以下であり、巻物状の長さが規定されております。また、規格化はされておきませんが、口径が75A以上の管であっても巻物状のものが製品化されております。

Q13.荷姿が巻物状であっても、現場で管を接続する作業は必要と思われます。ポリエチレン管の接続の方法を教えてください。

A13.JWWA K 144で規格化されている水道配水用ポリエチレン管を接続するには、一般にEF（エレクトロフュージョン＝電気融着）接合又はバット融着接合を用います。但し、現場で接続する場合は、施工環境の影響が少ないEF接合を推奨しております。パッ

ト融着接合を用いる場合は、通常はメーカー施工で実施することとしております。一方、JIS K 6762で規格化されている水道用ポリエチレン二層管を接続するには、一般にメカニカル継手を用います。またメーカーの数は少ないですが、二層管用のEF継手も製品化されております。



EF（エレクトリックフュージョン）接合の施工状況

Q14. ガス用ポリエチレン管の場合、現場施工でバット融着を実施しているところを見かけます水道用ポリエチレン管の現場施工でバット融着が推奨されていない理由は何でしょうか？

A14. 水道配水用ポリエチレン管はガス用ポリエチレン管より使用圧力が高く、耐圧性を確保するためにより密度の高いポリエチレンを使用しております。バット融着では、ポリエチレンの密度が高くなるにしたがい融着条件の適正範囲が狭くなります。そのため、現場で接合する場合は、施工環境の影響が少ないEF接合を推奨しております。施工条件の管理が十分できておればバット融着でも問題ありませんが、現状ではメーカー施工という条件で実施しております。今後、現場でのバット融着を管工事業者の方にも実施できるようにするための方策として、メーカーではコンピューター制御による自動バット融着機の採用や継手施工技能講習による施工技術者の育成に力を入れています。

Q15. EF継手は規格化されているのでしょうか？

A15. JWWA K 144で規格化されている水道配水用ポリエチレン管の継手に関しては、性能基準及び継手受口部の寸法がJWWA K 145で規格化されております。一方、直管とEFソケット以外の継手類や曲管類の寸法については、現状ではメーカー団体規格で運用

しております。現在、水道配水用ポリエチレン管のメーカー団体が2つ存在しておりますが、統一の方向で検討が進んでおりますので、近い将来に規格の統一化さらにはJWWA規格化が成されと考えております。

Q16. ポリエチレン管以外の他管種との繋ぎこみは可能でしょうか？

A16. ポリエチレン管と塩ビ管や铸铁管との接続は、ポリエチレン専用の異種管継手にて接続が可能です。これらの継手を使用すればフランジレスで接続が可能であり、高い水密性を確保することが可能です。

Q17. その他施工上の問題点（留意点）について聞かせてください。

A17. Q10でも少しふれましたが、融着接合の際には水に対して注意が必要であり、雨天時や湧水地盤での施工にはテントによる雨よけやポンプによる湧水のくみ上げなどの対策が必要になります。但し、施工時の工夫によりこれらの対策を軽減することが可能であり、例えば融着接合を陸で行い長尺管を作成し、その後掘削溝内に接合した管を設置する施工するような湧水対策も可能です。

また融着面の汚れや、融着面に異物が付着したまま融着した場合には融着不良となる可能性がありますので、事前の清掃を確実に行うことが必要です。

Q18. 最後に、ポリエチレン管を配水用などの用途に普及させていくための今後の取り組みについて聞かせてください。

A18. まずポリエチレン管は大きな特徴として耐震性に優れる点が挙げられます。ポリエチレン管は管自体に可とう性があり、また接合部の材料が連続的に一体化する接合方法（EF接合・バット融着接合）により接合部の抜け出しが起こりません。これら管の可とう性や接合部の一体化はHDD工法においても非常に有効です。可とう性は曲率のある管路に追従し、一体化された配管は安定した引込み性能を示し、かつ長尺化も可能なためスピーディーな引込みが可能になります。ガス業界ではポリエチレン管によるHDD工法が頻繁に実施されています。今後はガス業界のような高い認知度を目指して水道業界にも積極的にPRしていきたいと考えます。