

高耐候性ポリエチレン管・継手

Excellent Weather Resistance Polyethylene Pipe for Outdoor Use

＜耐候性・耐震性・耐薬品性を備えた配管材料＞

積水化学工業(株) 田中 悠大

1. はじめに

様々な産業分野のプラントにおいて、配管は流体の輸送を担う重要なインフラである。現在、使用されている主な配管材料としては、金属管、硬質ポリ塩化ビニル管（以下、塩ビ管）、およびポリエチレン管が挙げられる。これらはそれぞれに特性が異なり、用途や使用条件に応じて選定されている。

金属管は、高い強度と耐圧性を有し、流体が高温の場合でも使用可能だが、経年劣化による腐食を避けることは難しい。また、施工時には溶接やねじ接続など熟練した技術が要求されるうえ、配管材料自体も重量があり運搬が容易ではない。これらにより、施工品質の均一化、および施工負荷の大きさが課題となっている。

一方、樹脂管である塩ビ管やポリエチレン管は、軽量で施工性に優れ、さらに高い耐薬品性を有している。特にポリエチレン管は、その柔軟性と強靱性により、地盤変位や地震動への追従性が高く、漏洩や破損のリスクを大幅に低減

できる点で注目されている。

ただし、樹脂管は屋外設置条件下にて、紫外線劣化するため、塗装やカバーによる保護対策が必要である。しかし、足場設置に手間や費用がかかったり、塗装やカバーの定期的な更新が必要であったりと、様々な課題がある。

これらの課題に対し、当社では高い耐候性を有し、屋外環境でも長期間安定した性能を実現するポリエチレン管として、『エスロン プラントハイパーBK』（以下、プラントハイパーBK）を開発した。本配管材料を採用することにより、



写真1 プラントハイパーBK

第1表 主な配管材料の特性比較

	耐候性	耐震性	耐薬品性	施工性
高耐候性 ポリエチレン管 (プラントハイパーBK)	○ 屋外露出が可能	○ 柔軟で接合部の 信頼性も高い	○ 酸・アルカリなど 様々な薬液に対応	○ 軽量かつ、 EF融着による易施工
塩ビ管 (VP)	△ 塗装・遮光が必要	× 硬く脆い	○ 酸・アルカリに強く、 有機溶剤に弱い	△ 作業者の技能差による 接着品質ばらつき
金属管 (SGP, SUS)	○ 屋外露出が可能	△ ねじ込み接合は 耐震性が弱い	△ 酸に弱い	× 配管重量が重く、 熟練技術も必要

他の樹脂管で必要な塗装やカバーなどの保護対策が不要となり、維持管理が容易になるとともに、屋外の薬液配管など、過酷な環境下でも長期にわたり安定した運用が可能である。本稿では、このプラントハイパーBKについて紹介する。

2. 屋外用ポリエチレン管の耐候性

2-1 紫外線劣化のメカニズム

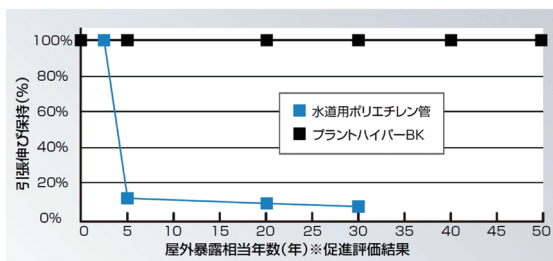
ポリエチレン樹脂は、炭化水素鎖からなる高分子材料であり、紫外線や熱を受けることで表面が酸化され、分子鎖の切断が生じると同時にカルボニル基が発生する。そして、分子鎖の切断により、分子量が減少する。その結果、微細なひび割れや強度低下が進行する。この現象は、紫外線強度、および雰囲気温度に依存して加速され、屋外暴露条件下では顕著となる。

2-2 耐候性向上の材質改良手法

紫外線による劣化を防ぐ代表的な手法として、カーボンブラックの添加がある。樹脂に添加させたカーボンブラックに紫外線を吸収させることで、ポリエチレン内部への紫外線の侵入を防ぎ、酸化劣化の進行を抑制する効果を発揮する。プラントハイパーBKは、カーボンブラックを最適分散させた設計としており、屋外配管においても長期間にわたり機械的特性を維持できる耐候性を実現している。

2-3 機械的物性低下の抑制

プラントハイパーBKの耐候性を確認するため、水道用ポリエチレン管（カーボンブラック無添加）との耐候性比較試験を実施した。促進耐候性試験機によって紫外線照射を行った供試体に対して、引張試験を実施して引張破断伸びの保持率を測定した。その結果、第1図に示すように、水道用ポリエチレン管は紫外線照射の進行に伴い、引張伸び保持率が低下し、柔軟性の低下傾向が見られた。一方、プラントハイパーBKでは、50年相当の屋外暴露で受ける紫外線量に相当する促進条件下でも、引張破断伸び率の低下は認められなかった。この結果は、プ



第1図 耐候性試験結果

ラントハイパーBKが長期間の屋外環境下においても機械的特性を維持できることを明確に示しており、カーボンブラック添加による耐候性向上効果を裏付けるものである。

3. ポリエチレン管の耐震性

ポリエチレン管は、その柔軟性と強靭性を兼ね備えた材料特性に加え、EF (Electro Fusion) 接合による一体管路を形成できるため、優れた耐震性能を有している。金属管や塩ビ管と比較しても、地盤変位や地震動に追従できる柔軟性を備えており、地震時における配管破損リスクを大幅に低減する。EF接合によって一体管路を形成できるポリエチレン管は、接合部の信頼性が極めて高い。この特性は、地震による引張、せん断、曲げなどの複合応力に対しても、接合部の抜けや破断が発生しにくい構造的優位性をもたらす。地震時に地盤が沈下・隆起・横ずれといった変位を受けても、管自体が追従することで、漏水や破断を防ぐことができる。実際に、水道分野においては、過去の大地震においても

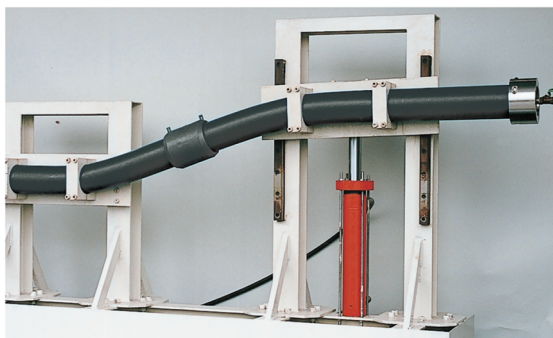


写真2 せん断試験の様子

断水を免れた多数の実績が報告されており、ポリエチレン管の耐震性が実証されている。

当社では接合部を含めた配管にて、地震を想定したモデル試験（引張試験、せん断試験〔写真2〕、曲げ試験）を実施している。いずれの試験においても、接合部が抜けることなく、優れた一体性を維持する結果を得ており、その高い耐震信頼性が確認されている。

4. ポリエチレン管の耐薬品性

ポリエチレン管は、酸・アルカリをはじめとした多くの薬液に対して優れた耐薬品性を有しており、多様な薬液を扱うプラント配管の材料として適している。特に、金属管では酸による悪影響が避けられない環境下でも、ポリエチレン管であればメンテナンスをほとんど必要とせず、長期間にわたり使用できるため、安心して採用することができる。

ただし、薬液廃水では様々な薬液が混同し、混酸となることが多い。混酸の場合、薬液同士の相互作用を予測できず、配管材料への定量的な影響を判断することは難しい。また、耐薬品性が劣ることが分かっている薬液であっても、濃度が低ければ実使用上は問題とならない場合もある。そこで当社では、試験費用に応じて実使用条件に即した耐薬試験を実施することも可能である。具体的な例では、既設の配管システムに試験配管を導入し、一定期間運転した後に抜管して評価する方法や、あらかじめ切り出した試験片を薬液に浸漬させ、一定期間後に取り出して評価する方法などを用いて、現場条件に沿っ



写真3 既設配管に導入した試験配管

た材料挙動を確認している。これにより、薬液組成や濃度、温度など、実際の運転条件での耐薬品性を把握することが可能となり、安心して配管材料を選定できるような取り組みを行っている。本取り組みは、プラント設備管理者にとって「安心して使えるデータ」の提供につながっており、ユーザーは安心してポリエチレン管を薬液配管に採用・運用できる。

5. ポリエチレン管の施工性

ポリエチレン管の大きな特長の一つは、施工が容易でありながら施工品質のばらつきが少ない点である。ポリエチレン管の接合は電気によるEF接合を採用している。継手内に埋め込まれた電熱線に電流を流すことにより、管表面と継手内面が同時に溶かされ、界面に発生する圧力によって、管と継手が完全に一体化する。施工方法について、電気融着に最適な電圧・加熱時間などの設定にバーコードを採用するなど標準化・定型化されており、施工品質を均質化している。そのため、金属管の溶接などと異なり、施工者技量への依存が低く、誰が施工しても均一な品質を得ることができる。

また、軽量であるため、現場での取り回し性にも優れ、施工時間の短縮や人員削減に寄与する。多くの場合、クレーンなどの重機を使用せずに施工できる点も大きな利点である。そのため、昨今の熟練配管工の減少の課題にも貢献している。

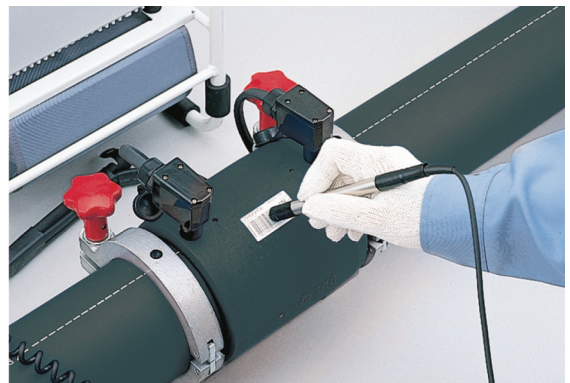


写真4 継手の融着条件バーコード読み取り

第2表 主な配管材料の重量比較 単位：kg/m

主な配管材料(管)		50A	150A
樹脂管	ポリエチレン管	1.0	5.8
	塩ビ管	1.1	6.7
金属管	SGP管	5.3	19.8
	SUS管	4.0	13.7

6. 使用事例の紹介

当社では、屋外の架空配管として高濃度の薬液を輸送するユーザーに対し、プラントハイパーBKへの更新を提案・採用いただいた事例がある。本事例のプラントでは、従来、ラック上に敷設されていた塩ビ管が老朽化しており、設備運転時の破損や漏洩のトラブル、工事時に塩ビ管を損傷する事例がたびたび発生していた。特にラック上の配管は劣化が進んでいても目視で気づきにくく、トラブルが発生して初めて問題が顕在化することもあった。

こうした背景を受け、管理の目が届きにくいラック上の配管として、屋外使用でも長期間安定運用可能なプラントハイパーBKを、一部のラインでテスト導入した。その直後に発生した最大震度6弱の大阪府北部地震（2018年）でも、プラントハイパーBKのラインは一切の被害が発生しなかった。この実績を契機として、ポリエチレン管のラインは一気に拡大され、現在に至るまで最初に導入されたテストライン含めて、メンテナンスフリーでトラブルゼロを維持しており、長期間安定的な設備稼働の実現に貢献している。こうしたことから、ラック上配管において、配管の老朽化などのリスクを把握しづらいことを考慮すると、メンテナンスフリーで長期間使用可能なプラントハイパーBKは最適な選択であるといえる。

もし、プラントハイパーBK導入前に地震が発生していたら、塩ビ管が破損し、薬液漏洩による生産停止や設備損傷、さらには薬傷や土壤汚染などの二次被害が発生する可能性があったと考えられる。この事例は、プラントハイパーBK



写真5 ラック上に敷設されたプラントハイパーBK

の高い耐震性と信頼性を示すものであり、過酷な条件下でも安全・安定な運用が可能であることを実証している。

7. おわりに

近年、プラント業界では、熟練施工者の減少や設備保守人員の不足が深刻化している。こうした状況において、配管材料には「長期間安定して運用できること」「メンテナンスや補修の負担が少ないこと」が強く求められている。プラントハイパーBKは、耐候性・耐震性・耐薬品性・施工性の四つの特長を兼ね備え、過酷な環境下でも長寿命・メンテナンスフリーで運用できるため、補修費用・工数の削減と安全性の向上をもたらす。また、当社が実施する実使用薬液での耐薬試験により、ユーザーは信頼できるデータに基づき安心して配管材料を選定できる。こうした特長は、熟練技術者不足や保守人員減少といった社会課題にも対応可能な、持続性の高いプラント運用を支える選択肢である。

その他、当社では、用途に応じた多様な製品展開を進めている。高耐候性塩ビ管である『エスロン UVストロング』、高い耐圧性能を備えた消火用ポリエチレン管、そしてPFASフリーの超純水用特殊オレフィン樹脂管（開発中）など、幅広いニーズに応えるラインナップを拡充している。

今後も、こうした配管技術を通じて、長期間安定稼働できるプラント設備の運用・維持に貢献していきたいと考えている。

以下は本文中に掲載されなかった筆者の紹介です

田中悠大

積水化学工業(株) 環境・ライフラインカンパニー 総合研究所 エンジニアリングセンター
プラントグループ

〈会社事業内容および会社の近況〉

住宅、建材、管工機材、IT分野などで、樹脂加工を中心に多岐にわたる事業を展開。ライフライン、水環境分野においては、建築物向け給排水管から、工業向けのバルブや高機能管などさまざまな配管材を提供している。
