

● 3Dシステム（アルミ複合三層ポリエチレン管・継手）

アロン化成株式会社 管材事業部 管材開発グループ 水野 宏俊

1 はじめに

アルミ複合三層ポリエチレン管（以下、三層管という）は、ヨーロッパで開発された管材であり、その品質・施工性が評価され、架橋ポリエチレン管やポリブテン管などの樹脂管に代わる新しい管材として普及した。ヨーロッパでは既に給水・給湯市場の30%のシェアを占め、現在ではアメリカや中国などでも普及が進んでおり、日本国内でも三層管に注目が集まりつつある。

日本国内で三層管を取り扱っているメーカーは、現在10社以上あり、市場は既に混戦模様を呈している。しかし、取り扱われる継手のほとんどが金属製であり、「コスト」、「形状」、「耐食性」などの問題点を抱えており、なお改善の余地が残されている。

そこで当社は、樹脂加工メーカーならではの強みを活かし、それらの問題点をカバーした「オール樹脂製継手」を中心とした、給水給湯配管システム「3Dシステム」を開発し、市場へ参入することとした。

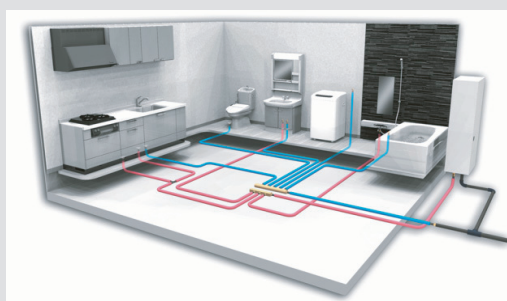


図1 「3Dシステム」配管例

2 三層管「アロン3Dパイプ」の特長

三層管（当社品名：アロン3Dパイプ）は図2のように、アルミ層を中間層とし、その内外面に樹脂層をもつ三層構造であり、金属管と樹脂管の特長を兼ね備えた新しい配管材料である。

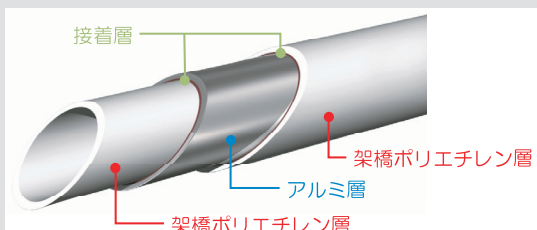


図2 三層管の構造

(1) 形状記憶性

樹脂管のような反発が無く、管の形状が保持されるため（図3）、配管作業が容易となる。また、固定のためのサドルバンドが削減できる等のコストダウンが可能。なお、当社「アロン3Dパイプ」は、「3次元的な配管（＝3D配管）」を由来とした品名である。

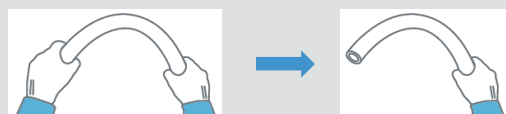


図3 形状記憶性

(2) 小さな曲げ半径

樹脂管と比較し、約1/3の半径で曲げることが可能（図4）。省スペースで配管することができ、施工性が向上する。

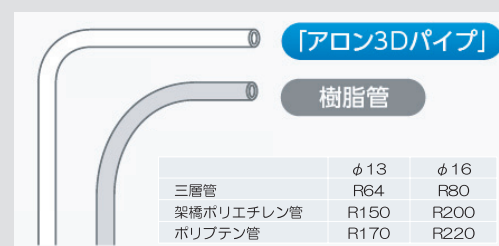


図4 最小曲げ半径比較

(3) 優れた耐圧・耐熱性

耐熱性に優れ、樹脂管の約1.5倍の強度を有しており（表1）、95℃以上の湯が流れるエコキュート用配管としても需要が増えている。

表1 強度比較（社内での比較試験結果）

管種	破壊水圧	引張降伏強さ
三層管	7.4MPa (樹脂管の約1.5倍)	2.4kN (樹脂管の約1.5倍)
樹脂管	4.9MPa	1.6kN

(4) ガスバリア性

アルミ層により、大気中の酸素の侵入を阻止するため（図5）、器具類の腐食が軽減され、器具の長寿命化が図れる。

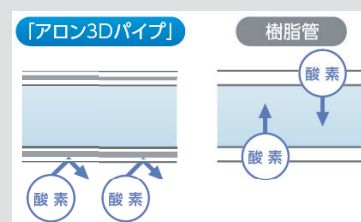


図5 ガスバリア性

「アロン3Dパイプ」は当社のリクエストに基づき、海外メーカーが生産したOEM製品であり、「内外層の樹脂（架橋ポリエチレン）」、「アルミ層の厚み」、「アルミ層溶接方法（バット溶接）」など、他社の三層管よりも長期使用時の性能に優れた独自の仕様としている。

以上が「アロン3Dパイプ」の特長である。次に紹介する専用継手では、「管以上の強度・耐久性」を要求品質として開発を進めた。

3 専用継手「アロン3Dジョイント」の開発

「アロン3Dジョイント（写真1）」は、単に樹脂化するだけでなく、『「誰でも」、「簡単」、「確実に」施工できるワンタッチ継手』をコンセプトとして開発した。

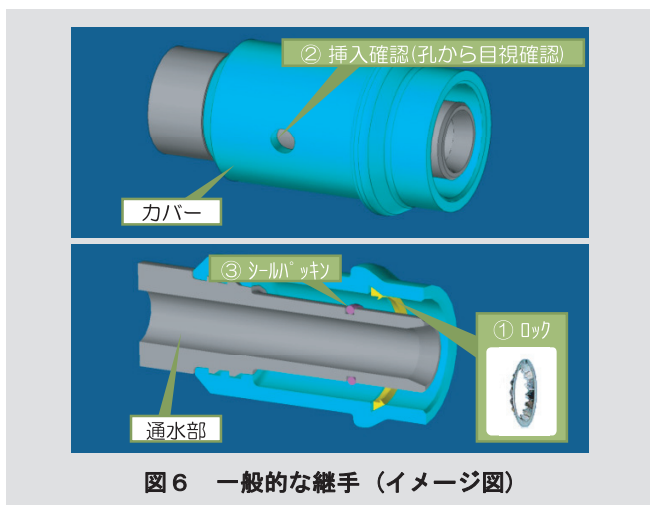


3.1 「3つのDouble」構造

一般的に継手には図6に示す、3つの機能が求められる。

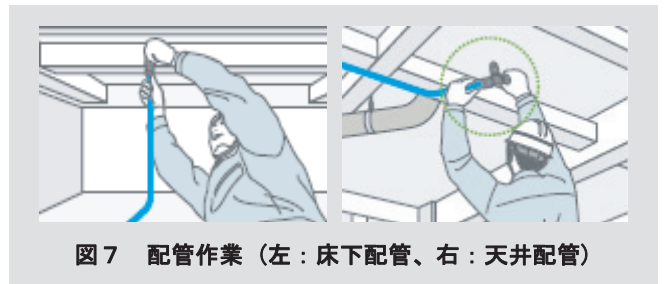
- ①管を保持するための「ロック機能」
- ②管が適正に挿入されたか確認するための「挿入確認機能」
- ③止水のための「シール機能」

当社「アロン3Dジョイント」は、「3つの機能を2重（Double）」とした製品であり、それを由来とした品名である。



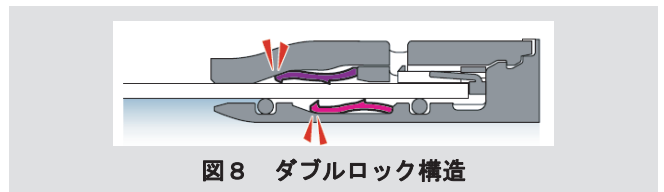
(1) 樹脂製ダブルロック構造

継手の接続は、床下や天井または衛生器具の裏など、「狭い」、「暗い」、「無理な姿勢」での作業が大半であるため（図7）、軽い力で接続可能な継手が必要とされる。



他社継手の多くが採用している金属製ロックは、管を強力で保持できる反面、挿入時の抵抗が大きい傾向にある。

そこで当社は、「高い保持力」と「低い挿入力」の相反する機能を「樹脂の特性を活かしたダブルロック構造（図8）」で実現した。



ロック部品は、図9のように中央部を湾曲させ、また、円周上に複数のスリットを入れることで、管挿入時に抵抗が少なくなる形状を開発した（特許出願中）。これにより、他社の金属製継手よりも、格段に軽く管を挿入できる継手を実現している。（表2）

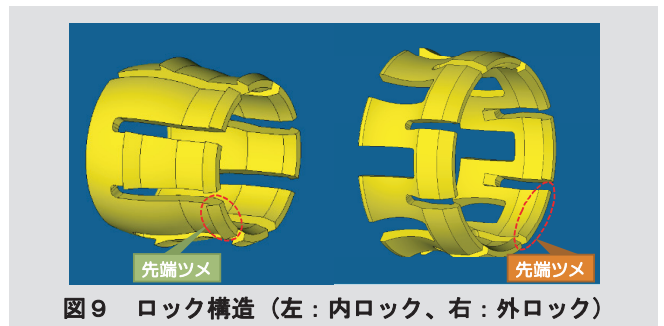
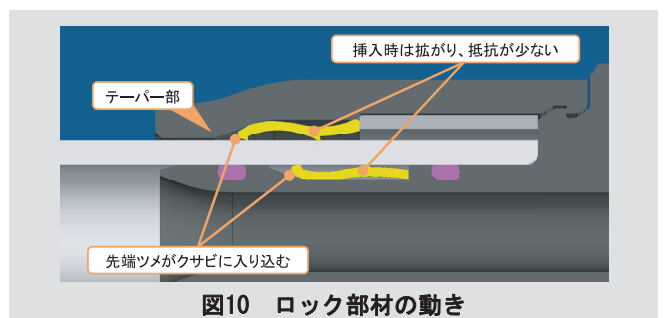


表2 挿入力比較

当社品	A社品	B社品	C社品	D社品
70N	160N	280N	190N	115N

また、引抜き力が発生した際には、先端ツメがテーパ部に入り込み（図10）、管を強力で保持する。



(2) ダブルの挿入確認構造

管接続後には、挿入が確実に行われているか「チェック」が必要となる。他社継手の多くは挿入された管を確認するため、カバーに「確認窓」を設けたり、一部を「透明化」することで、目視確認可能な構造としている。ただし、狭く・暗い作業環境では目視確認が困難な場合が多い。そこで、当社継手は目視での確認に加え、触覚でも確認可能な構造とした。管挿入前に継手から出ている突起は管挿入とともに継手内部に押し込まれる。管挿入前後の突起部分の目視変化に加え、突起の有無を触覚でも確認可能としている（図11）。

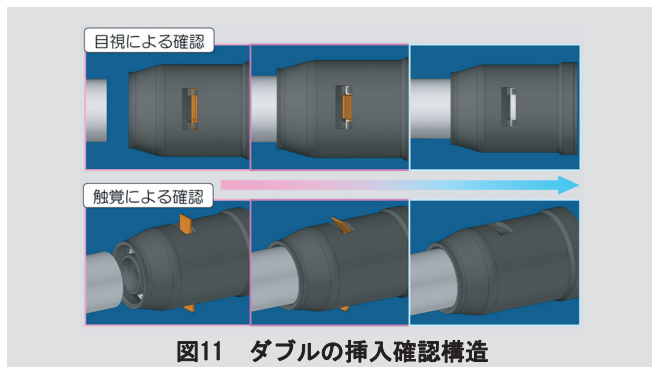


図11 ダブルの挿入確認構造

挿入確認部材は、誰でも視認しやすいよう、カラーユニバーサルデザイン¹⁾に基づいた配色としている。また、継手受口サイズ毎に挿入確認部材を色分けしており（図12）、利便性を高めている。



図12 カラーユニバーサルデザイン

(3) ダブルシール構造

継手に重要であるシール機能は、各社様々な工夫がなされている。ダブルシール構造もその一つであるが、当社はシール位置を離すことで、万が一、どちらかのシールパッキンに異物が噛み込んだ場合でも、もう一方のシールパッキンが止水をする、独自のダブルシール構造（図13）としている。

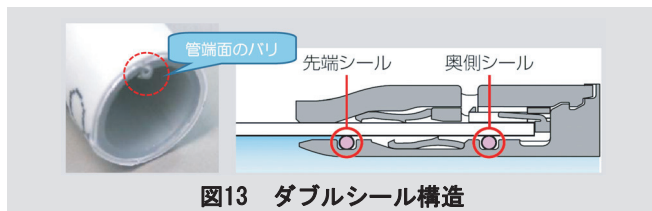


図13 ダブルシール構造

3.2 材料選定

給水・給湯に用いられる樹脂製継手には、表3に示す項目を十分に満足する設計・材料選定が必要である。

表3 要求事項

項目	想定される状況
機械強度	ウォーターハンマーによる水撃圧など
靱性(耐衝撃性)	継手落下による衝撃、凍結膨張など
耐薬品性	接着剤など溶剤の付着
耐熱性	95℃の連続使用
寸法安定性	成形ロット毎の品質安定性

材料選定にあたっては、エンジニアリングプラスチック（エンプラ）の中でも、特に優れた性能を有しているPPS（ポリフェニレンサルファイド）をベースとし、そのグレード検討を行った²⁾。元来、PPSは、機械強度・寸法安定性・耐薬品性・耐熱性・耐クリープ特性に優れ、また、エンプラの中では特にコストパフォーマンスに優れた材料であり、金属からの代替材料として使用されることが多い。現在、自動車のエンジン回りの部品を中心に、その用途が拡大している。PPSの検討にあたっては、下記4グレード（図14、表4）を選定し、各種の試験を実施した。



図14 PPS各種グレード

結果、いずれのグレードも機械強度・耐薬品性・耐熱性・寸法安定性に関しては、十分な性能を有していたが、冬季の施工を想定した低温下での耐衝撃性に関しては、グレード間の差が明確に表れ、当社基準を唯一満たしていたA社のPPSが採用となった。（表4）

表4 落錐衝撃試験

材料	試験結果
PPS (エラストマー入り) A社品【採用】	全て割れなし (n=20)
PPS (エラストマー入り) B社品	15個割れ (n=20)
PPS (ガラス30%入り)	20個割れ (n=20)
PPS (ガラス40%入り)	20個割れ (n=20)

試験条件: -18℃ 0.5kg×0.75M

また、継手単体だけでなく、継手と管を接続した状態での試験を全29項目にわたり実施しており、3Dシステムの長期使用における安全性も確認している。表5に試験の代表例を示す。

表5 3Dシステム性能 (29項目より一部抜粋)

試験項目	試験概要
熱間内圧クレープ試験	配管内に95℃高温水を一定圧力にて1000時間加える。
脈動水圧試験	配管内に95℃高温水を0.5~1.5MPaの水圧にて100万回加える。
低圧脈動試験	配管内に95℃高温水を0.1~0.2MPaの水圧にて100万回加える。
長期引抜試験	400Nの引抜力を管継手に300時間加え続ける。
ヒートショック試験	95℃⇔20℃で交互に通水させ、一定間隔で0.8MPaの圧力を加えるサイクルを3万回繰り返す。

4 おわりに

長年、排水分野に重点を置き、活動してきた当社が給水分野に参入することにより、これまでは対応できなかった顧客要望にも応えることが可能となった。今後、少子化にともない、住宅着工件数の横這い・減少が予測されるが、その中でも顧客に選ばれるメーカーであり続けるために、顧客の視点に立った部材の開発を継続的に進めていきたい。

さらに、給水・給湯以外での用途展開も検討中であり、東亜合成グループ各社を含め、工業用途等での市場の探索を図っていきたい。

引用文献

- 1) 宮澤佳苗, 中内茂樹, 篠原敬三, 日本色彩学会誌, 32(1), 31 (2008).
- 2) 化学工業日報社著, “エンジニアリングポリマーエンブレから高機能性樹脂まで”, 改訂新版, 化学工業日報社 (2006) pp.214~224.