

平成31年度 (公財) 給水工事技術振興財団 助成研究 実験結果報告書
【JWWA B 116 水道用ポリエチレン管金属継手の施工不良の例とその性能評価】

1. 背景

当協会では、平成30年度に日本水道協会規格 JWWA B 116 「水道用ポリエチレン管金属継手」をベースに耐震性能の検討として、レベル2地震動(想定しうる範囲内で、最大規模の地震)の地盤変動に対する金属継手の耐震性能を確認し、耐震化の諸資料を基に、新たな4つの性能項目を設け、検証試験を行った結果、すべての口径の継手でその効果を確認し、給水システム協会規格として「WSA B 011 水道用ポリエチレン二層管金属継手」を平成30年度に制定しました。

しかしながら、施工が適正に行われていなければ、継手の性能を十分発揮することができないことから、実際の現場においてどのような施工不良が起きているのかを調査し、再現実験を行い性能がどの程度低下するのかを確認し、施工不良の低減のために、施工手順とその注意点について、本助成研究の成果としてまとめました。

2. 実施内容

対象となる継手を使用している水道事業者に対して、報告されている施工不良の聞き取り調査と当協会メーカー各々に寄せられた客先責任の苦情を調査し、その中から複数の事例をピックアップし、その事例について再現実験を行い、正常に施工されたものとの性能比較を行った。




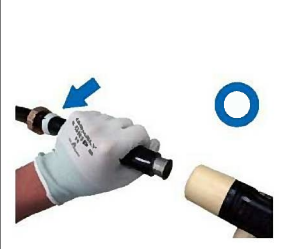

3. アンケート調査結果

施工不良の実態調査76事業者98件の施工不良に関するアンケート調査の協力を得た。その中から、「施工工程2:ポリエチレン管の切断作業」、「施工工程5:コアの打ち込み作業」、「施工工程7:ナットと胴の締付け作業」施工不良全体の約80%を占めており、これらについて再現実験と性能評価等を行い、正常に施工されたものと性能比較を行った。



図. 水道用ポリエチレン二層管
金属継手 (構造図例)

表. アンケート調査結果 (有効回答数 98件)

No.	図	施工手順	施工不良件数
1		部材及び工具準備	1
2		⑤水道用ポリエチレン管の切断作業	28
3		④ナット、③Pリングの取付け作業	5
4		④ナット、③Pリングの取付け状態確認	0
5		⑤水道用ポリエチレン管へ、 ②コアの打ち込み作業	19
6		②コアの取付け状態確認	0
7		②ナットと①胴の締付け作業	31
8		その他	14
合計			98

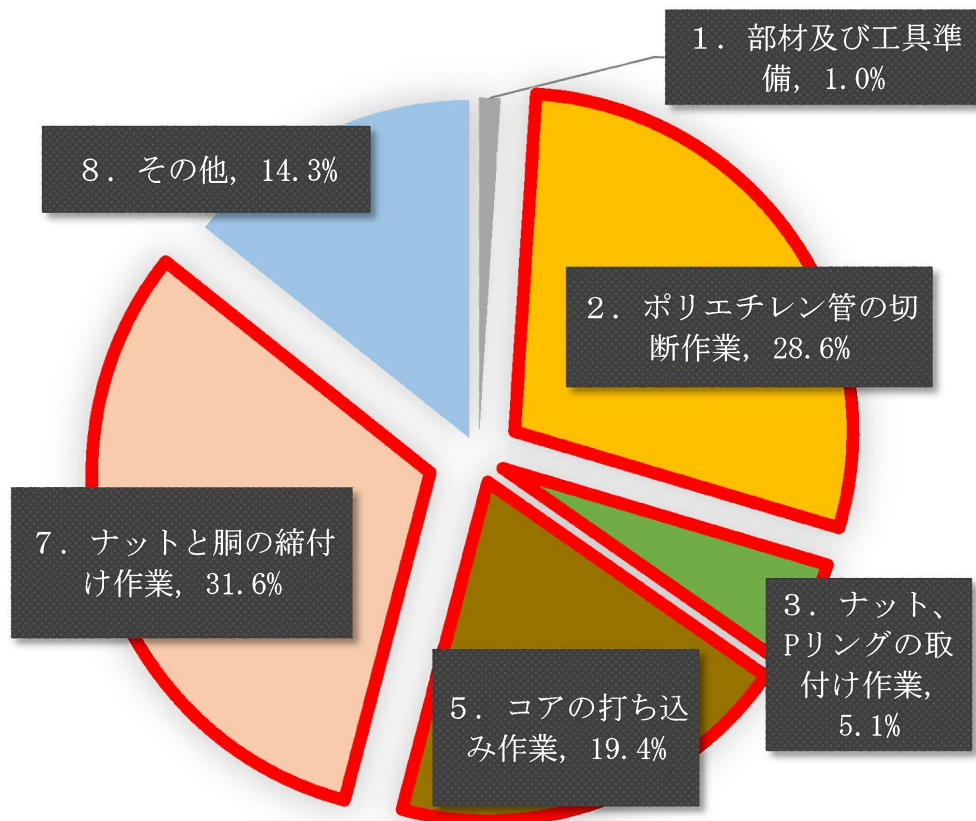


図. 施工工程別の施工不良比率（調査対象98件）

4. 実験項目

施工不良実態調査から抽出した不具合事例の再現実験と性能評価を行う。
 評価は、呼び径20の管と継手を用いて検証を行った。

- 1) 管切断作業時の斜め切断による影響確認
- 2) 管へのコアの打ち込み不足による影響確認
- 3) 管へのPリング取付け位置による影響確認
- 4) ナットと胴の締め付け作業による影響確認

5. 実験

1) 管切断作業時の斜め切断による影響確認

(1) 実験方法

標準施工では、管の切断は直角状態で切断することとなっている。
 本実験では、管端を1mm単位で斜め切断した管を再現した状態で継手と接合し、標準締め付けトルク 60N・mで締め付け後、水圧 1.75MPa をそれぞれ1分間負荷した際の管と継手接合部からの漏れの有無を確認する。



図. 管切断作業時の斜め切断状態

(2) 実験結果

表. 管斜め切断時の耐圧テスト結果


試験状況	A 寸法	耐圧テスト
	0 mm (標準施工)	漏れなし
	1 mm	漏れなし
	2 mm	漏れなし
	・ ・ ・	・ ・ ・
	1 3 mm	漏れなし
	<u>1 4 mm</u>	<u>漏れあり</u>
	<u>1 5 mm</u>	<u>漏れあり</u>

表. 14mm斜め切断した管と継手

状態	写真
管の切断状態	
コア打ち込み後	
Pリング取付後	
継手接合後	
耐圧試験状況	
耐圧試験後の分解状況	

2) コアの打ち込み作業による影響確認

(1) 実験方法

標準施工では、コアの打ち込みは管端までの打ち込みとなっている。
 本実験では、コアの打ち込み状態を管端から1mm単位で打ち込み不足状態を再現した状態で、管に継手を接合し、標準締め付けトルク 60N・mで締め付け後、水圧 1.75MPa で、1分間負荷した最の漏れの有無を確認する。



図. コアの打ち込み状態

(2) 実験結果

表. コア打ち込み状態別の耐圧テスト結果

試験状況	A寸法	耐圧テスト
	0 mm (標準施工)	漏れなし
	1 mm	漏れなし
	2 mm	漏れなし
	3 mm	漏れなし
	・ ・ ・	・ ・ ・
	8 mm	漏れなし
	<u>9 mm</u>	<u>漏れあり</u>
	<u>10 mm</u>	<u>漏れあり</u>
	<u>11 mm</u>	<u>漏れあり</u>

表. コア打ち込み不足 9mm時の管と継手接合

状態	写真
管切断、コア打ち込み後	
Pリング取付後	
継手接合後	
耐圧試験状況	
耐圧試験後の分解状況	

注：管切断、コア打ち込み後の写真は、見えやすいようにコアを赤色塗りしています。

3) Pリングの取付け作業による影響確認

(1) 実験方法

標準施工では、Pリングはコア打ち込み前に管端部から手のひらの幅ほど離れた状態でコアを打ち込んだ後、管端側に引き寄せることとなっている。

本実験では、コアの打ち込み時にPリングの位置を管端から1mm単位で離れた位置でコアを打ち込んだ状態で管に継手を接合した状態を再現し、標準締め付けトルク $60\text{N}\cdot\text{m}$ で締め付け後、水圧 1.75MPa で、1分間負荷した最の漏れの有無を確認する。

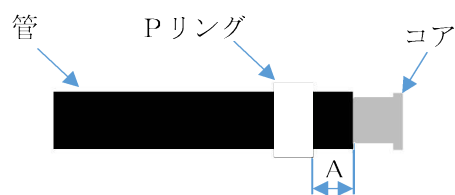


図. コア打ち込み時のPリングの位置

(2) 実験結果

表. コア打ち込み時のPリングの位置別の耐圧テスト結果


試験状況	A寸法	耐圧テスト
	0 mm	漏れなし
	1 mm	漏れなし
	2 mm	漏れなし
	3 mm	漏れなし
	・	・
	・	・
	・	・
	1.5 mm	漏れなし
	1.6 mm	漏れなし
	1.7 mm	漏れなし
1.8 mm	漏れなし	

表. コア打ち込み時のPリングの位置 0mm時（管端）の管と継手接合

状態	写真														
<p>管切断後、 Pリング（管端より 0 mm）での コア打ち込み後</p>															
<p>継手接合後</p>															
<p>耐圧試験状況</p>	 <table border="1" data-bbox="877 1265 1252 1467"> <tr> <td colspan="2">JWWA 116 式用高圧ポリエチレン製金属継手 継手不良の原因調査と性能評価</td> </tr> <tr> <td>型式 呼び値</td> <td>オメガネット 20A</td> </tr> <tr> <td>竣工工事内容</td> <td>Pリング位置調整</td> </tr> <tr> <td>コア挿入時の位置</td> <td>0 mm</td> </tr> <tr> <td>試験項目・結果</td> <td>耐圧試験 漏れ無し</td> </tr> <tr> <td>発行</td> <td>令和 2年 3月 10日</td> </tr> <tr> <td>試験場所</td> <td>朝谷プラチ 本社実験室</td> </tr> </table>	JWWA 116 式用高圧ポリエチレン製金属継手 継手不良の原因調査と性能評価		型式 呼び値	オメガネット 20A	竣工工事内容	Pリング位置調整	コア挿入時の位置	0 mm	試験項目・結果	耐圧試験 漏れ無し	発行	令和 2年 3月 10日	試験場所	朝谷プラチ 本社実験室
JWWA 116 式用高圧ポリエチレン製金属継手 継手不良の原因調査と性能評価															
型式 呼び値	オメガネット 20A														
竣工工事内容	Pリング位置調整														
コア挿入時の位置	0 mm														
試験項目・結果	耐圧試験 漏れ無し														
発行	令和 2年 3月 10日														
試験場所	朝谷プラチ 本社実験室														
<p>耐圧試験後の分解状況</p>															

4) ナットの取付け作業による影響確認

(1) 実験方法

標準施工では、胴とナットの標準締め付けトルク $60\text{N}\cdot\text{m}$ で締め付ける。
 本実験では、管に継手を接合する際の締め付け不足と過度締め付けを再現し、水圧 1.75MPa で、1分間負荷した際の漏れの有無を確認する。

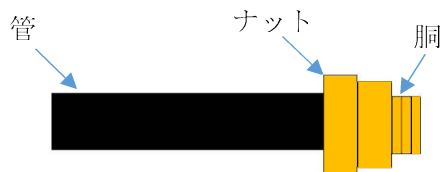


図. 管と継手の接合状態

(2) 実験結果

表. 締め付けトルク別の耐圧テスト結果


試験状況	締め付けトルク	耐圧テスト
	<u>$5\text{N}\cdot\text{m}$</u> <u>(締め付け不足)</u>	<u>漏れあり</u>
	$10\text{N}\cdot\text{m}$ (締め付け不足)	漏れなし
	$15\text{N}\cdot\text{m}$ (締め付け不足)	漏れなし
	・ ・ ・ ・	・ ・ ・ ・
	$60\text{N}\cdot\text{m}$ (標準施工)	漏れなし
	$90\text{N}\cdot\text{m}$ (過度締め付け)	漏れなし
	$110\text{N}\cdot\text{m}$ (過度締め付け)	漏れなし

表. 締め付けトルク 5 N・m 時 (締め付け不足) の管と継手接合

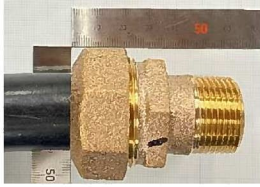
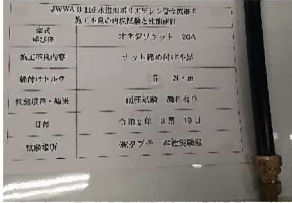

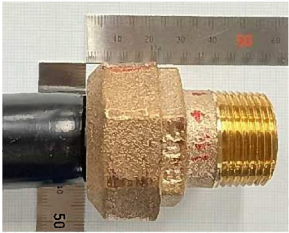
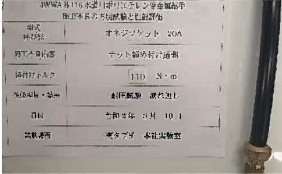
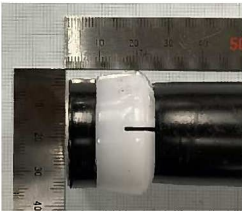
状態	写真
継手接合後	
耐圧試験状況	
耐圧試験後の分解状況	

表. 締め付けトルク 110 N・m 時 (過度締め付け) の管と継手接合

状態	写真
継手接合後	
耐圧試験状況	
耐圧試験後の分解状況	

5) 考察

標準施工は、管を直角切断し、Pリングは管端から手のひらの幅ほど管端から離れた状態で、コアを管端まで打ち込み、胴とナットの標準締め付けトルク $60\text{N}\cdot\text{m}$ で締め付ける手順に対し、施工不良による漏れ発生について、以下の発生条件を確認した。

表. 再現した施工不良の実験結果まとめ

実験内容	漏れ発生の条件	漏れ
1) 管切断作業時の斜め切断による影響確認	管端から 14 mmの斜め切断	<u>漏れあり</u>
2) 管へのコアの打ち込み不足による影響確認	管端から 9 mmの打ち込み不足	<u>漏れあり</u>
3) 管への P リング取付け位置による影響確認	P リング位置が管端部	漏れなし
4) ナットと胴の締め付け作業による影響確認	ナットと胴の締付トルク $5\text{N}\cdot\text{m}$	<u>漏れあり</u>
	ナットと胴の締付トルク $110\text{N}\cdot\text{m}$	漏れなし

今回の実験では、常温（約 20°C ）の環境で行った。施工現場を想定した場合、 0°C から 40°C までの外部環境温度の影響が想定される。

そこで、「1) 管切断作業時の斜め切断による影響確認」の実験条件に環境温度条件として 0°C の低温環境と 40°C の高温環境での試験を追加し、漏れ発生への影響を確認した。

さらに、アンケート調査結果の内、14%を占めるその他事項について、管の曲げ変形が大半を占めていた為、管が曲げられた状態での影響調査を追加して実施した。

なお、管の曲げは、水道用ポリエチレン二層管技術資料に記載の最小曲げ半径 $R70$ で行った。

表. 施工不良アンケート調査「その他 14件」の内訳

原因	件数
管の変形	7
フタの取り忘れ	2
不明	2
施工手順間違い	1
継手落下による変形	1
異物の付着	1
合計	14

6. 追加実験1の結果

1) 管切断作業時の斜め切断による影響確認



(1) 実験方法

標準施工では、管の切断は直角状態で切断することとなっている。

本追加実験では、温度影響を確認するため試験試料を0℃環境下で1時間放置したものと40℃環境下で1時間放置したものを用いて管端を1mm単位で斜め切断した管を再現した状態で継手と接合し、標準締め付けトルク60N・mで締め付け後、水圧1.75MPaをそれぞれ1分間負荷した際の管と継手接合部からの漏れの有無を確認する。耐圧試験は管が直管状態と最小曲げ半径R70cmでの曲げ管状態で行った。

(2) 実験結果

表. 管斜め切断時の耐圧テスト結果

試験状況	管の状態	試験試料温度	A寸法	耐圧テスト
	直管状態	0℃	直角での管切断 0mm (標準施工)	漏れなし
		20℃		
		40℃		
		0℃	管端から13mm	漏れあり
		20℃	管端から14mm	
		40℃	管端から14mm	
	曲げ管状態	0℃	直角での管切断 0mm (標準施工)	漏れなし
		20℃		
		40℃		
		0℃	管端から11mm	漏れあり
		20℃	管端から13mm	
		40℃	管端から13mm	

以上の実験結果から、施工不良による漏れの原因の一例を確認できたが、環境温度や管の曲げなどの状態も影響するため、それぞれの条件が複合的に組合せられた状態ではさらに施工不良による漏れのリスクは高まる。

そこで、当協会メーカー各々に寄せられた客先責任の苦情調査から、以下の複合的要素を追加確認するため、追加実験2を行った。

7. 追加実験2の結果

1) 管切断作業時の斜め切断とコア打ち込み不足、ナットの締め付け不足作業による複合的要素による影響確認 (その1)

(1) 実験方法

本追加実験では、以下の条件で実施した。

■試験試料の条件

- ・ 管の切断は、管端から4mmでの斜め切断した管
- ・ コアの打ち込みは、管端から2mmと4mm打ち込み不足を再現
- ・ 管と継手接合時の締め付けは、締付トルク5～60N・mで締め付け

■試験条件

- ・ 耐圧試験は、水圧1.75MPaを1分間負荷後の管と継手接合部からの漏れ確認
- ・ 管の状態は、直管状態と曲げ管状態で行った。

なお、管の曲げ状態は水道用ポリエチレン二層管技術資料では最小曲げ半径R70cmとなっているが、今回は継手先端を支点とした状態で管を90度に曲げて行った。

(2) 実験結果

表. 施工不良の複合的要素時における耐圧テスト結果



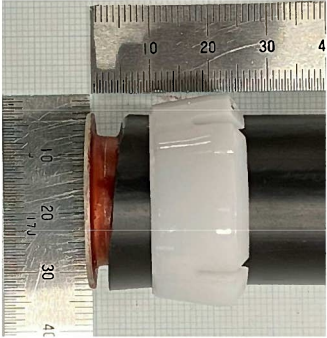

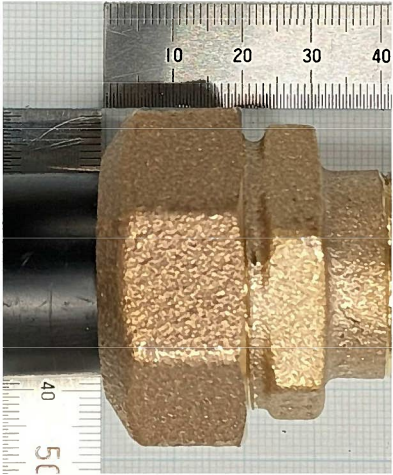
試験状況	管の状態	管の斜め切断	コア打ち込み不足	締付トルク	耐圧テスト
	直管状態	4mm	2mm	10N・m	<u>漏れあり</u>
				15N・m	漏れなし
				60N・m	漏れなし
			4mm	10N・m	<u>漏れあり</u>
				15N・m	漏れなし
				60N・m	漏れなし
	曲げ管状態	4mm	2mm	10N・m	<u>漏れあり</u>
				15N・m	<u>漏れあり</u>
				60N・m	漏れなし
			4mm	10N・m	<u>漏れあり</u>
				15N・m	<u>漏れあり</u>
				60N・m	漏れなし

表. 施工不良の複合的要素時における管と継手接合

状態	写真
<p>管の切断状態：管端 4 mm の斜め切断 コア打ち込み状態：2 mm の打ち込み不足</p>	
<p>継手接合状態：締付トルク 15 N・m</p>	
<p>継手接合状態：締付トルク 60 N・m</p>	

2) 管切断作業時の斜め切断とコア打ち込み不足、ナットの締め付け不足作業による複合的要素による影響確認 (その2)

(1) 実験方法

本追加実験では、以下の条件で実施した。

■試験試料の条件

- ・ 管の切断は、管端から 4 mm での斜め切断した管
- ・ コアの打ち込みは、管端から 2 mm と 4 mm 打ち込み不足を再現した状態
- ・ 管と継手接合時の締め付けは、締付トルク 60N・m で締め付け
- ・ 管の状態は直管状態

■試験条件

- ・ JWWA B116 (2012) 9.6 引き抜き試験、継手に長さ 300 mm の管を接合し、常温において軸荷重 1.42 kN を加え、そのまま 1 時間保持する。
- ・ WSA B011(2018) 9.10 離脱防止試験、継手に長さ 300 mm の管を接合し、24 時間以上放置後、25mm/min の速度で、管が降伏するまで引張荷重を加える。その後、内部に水を満たした後、両端を適切な補法で封じ、管が破壊するまで水圧を加える。

(2) 実験結果

表. 施工不良の複合的要素時における試験結果

試験条件	試験状況	管の斜め切断	コア打ち込み不足	締付トルク	結果
JWWA B116 引き抜き試験		4 mm	2 mm	60 N・m	抜け出しなし
			4 mm		<u>抜け出しあり</u>
WSA B011 離脱防止試験		4 mm	2 mm	60 N・m	<u>抜け出しあり</u>
			4 mm		<u>抜け出しあり</u>

表. 再現した施工不良の実験結果まとめ

実験内容	漏れ発生の条件	漏れ
1) 管切断作業時の斜め切断による影響確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>管の斜め切断管端から 14 mm</u> ・ コア打ち込む不足なし ・ Pリングの正常取付 ・ 締め付けトルク 60N・m ・ <u>温度環境 20℃</u> ・ <u>管の状態 直管</u> 	<u>漏れあり</u>
	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>管の斜め切断管端から 13 mm</u> ・ コア打ち込み不足なし ・ Pリングの正常取付 ・ 締め付けトルク 60N・m ・ <u>温度環境 0℃</u> ・ <u>管の状態 直管</u> 	<u>漏れあり</u>
	<ul style="list-style-type: none"> ・ <u>管の斜め切断管端から 11 mm</u> ・ コア打ち込み不足なし ・ Pリングの正常取付 ・ 締め付けトルク 60N・m ・ <u>温度環境 0℃</u> ・ <u>管の状態 曲げ管</u> 	<u>漏れあり</u>
2) 管へのコアの打ち込み不足による影響確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管の斜め切断なし ・ <u>コア打ち込み不足 9 mm</u> ・ Pリングの正常取付 ・ 締め付けトルク 60N・m ・ 温度環境 20℃ ・ 管の状態 直管 	<u>漏れあり</u>
3) 管への P リング取付け位置による影響確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管の斜め切断なし ・ コア打ち込み不足なし ・ <u>Pリングの管端部に異常取付</u> ・ 締め付けトルク 60N・m ・ 温度環境 20℃ ・ 管の状態 直管 	漏れなし
4) ナットと胴の締め付け作業による影響確認	<ul style="list-style-type: none"> ・ 管の斜め切断なし ・ コア打ち込み不足なし ・ Pリングの正常取付 ・ <u>締め付けトルク 5N・m</u> 	<u>漏れあり</u>

	<ul style="list-style-type: none"> ・温度環境 20℃ ・管の状態 直管 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・管の斜め切断なし ・コア打ち込み不足なし ・Pリングの正常取付 ・締め付けトルク <u>110N・m</u> 	漏れなし
	<ul style="list-style-type: none"> ・温度環境 20℃ ・管の状態 直管 	
5) 複合的要素の影響確認	<ul style="list-style-type: none"> ・管の斜め切断管端から <u>4 mm</u> ・コア打ち込み不足 <u>2 mm</u> ・Pリングの正常取付 ・締め付けトルク <u>10N・m</u> 	<u>漏れあり</u>
管切断作業時の斜め切断、 管へのコアの打ち込み不足、 ナットと胴の締め付け不足作業 による影響確認	<ul style="list-style-type: none"> ・温度環境 20℃ ・管の状態 直管 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・管の斜め切断管端から <u>4 mm</u> ・コア打ち込み不足 <u>2 mm</u> ・Pリングの正常取付 ・締め付けトルク <u>15N・m</u> 	<u>漏れあり</u>
	<ul style="list-style-type: none"> ・温度環境 20℃ ・管の状態 曲げ管 	
6) 複合的要素の影響確認	<ul style="list-style-type: none"> ・管の斜め切断管端から <u>4 mm</u> ・コア打ち込み不足 <u>2 mm</u> ・Pリングの正常取付 ・締め付けトルク <u>60N・m</u> 	<u>JWWA B116 不適合</u>
管切断作業時の斜め切断、 管へのコアの打ち込み不足、 による影響確認	<ul style="list-style-type: none"> ・温度環境 20℃ ・管の状態 直管 	
	<ul style="list-style-type: none"> ・管の斜め切断管端から <u>4 mm</u> ・コア打ち込み不足 <u>2 mm</u> ・Pリングの正常取付 ・締め付けトルク <u>60N・m</u> 	<u>WSA 011 不適合</u>
	<ul style="list-style-type: none"> ・温度環境 20℃ ・管の状態 直管 	

以上の結果から、施工不良の複合的要素が生じている配管では、耐圧試験で漏れがない場合でも JWWA 規格および WSA 規格で定められている継手本来の性能が確保できない状態となる。継手本来の性能を満足するために必要な標準施工を確実に施工現場で実施するために必要な施工上の注意点とポイントを別紙の施工チェックシートにまとめた。