

水道配水用ポリエチレン管を用いた老朽管の更新

—バット融着接合による PIP 工法の研究—

○小林一人(積水化学工業株式会社) 栗尾浩行(積水化学工業株式会社)
水川賢司(積水化学工業株式会社)

1. はじめに

水道施設は維持管理の時代に入り、多くの老朽施設更新が今後増大する。中でも最もストックが多い配水管の開削工事による更新は、既設管の撤去費・配管敷設工期・工事スペース確保等が障害となる場合があり、掘削面積が少なく済むパイプインパイプ (PIP) 工法が対策の1つとして挙げられる。しかし、PIP 工法は既設管に比べサイズダウンが避けられない課題もある。

本稿は、内外圧に対し自立強度を持ち、しかも耐震性に優れた水道配水用ポリエチレン (PE) 管を用いた PIP 工法に関し、従来の EF 接合に比べサイズダウン率を小さくすることが出来るバット融着接合を用いた研究について紹介する。

2. バット融着接合

水道配水用 PE 管の接合は、主に融着によって行われ、融着には EF (電気融着) 接合とバット (突合せ) 融着接合がある。施工現場でのバット融着接合は、ガス用 PE 管では以前から行われているが、水道配水用 PE 管は、ガス用 PE 管と比べ溶融しにくく (表-2)、外的要因 (外気温・風・埃) による融着性能低下が危惧されるため、作業環境が管理された工場内融着以外で行われる例は少ない。

そこで、現場でテントを用い外的要因の影響を受けにくくすること、またヒーター温度を 240°C に設定する事等、PE100 の最適な融着条件を設定した。表-3 に現場融着品の性能確認結果を示す。

表-1 EF 接合およびバット融着接合作業概略

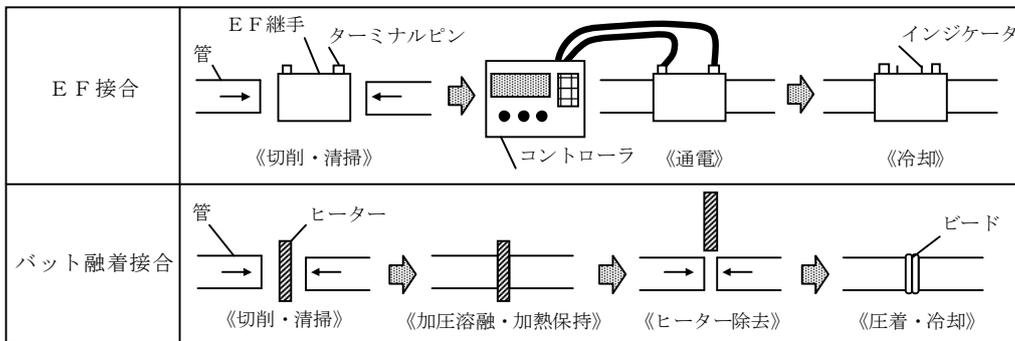


表-2 PE 樹脂グレードと物性

	水道用 PE	ガス用 PE	備考
グレード	PE100	PE80	
融点	130°C	126°C	JISK7121
MFR	0.4g/10min	0.8g/10min	ISO1133

表-3 バット接合部性能評価結果 (抜粋)

評価項目	試験方法と要求性能	試験結果
破壊水圧試験	管が破壊するまで水圧を加え接合部破壊しないこと	バット部異常なし
熱間内圧クリープ試験	80°C-水圧 1.1MPa で規定時間接合部破壊しないこと。	異常なし

3. バット融着接合を用いた PIP 工法によるサイズダウン

バット融着接合は、表-4 に示すように、EF 接合に比べ接合部外径が小さく、PIP 工法では、サイズダウン率を小さくすることが出来る。

表-4 水道配水用 PE 管外径と接合部外径

呼び径	()内はサイズダウン					単位:mm
	φ 50	φ 75	φ 100	φ 150	φ 200	
管外径	63	90	125	180	250	
EF 継手外径	83 (2)	117 (2)	163 (3)	234 (2)	310 (3)	
バット部外径	68 (1)	96 (1)	132 (1)	190 (1)	261 (2)	

水道配水用ポリエチレン管を用いた老朽管の更新

－バット融着接合による PIP 工法の研究－

4. PIP 工法の工事課題

実工事では、商業地や住宅地等で、近隣にバット融着接合した長尺管を仮置きする保管スペースがなく、バット融着接合後、すぐに新設管を引き込む必要があるケースも多い。しかし融着直後は、接合部が高温の為に、PE 樹脂の引張強度が低下しており、直ちに引込み力を加えると、接合部が破断する恐れがある。そこで以下手順のとおり、接合部の引張強度が PIP の引込み力(F)以上になる冷却時間を設定することにした。

手順① 引込みに耐える PE 樹脂必要引張強度(σ_T)の算出

$$\text{PE 樹脂必要引張強度}(\sigma_T) = \text{引込み力}(F) / \text{管断面積}(A) \times \text{安全率}(\alpha)$$

手順② 冷却完了温度の設定

①で求めた σ_T と PE 樹脂の引張強度の温度依存性 (図-1) から必要冷却温度(T)を求める。

手順③ 冷却時間の設定

②で求めた冷却温度 T とバット接合部の冷却曲線(図-2)から冷却時間を求める。

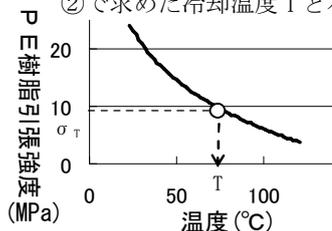


図-1 PE 樹脂引張強度の温度依存性

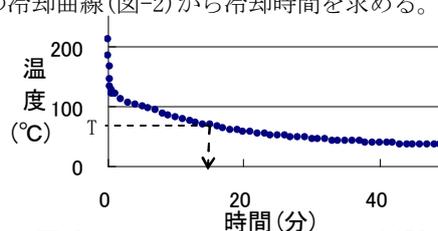


図-2 バット接合部の冷却曲線(φ150の例)

5. 施工事例

バット融着接合後、すぐに管を引込む方法で施工した実施例を表-5 にしめす。

実施例-1 は、住宅地の公道下で、既設管と新設管のクリアランスが小さいためビード部を除去した。接合部 1ヶ所当たりの所要時間は約 45 分、日進量は平均 50m/日程度であった。また、実施例-2 は、商業地の国道沿い歩道下で、既設管とのクリアランスに余裕があったためビード部を除去せず施工した。接合部 1ヶ所当たりの所要時間は約 40 分、日進量は平均 60m/日程度であった。

表-5 接合後直ちに管を引込んだ実施例

	施工時期	配管長	既設管	引込み管	引込み	接合箇所	安全率(α)
実施例 1 (図-3)	09/08	260m	DCIP φ200 (内径 197mm)	PE 管 φ150 (外径 180mm)	1.5 トン 電動ウインチ	52ヶ所	6
実施例 2 (図-4・5)	09/12	160m	DCIP φ300 (内径 295mm)	PE 管 φ200 (外径 261mm)	2 トン 電動ウインチ	30ヶ所	6



図-3 発進坑遠景



図-4 発進坑



図-5 融着部のビード

6. その他 PIP 施工事例

水道配水用 PE 管のバット接合による PIP 施工は、長尺管を仮置後、引込むケースを含め、04 年度から既に 15 件以上行っており、全て問題なく完了、またその後漏水等の問題も全く発生していない。

7. おわりに

本工法を用いることにより、既設管を撤去せずに、短工期・省スペースの工事を行えることが確認された。今後の配水管の老朽化更新が促進されれば幸いである。

施工年月	場所	配管長	口径
04/09	茨城県	20m	φ100
04/09	北海道	70m	φ100
09/11	北海道	25m	φ150