

水道配水用ポリエチレン管の耐震性能の検証

○横 厚(水道用ポリエチレンパイプシステム研究会)
坂本宏昭(水道用ポリエチレンパイプシステム研究会)

1. 実験による耐震性能の検証概要

当研究会では、水道配水用ポリエチレン管(JWWAK 144・145、以下「配水用 PE 管」と略す)の耐震性能に関して種々の実験を行ってきた。配水用 PE 管が耐震性に優れている理由は、ポリエチレン材料の柔軟性により、管自体で大きな伸縮、屈曲が可能のため、大地震時の地盤変形によく追従することが挙げられる。基本的な接合方法である EF 融着接合管路で引張試験を行った場合、降伏歪み(約 8~10%)までは管路機能を損なうことなく伸長し、継手の離脱もないことを確認している。管体曲げ試験として、継手部が 30° 以上に屈曲した場合の水密性も問題のないことを確認している。また、くり返し伸縮試験の結果、地震動に対する許容歪を±3%とした。水道施設耐震工法指針・解説(1997年版)を配水 PE 管向に適用すると、管体発生歪はレベル 2 地震動においても最大 0.62~0.64%と計算され許容歪±3%に比べ余裕がある。

2. 大地震発生時の管路被害調査結果

配水用 PE 管は、兵庫県南部地震を契機に開発されたが、平成 14 年度までは実際の大地震に遭遇したケースが無かった。しかし、平成 15 年 9 月 26 日の十勝沖地震では浦河町で約 2.6km 使用されており、平成 16 年 10 月 23 日の新潟県中越地震においても小千谷市を中心に約 11.4km 使用されていたが被害がなく耐震性能を実証することができた。当研究会による調査結果を表 1 に示す。

表 1 大地震における管路被害調査結果

地震名	調査地域	配水 PE 布設延長	配水 PE 被害件数	備考
十勝沖地震(H15.9)	浦河町	2.6km (EF 融着 0.7km メカニカル継手 1.9km)	0	配水管の総延長は 147km であり、全体で 18 箇所被害が発生した。(第 55 回研究発表会で報告)
新潟県中越地震(H16.10)	小千谷市	11.4km	0 (1)*	送・配水管の総延長は 328.5km であり全体で 102 箇所被害が発生した。(H16.11 末迄に、把握された数値)

*制水弁フランジ部の緩みによる漏水で、ボルト締め付けのみで修理が完了している。

3. 配水用 PE 管の接合タイプ別の耐震性能検証

新潟県中越地震の被害状況は完全には把握されていないものの、最近の 2 回の大地震で、基本的な接合形式である EF 融着接合及びメカニカル継手の管路では被害は発生していない。本研究では、その他の接合方法であるバット融着接合、フランジ継手について耐震性能を検証した。なお、フランジ継手については中越地震で一ヶ所の漏水が報告されているため対応策の検討も行った。

表 2 接合形式別の耐震性能の検証

	接合方法	適用	耐震性能の実証状況
配水 PE 管路の基本的接合形式	EF 融着接合	最も基本的な接合	十勝沖、中越地震等で実証
	バット融着接合	推進工法、PIP 工法等	今回の実験で確認
	メカニカル継手	水場施工、応急復旧等	十勝沖地震で実証
他管種との接続形式	PE 挿口付鋳鉄継手	ソケット仕切弁、異種管継手等	過去の実験で確認
	フランジ継手	仕切弁、空気弁等	今回の実験で検討

4. パット融着配水用 PE 管路の耐震性能確認

現地でパット融着接合(右図、以下 BF)を行った管路について表 3 に示す実験を行い、EF 融着接合等と同等の耐震性能を有することを確認した。

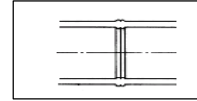


表 3 パット融着配水用 PE 管路の耐震性能検証実験

実験項目	供試管	試験条件	試験結果
管体引張試験	φ 75×1.0m (中央に BF 部)	25mm/分の速度で管が降伏するまで引張る	降伏荷重:44.5kN、管体部で降伏し BF 部異常なし
曲げ水圧試験	φ 75×1.5m (中央に BF 部)	30° まで屈曲させ、負荷水圧 2.5MPa で 2 分間保持	漏水なし 管体及び BF 部異常なし
繰り返し伸縮試験	φ 75×1.0m (中央に BF 部)	①±0.6%×1Hz×15 回 ②±3.0%×1Hz×15 回	①管体及び BF 部異常なし ②管体及び BF 部異常なし
破壊水圧試験	φ 75×1.0m (中央に BF 部)	破壊まで一定速度で水圧負荷(JWWA 規格値:破壊水圧 4.0 MPa 以上)	管体部で破壊。破壊水圧は 6.8MPa

5. フランジ継手の耐震性能検討

仕切弁と PE フランジアダプターとルースフランジを接合する場合の、パッキンの形状による曲げ水密性の違いを実験で確認した。結果は表 4 に示す通りで、平パッキンのフランジ継手では、小さな曲げ角度でも水圧によっては漏水する場合がある。仕切弁との接続は、PE 挿口付ワッフル仕切弁が最適であるが、フランジ継手の仕切弁が採用されている場合は、凸部付パッキンの使用が望ましい。凸部付パッキンを使用したフランジ継手の耐震性能検証実験結果を表 5 に示す。

表 4 フランジ継手パッキン別の曲げ水密性評価(φ 100)

形状	曲げ角度	負荷水圧(MPa)			パッキン形状	試験方法 (下図状態で水圧負荷)
		0.98	1.47	1.96		
平パッキン A : B	0°	○	○	○		
	1°	○	○	○		
	2°	○	○	○		
	3°	-	-	-		
凸部付パッキン	0°	○	○	○		
	1°	○	○	○		
	2°	○	○	○		
	3°	○	○	○		
凡例		○漏水なし	×漏水あり	-試験せず		

表 5 凸部付パッキン使用フランジ継手の耐震性能検証実験(φ 100)

実験項目	試験条件、結果
管体引張試験	荷重 83kN で管体とフランジ継手部が同時に降伏した
曲げ水圧試験	継手部を 30° まで屈曲させ、水圧 2.5Mpa で 2 分間保持。漏水なし
繰り返し伸縮試験	表 3 と同様の試験を実施。継手部異常なし。
破壊水圧試験	6.0MPa で管体が破壊

6. まとめ

水道配水用 PE 管は、EF 融着やメカ継手などの基本的な接合方式では、十勝沖地震、新潟県中越地震で全く被害がなく耐震性が実証されている。特に、大地震時に問題となる地割れや段差沈下等の地盤変状に対する吸収性能が大きく、管路機能が維持される可能性が高いと考えられる。今後は、フランジ継手を含めた耐震性の総合的な検討、経済性の向上、管路の大口径化などに取り組み、より高度な耐震管路構築に貢献できるように研究を進める予定である。