

下水圧送用各種管材の特性について

下水道圧送管路研究会

目 次

1. はじめに	1
2. 圧送用管材の基本事項	1
3. 下水圧送用管材の要求性能	4
4. 下水圧送用各種管材の特性一覧表	4
5. 下水圧送用各種管材の特性総括表	4
6. おわりに	4

1. はじめに

下水道施設は、公共衛生の確保、安心安全な都市活動および生活をしていく上で必要不可欠なインフラの一つです。

「下水道施設計画・設計指針と解説 2019 年度版」によりますと、平成 29 年度末で日本全国には下水管路総延長約 47 万 km、ポンプ場約 3,600 箇所、下水処理場約 2,200 箇所が存在し、汚水処理人口普及率は 91.4%、その内、水処理人口普及率は 79.3%となっています。明治 33 年に下水道法が制定されてから今日に至るまで、都市郊外においては必要な設備投資は落ち着いた状況にあります。しかし、中小市町村においては汚水処理施設を利用できない未普及人口が依然多く存在しており、地域的格差が生じている状況です

また、高度経済成長時代に急激な設備投資を行った結果、多くの下水道施設で老朽化が進行しています。

平成 29 年度「新下水道ビジョン加速戦略」では加速すべき重点項目として 9 項目挙げられており、その内、「汚水処理システムの最適化」、「防災・減災の促進」がありますが、今後、安心安全な下水道施設の機能を維持しながら管理運営していくため、以下に示すキーワードが、上記重点項目を推進していく上で重要と考えられます。

- 下水道施設の広域化・下水処理場等の集中管理
- 下水道施設の耐震・耐水化対策
- 圧力管の二条化・ネットワーク化

これらのキーワードについては当研究会の専門とする圧送式輸送システムが課題解決に寄与できると考えています。そこで、本資料は使用する圧送用管材を適正に選択するための基礎資料となるようにまとめたものです。適材適所の管材選定のご参考になれば幸いです。

2. 圧送用管材の基本事項

管路施設を用いた水輸送関連の公共事業として、下水道、上水道、農業用水などの分野があります。輸送方式では圧送管路、無圧（自然流下）管路に大別されます。各分野の輸送方式においては、下水道分野は大半が無圧（自然流下）管路であり、上水道分野はほとんどが圧送管路です。また、農業用水分野は開水路による無圧部分と管路による圧送部分が混在しています。各分野における圧送用管材の基本的な考え方および主な使用管材を表-1 に示します。

圧送用管材としては、金属系管材のダクタイル鋳鉄管および水輸送用塗覆装鋼管、樹脂系管材の強化プラスチック複合管、硬質塩化ビニル管、ポリエチレン管が挙げられます。ここで、硬質塩化ビニル管については下水道設計指針の汚水、汚泥圧送の章で主な管材として記載されていないことから、次章からはダクタイル鋳鉄管、水輸送用塗覆装鋼管、強化プラスチック複合管、ポリエチレン管の 4 つの管材についてまとめます。

表-1 分野別使用管材の基本的な考え方および主な使用管材

分野	下水道	上水道	農業用水
使用管材の基本的な考え方	<p>管きよの種類および構造は、管きよの埋設方法と密接に関係している。</p> <p>管きよは、それぞれ材質や強度、継手構造が異なっているため、耐久性、水密性等とともに埋設条件や使用条件等への適応性を考慮し、施工性及び経済性を含めて検討した上で、適切なものを選定する</p> <p>(下水道施設計画・設計指針と解説 前編 2019年版 P.296)</p>	<p>配水管には、ダクタイトル铸铁管、水輸送用塗覆装鋼管、ステンレス鋼管、硬質ポリ塩化ビニル管及び水道配水用ポリエチレン管等があるが、「水道施設の技術的基準を定める省令」に定められた浸出基準を満足するとともに水圧、外圧に対する安全性、環境条件、施工条件を勘案して最適な管種を選定する。</p> <p>(水道施設設計指針 2012年版 P.460)</p>	<p>管体および継手は、JISまたはその他の規格品の中から、必要な水理条件、構造条件及び施工条件を満足し、その特性が十分生かせるものを選定する。</p> <p>(土地改良事業計画設計基準 設計「パイプライン」技術書 令和3年 P.128)</p>
主な使用管材(圧送用)	<p>ダクタイトル铸铁管 (JSWAS G-1,G-2)</p> <p>水輸送用塗覆装鋼管 (JIS G3443,3442)</p> <p>強化プラスチック複合管 (JSWAS K-2,K-16)</p> <p>ポリエチレン管 (JSWAS K-14,K-15)</p>	<p>ダクタイトル铸铁管 (JWWA G 113,114) (JWWA G 120,121)</p> <p>水輸送用塗覆装鋼管 (JWWA G 117,118 等)</p> <p>ステンレス鋼管 (JWWA G 115)</p> <p>硬質塩化ビニル管 (JWWA K127~131)</p> <p>水道配水用ポリエチレン管 (JWWA K144,145)</p>	<p>ダクタイトル铸铁管 (JIS G 5526,5527)</p> <p>水輸送用塗覆装鋼管 (JIS G 3443,3442)</p> <p>硬質塩化ビニル管 (JIS K 6741,6742)</p> <p>強化プラスチック複合管 (JIS A 5350)</p> <p>ポリエチレン管 (JIS K 6761)</p>

(注) 管材の規格は団体・工業会規格を第一に記載し、該当規格がない場合は JIS 規格を記載した。

ここで、ほとんどの管路が圧送管である上水道分野の管材別実績を図-1 に示します。実績数値は直管のみの日本水道協会検査本数の数値ですが、ダクタイル鋳鉄管が全体のおよそ半分、ポリエチレンが全体の4割、硬質塩化ビニル管が全体の1割、残りが水輸送用塗覆装鋼管の順です。

呼び径別でみると、ポリエチレン管と硬質塩化ビニル管は $\phi 100$ 以下、水輸送用塗覆装鋼管は中口径で多く使用されており、ダクタイル鋳鉄管は全口径範囲で使用されています。

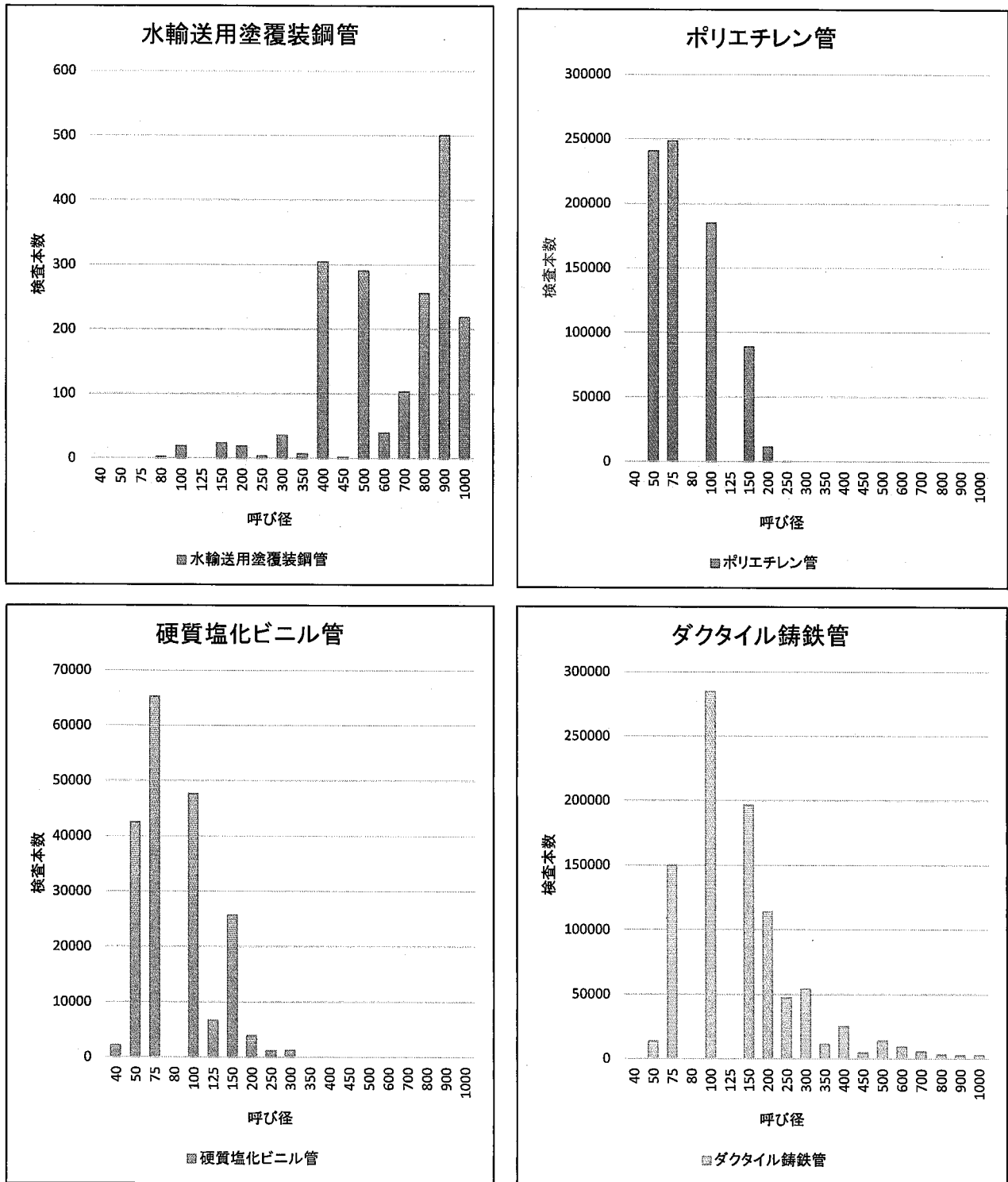


図-1 管材別検査実績

3. 下水圧送用管材の要求性能

下水圧送用管材に要求される性能は下記の4点に集約されると考えています。

① 管体強度

管体は、送水に伴う内圧や埋設に伴う土荷重や活荷重などの外圧において損なわないものであること。

② 継手水密性

継手は、送水に伴う内圧に対して、不同沈下や地震動などにより屈曲伸縮しても漏水を生じないものであること。

③ 信頼性

管は、長期的な使用において腐食や強度低下などの経年劣化を起こさずに、高い信頼性があること。

④ 施工性・維持管理性

管は、敷設時の施工性や供用後の維持管理性に優れていること。

また、圧送式下水道においては、通常の下水道管路（自然流下）に比べ、浅く埋設することが可能です。そのため土木工事費を軽減できる場合があります。なお、下水道設計指針には、圧送方式の輸送システムにおいて推奨される管種としてダクタイル鋳鉄管、ポリエチレン管などが記されています。

4. 特性比較

p.5~p.10を参照。

5. 特性比較総括表

p.11を参照。

6. おわりに

下水道事業は大都市を中心に新規の施設整備が落ち着き、「建設管理」から「管理運営」への移行段階にあると考えられ、安定した事業運営を継続させていくことが命題であると考えられます。一方で、整備した施設の老朽化が急速に進んでいる中、広域化やこれに伴う下水道施設の統廃合、災害に強い下水道施設の再構築等を検討していく必要があります。特に圧送管路においては管路のネットワーク化や二条化が下水道設計指針で謳われております。本書でまとめた各種管材の特性を基に、今後の安心安定な事業運営ならびに下水道施設設計の参考となれば幸いです。

表-2 下水圧送用管材の特性比較表

項目 \ 管種	ダクタイル鋳鉄管	水輸送用塗覆装鋼管	強化プラスチック複合管	下水道用ポリエチレン管										
1. 圧力管規格	下水道規格 JSWAS G-1 「下水道用ダクタイル鋳鉄管」 JSWAS G-2 「下水道推進工法用ダクタイル鋳鉄管」	該当なし	JSWAS K-16 「下水道用内挿用強化プラスチック複合管」	JSWAS K-14 「下水道用ポリエチレン管」 JSWAS K-15 「下水道用リブ付きポリエチレン管」										
	日本産業規格 JIS G 5526 「ダクタイル鋳鉄管」 JIS G 5527 「ダクタイル鋳鉄異形管」	JIS G 3443 「水輸送用塗覆装鋼管」	JIS A 5350 「強化プラスチック複合管」	該当なし										
	団体規格 JDP A G 1030 ダクタイル鋳鉄管 JDP A G 1049 GX形ダクタイル鋳鉄管 JDP A G 3001 S形ダクタイル鋳鉄管	該当なし	FRPM K-111A-2021 (強化プラスチック複合管協会規格：圧力管規格)	該当なし										
2. 適用呼び径	φ75～φ450 (GX形) φ75～φ1000 (NS形) φ1100～φ2600 (S形) φ75～φ2600 (K形) φ75～φ150 (NS-E形) その他用途に応じた継手形式がある	φ80～φ300 (STW290) φ80～φ300 (STW370) φ350～φ3000 (STW400)	φ200～φ3000 [引用文献⑤] φ600～φ3000 (内挿用) [引用文献⑦]	φ75～φ250 (片受け直管) φ50～φ600 (プレーンエンド) [引用文献①]										
3. 継手種類	・メカニカル形、プッシュオン形およびフランジ形継手がある。	・溶接継手 (一般的) ・一部フランジ形やメカニカル形継手もある。	ゴム輪継手	EF (エレクトロフュージョン) 継手										
4. 使用圧力	・管の計算破壊水圧の70% (ただし、最高10MPa) とし、直管の保証水圧は口径・管種によるが5.4MPa～10.0MPaである。 ・異形管も同口径の直管と同等程度の耐圧性を有している。 ・正規に接合された継手の保証水圧も同様である。 [引用文献③]	●直管-水圧試験圧力- STW290 : 2.5MPa STW370 : 3.5MPa STW400 : A種2.5MPa、B種2.0MPa ●異形管-最高許容圧力- F12 1.2MPa F15 1.5MPa F20 2.0MPa F25 2.5MPa F29 2.9MPa [引用文献③]	圧力管として使用する場合には、内圧管 (1種～5種) となる。 最大設計内圧は 内圧1種 : 1.11MPa 内圧2種 : 0.89MPa 内圧3種 : 0.60MPa 内圧4種 : 0.43MPa 内圧5種 : 0.21MPa である。 [引用文献⑤] 内挿用 : 0.3MPa [引用文献⑦]	使用最大温度は45℃未満。最大設計水圧および最大静水圧が異なる。 [引用文献②]										
5. 試験項目	・引張試験 (引張強さ、伸び) ・硬さ試験 (硬さ) ・黒鉛球状化判定試験 (黒鉛球状化率) ・水圧試験 (漏れの有無)	・分析試験 (化学成分) ・引張試験 (引張強さ、伸び) ・へん平試験 (きず、割れの有無) ・非破壊検査または水圧試験 (欠陥または漏れの有無)	・内圧試験 (漏れの有無) ・外圧試験 (基準たわみ外圧値、試験外圧での破壊の有無)	・引張試験 (引張強さ) ・偏平試験 (線荷重) ・水圧試験 (破壊水圧値、破損状態) ・耐薬品性試験 (質量変化度) ・環境応力き裂試験 (ひび、割れ、その他の欠点の有無) ・熱間内圧クリープ試験 (割れ、その他の欠点の有無) ・ピーリング試験 (EF接合部の残存長さ)										
6. 材料の特性	管材はFCD (420-10) ・引張強さ 420N/mm ² 以上 ・曲げ強さ 600N/mm ² 以上 ・圧縮強さ 840N/mm ² 以上 ・伸び 10%以上 ・弾性係数 150～170kN/mm ² ・密度 7.15 [引用文献① ③]	管材STW400で、 ・引張強さ 400N/mm ² 以上 ・曲げ強さ 400N/mm ² 以上 ・伸び 18%以上 ・弾性係数 200kN/mm ² ・密度 7.85 [引用文献①]	・曲げ強さ 周方向 167～314N/mm ² 軸方向 15～59N/mm ² ・弾性係数 11～22kN/mm ² ・密度 2.00	・管はPE100に準ずる高密度ポリエチレンに明るい青紫色を着色。 23℃の時、 ・引張降伏強さ 20MPa以上 ・引張破断伸び 350%以上 ・弾性係数 765N/mm ² ・密度 0.96 [引用文献①] <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <thead> <tr> <th>温度℃</th> <th>最大設計水圧 MPa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0～20</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.87</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>0.74</td> </tr> <tr> <td>～45</td> <td>0.67</td> </tr> </tbody> </table>	温度℃	最大設計水圧 MPa	0～20	1.00	30	0.87	40	0.74	～45	0.67
温度℃	最大設計水圧 MPa													
0～20	1.00													
30	0.87													
40	0.74													
～45	0.67													

表-2 下水圧送用管材の特性比較表

項目 \ 管種	ダクタイル鋳鉄管	水輸送用塗覆鋼管	強化プラスチック複合管	下水道用ポリエチレン管
7. 設計安全率	<ul style="list-style-type: none"> ・静水圧に対し2.5、水撃圧に対し2.0、土かぶりによる土圧に対し2.0、活荷重による土圧に対し2.0としている。 <p>[引用文献②]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・許容応力度を用いた設計であり、安全率約1.3以上を確保している。 <p>[引用文献③]</p>	<p>2以上</p> <p>[引用文献①]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・長期クリープ性能評価で、20℃、50年後のMRS(最小要求強度)=10MPa ・安全率1.25で設計。 <p>[引用文献②]</p>
8. 流体特性	<ul style="list-style-type: none"> ・流量計算はヘーゼンウィリアムス式を採用する。 ・流速係数は、C=110を標準とする。 ・直管部のみ考慮する場合、内面モルタルライニングはC値を130、エポキシ樹脂粉体塗装はC=150とする。 <p>[下水道施設計画・設計指針と解説 §4.1.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・流量計算はヘーゼンウィリアムス式を採用する。 ・流速係数は、C=110を標準とする。 ・直管部のみ考慮する場合、塗装用鋼管はC=130とする。 <p>[下水道施設計画・設計指針と解説 §4.1.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・流量計算はヘーゼンウィリアムス式を採用する。 ・流速係数は、C=110を標準とする。 ・直管部のみ考慮する場合、強化プラスチック複合管はC=150とする。 <p>[下水道施設計画・設計指針と解説 §4.1.3]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・流量計算はヘーゼンウィリアムス式を採用する。 ・流速係数は、C=110を標準とする。 ・直管部のみ考慮する場合、ポリエチレン管は呼び径200以上はC=150、呼び径150以下はC=140とする。 <p>[下水道施設計画・設計指針と解説 §4.1.3] [下水道用ポリエチレン管技術資料JSWASK-14]</p>
9. 耐久性 (1) 内圧	<ul style="list-style-type: none"> ・高水圧に耐える。 ・正規に接合された継手部も同じである。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高水圧に耐える。 ・継手部(溶接部)も本管と同等である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高水圧に適さない。 ・ポンプ圧送管路としての実績は、内圧4種・5種がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・高水圧に適さない。 ・20℃、50年の強度に対して安全率1.25で長期静水圧強度10MPaで設計する。 <p>[引用文献②]</p>
(2) 外圧	<ul style="list-style-type: none"> ・使用条件に応じて、1種~5種の管厚を選定できる。(GX形は1、S種管のみ、NS形φ500~φ1000はS種のみ、NS形E種はE種のみ) ・曲げ強度が大きいため大きな荷重に耐える。 ・管体は弾性に富んだとう性管であり衝撃荷重にも強い。 ・許容たわみ率を3%としている。 <p>[引用文献③]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・外圧強度が高く薄肉である。 ・周辺の土と一体となり変形に抵抗する。 ・許容たわみ率を5%(塗装管)としている。 <p>[引用文献③]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・下水道、上水道等の重要圧送管路での使用実績はほとんど無い。 ・許容たわみ率を5%としている。 <p>[引用文献①]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・管の強度が小さく変形しやすい。 ・許容たわみ率を4%としている。 <p>[引用文献②]</p>
(3) 耐摩耗性	<ul style="list-style-type: none"> ・スラリー通水摩耗試験結果の推定線による塗膜減少速度は、エポキシ樹脂粉体塗装：0.0035mm/y <p>[引用文献④]</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・耐摩耗性に関して記載する資料は見当たらない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・羽根車回転式磨耗試験機を用いた促進磨耗試験結果によると、強化プラスチック複合管の水中での磨耗量は質量比で塗装鋼管の約1/4、コンクリート管の1/12程度とされている。 <p>[強化プラスチック複合管の特性に関する研究報告書] (農林水産省農業土木試験場)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・サンドスラリーでの攪拌摩耗試験100hrで推定の磨耗量は0.033mm/yの結果である。 <p>[引用文献①]</p>
(4) 耐震性	<ul style="list-style-type: none"> ・地震時の応力および変位を管体強度と継手の伸縮可とう性で吸収できる。 ・地震によって大きな地盤変動が起こることが予想される地域においては、大きな伸縮性と可とう性を有し、さらに離脱防止機構も有する鎖構造継手を用いる。 ・鎖構造継手には、GX形、NS形、NS形E種、S形、US形などがある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・溶接継手により一体構造管路を形成し、管路としての変形能力の大部分を管体材料に持たせるもので、地震力に対して管体の材料強度および変形性能で対応しようとする配管構造である。 ・構造物の取り合いなど相対変位の大きいところでは一般的に伸縮可とう管を設置する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・継手に伸縮可とう性があるため、ある程度の耐震性がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震を想定した試験(管および接合部の強制変位試験、管体高速引張り試験、管体疲労試験)により、管は地震に耐え得る特性を有しているとしている。

表-2 下水圧送用管材の特性比較表

項目	管種	ダクタイル鋳鉄管	水輸送用塗覆鋼管	強化プラスチック複合管	下水道用ポリエチレン管										
(5) 耐食性		<ul style="list-style-type: none"> ・内面：下水道管路の複雑な腐食条件に幅広く対応できる内面防食仕様として、エポキシ樹脂粉体塗装が標準化されている。さらに硫酸腐食環境下ではエポキシ樹脂粉体塗装の使用が推奨される。 【JSWAS G-1 附属書2 内面塗装1】 【下水道施設計画・設計指針と解説 第4章 管路施設 参考6】 ・外面：GX形は外面耐食塗装を施しており、外面からの腐食影響において100年の耐用年数が期待される。また腐食性土壌環境下ではポリエチレンスリーブを被覆する 	<ul style="list-style-type: none"> ・内面：硫化水素濃度の低い環境には無溶剤形および溶剤形エポキシ樹脂とし、硫化水素濃度が高い環境にはビニルエステルガラスフレーク塗装、ポリウレタン塗装がある。 ・外面：管体はプラスチック被覆（I形、II形）により防食する。溶接部はジョイントコートにより防食をしている。 ・塗覆装に欠陥があると、マクロセル腐食や電食の影響を受ける場合がある。 【引用文献③】 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐食性はよい。 【耐薬品性】 管の耐薬品性は規定する耐薬品性試験を行い、質量変化率が各試験液とも、±0.3%以内でなければならない。 【耐酸性】 管の耐酸性は規定する方法で試験を行い、50年後の外挿値が既定*の式から求まる歪を下回ってはならない。 【※：引用文献⑦】 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐食性はよい。 ・DIN 8075よりポリエチレン管の耐薬品性が示されている。この内、漂白剤は若干侵食される。 										
(6) 耐候性		<ul style="list-style-type: none"> ・露出配管や水中配管など、長年の経験に基づきJSWAS G-1附属書4 の外面塗装3 により標準的な外面特殊塗装仕様が決めている。 ・ゴムは、紫外線、熱などに直接さらされると劣化するので、ゴム輪は屋内（乾燥した冷暗所が望ましい）に保管し、梱包ケースから取り出したあとはできるだけ早く使用すること。また、未使用品は、かならず梱包ケースに戻して保管する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・用途、環境に適した塗装を施す。 ・屋外配管の場合、概ね10年程度で塗替えを行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐候性に問題があるので、屋外配管として使用する場合は、外面に紫外線の防護対策が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ・耐候性に問題があるので、屋外配管としての実績は少ない。 										
(7) 外部からの損傷		<ul style="list-style-type: none"> ・管体は弾性に富んでおり、衝撃に対し非常に優れる。 ・塗装損傷がある場合は、補修用塗料を用いて補修を行う。 ・GX形の外面耐食塗装は軽微な損傷であれば、傷部の上に亜鉛化合物が生成され、腐食の進行を抑える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・管体は強度が高く、延性・韌性に富み、衝撃に対しても優れている。 ・塗覆装の損傷が生じた場合には、現地にて補修を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> ・衝撃により損傷しやすい。 	<ul style="list-style-type: none"> ・管は傷がつきやすく、取扱には注意が必要である。 ・損傷深さが管厚の10%以内であれば、ノッチによる応力集中の影響下においても十分なクリープ強さを有していることが試験で確認されている。 										
(8) 浸透・滲出		<ul style="list-style-type: none"> ・浸透・滲出はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・浸透・滲出はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・灯油・ガソリン等の有機溶剤による浸透・滲出は少なく、管の強度劣化はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・灯油・ガソリン等の有機溶剤による管の強度劣化はないが、浸透・滲出が生じる。 										
(9) 流体温度		<ul style="list-style-type: none"> ・管体は問題ないが、ゴム輪や内面塗装の種類に応じた使用制限がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ・特に使用上の制限はない。 	<ul style="list-style-type: none"> ・連続使用温度：45℃ ・一時的使用温度：60℃ ・低温連続使用温度：-20℃ 	<ul style="list-style-type: none"> 0℃～45℃ ・管体設計の標準温度は20℃であり、設計温度が上がると使用可能水圧が低下するので注意が必要である。 <table border="1"> <thead> <tr> <th>温度℃</th> <th>最大設計水圧 MPa</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0～20</td> <td>1.00</td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>0.87</td> </tr> <tr> <td>40</td> <td>0.74</td> </tr> <tr> <td>～45</td> <td>0.67</td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> 【引用文献②】 	温度℃	最大設計水圧 MPa	0～20	1.00	30	0.87	40	0.74	～45	0.67
温度℃	最大設計水圧 MPa														
0～20	1.00														
30	0.87														
40	0.74														
～45	0.67														

表-2 下水圧送用管材の特性比較表

項目 \ 管種	ダクタイル鋳鉄管	水輸送用塗覆装鋼管	強化プラスチック複合管	下水道用ポリエチレン管
10. 施工性 (1) 管の運搬	<ul style="list-style-type: none"> 管の取り扱いについては管の変形、外面塗装の損傷を生じさせないよう慎重に取り扱う。 玉掛けはナイロンスリングによる2点吊りを原則とし、管の重心の位置に注意するとともに吊り具が直接ライニング部に当たらないようクッション材を使用する。 [管重量例] φ150×5m : 136kg/本 (GX形S種) φ150×5m : 118kg/本 (NS形E種) φ150×5m : 119kg/本 (K形3種) φ200×5m : 179kg/本 (GX形S種) φ200×5m : 157kg/本 (K形3種)	<ul style="list-style-type: none"> 輸送中の振動、衝撃などにより内外面塗覆装を損傷しないようにワイヤロープ、支持棒、当て板などにより安定した積荷の保持対策を講ずる。 [管重量例] (STW290) φ150×5.5m : 109kg/本 φ200×5.5m : 166kg/本	<ul style="list-style-type: none"> 管重量が小さく施工性は良い。 ポリエステル樹脂のため衝撃によって損傷を受けやすく、細心の注意が必要である。 [管重量例] (C形) φ200×4m : 39.0kg/本	<ul style="list-style-type: none"> 管重量が小さく施工性は良い。 衝撃によって損傷を受けやすく細心の注意が必要である。 [管重量例] (プレーエンド直管) φ150×5m : 35.7kg/本 φ200×5m : 68.5kg/本

表-2 下水圧送用管材の特性比較表

項目 \ 管種	ダクタイル鋳鉄管	水輸送用塗覆鋼管	強化プラスチック複合管	下水道用ポリエチレン管
(2) 管の保管	<ul style="list-style-type: none"> 管の下には枕木を敷き、できるだけ受口および挿し口を交互にして積み、受口部フランジで隣の管を傷つけないようにする。 両端には必ず歯止めをする。 	<ul style="list-style-type: none"> 当て傷、曲りなどによる損傷が生じないように、管端部および塗覆部の保護に万全を講じる。 現場で仮置きする際、原則として2段積み程度にとどめる。 夏季の炎天下では、必要に応じて日覆いをする。 	<ul style="list-style-type: none"> 管の保管は、平坦な場所を選び、角材の上に並べる。転がらないように端止めを行う。 管の保管は、原則として1段とする。やむを得ず管を積み重ねる場合は、φ500以下は高さ1.5m程度、φ600～φ1000は2段を限度とする。 	<ul style="list-style-type: none"> 保管場所は原則として屋内とし、屋外に保管する場合は不透明のシートで直射日光を避ける。 平坦な場所に枕木を1m間隔に置き、不陸が生じないように管を置く。 受口付き直管の場合は、千鳥積みとし受口部には雨がかからないようにする。 管の温度が45℃以上となるような場所では保管しない。
(3) 管の接合	<ul style="list-style-type: none"> 簡単な工具を使用するだけで済み、高度な技術を必要とせず短時間で接合できる。 GX形、NS形E種の直管の接合は、プッシュオンタイプで曲げ挿入が可能(2°以内)である。 雨天、水場での作業ができ、湧水や気象条件に左右されない。 	<ul style="list-style-type: none"> 溶接接合(被覆アーク溶接が多く用いられる) 現地溶接部は内外面の塗覆装を行う。 他管種に比べ接合工程が多く、時間がかかる。 雨天時は原則として溶接作業は行ってはならない。(雨よけテント等、雨天対策を施せば施工可) 	<ul style="list-style-type: none"> スリップオンタイプの継手のため、施工は容易である。多少の水場でも作業可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> EF接合のみ。 専用の融着機を使用して接合する。 雨天時は原則として融着作業は行ってはならない。(雨よけテント等、雨天対策を施せば施工可)
(4) 異種管接続	<ul style="list-style-type: none"> 各種の接続継手があり、市中在庫もある。 	<ul style="list-style-type: none"> メカニカル挿し口短管、フランジ等により接合する。 	<ul style="list-style-type: none"> 他管種との間に鋼製異形管を使用して接合する。 	<ul style="list-style-type: none"> ポリエチレン管付きの異種管継手で接合する。
(5) 施工管理	<ul style="list-style-type: none"> 接合は接合要領書に従って行う。 施工管理はチェックシートの記入により行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 溶接部は放射線透過検査、塗覆装部はピンホールテストにより施工管理を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 一般的に圧力管路の場合は、【引用文献②】に準じた管理を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工要領書に従って接合を行う。
(6) 掘削、埋戻し	<ul style="list-style-type: none"> 掘削幅は、接合作業が容易にでき埋戻しに際して土砂が管底部まで十分に回るよう、土質、管種などに応じて増減する。 原則として砂(塩分の少ないもの)あるいは良質土を使用する。 掘削土を埋戻し土に使用する場合は、良質土で土塊や転石、異物などを除去したものを使用する。 管および構造物に損傷を与えたり、移動を生じさせないように慎重に施工する。 管の両側から管底部に向け砂をいれ、片寄って埋戻しすることなく、両側から均等に埋戻しする。 埋戻しは数段に分けて行い、各段ごとに十分締め固めを行う 	<ul style="list-style-type: none"> 溶接部は会所掘りにより作業スペースを管軸方向に1m以上、円周方向に0.8m以上(それ以外は0.3m以上)確保し、掘削溝底は十分に均して平坦に仕上げると共に必要に応じて砂と入替えを行う。【引用文献③】 埋戻しは、下層より数回に分けて各層ごとにランマー等を用いて十分に締め固めを行う。埋戻しには良質な砂または良質土砂を用いる。 埋め戻し作業前に石、コンクリート塊、異物などを除去する。 	<ul style="list-style-type: none"> 管底基礎には砂、碎石、ソイルセメントを用いる。 埋戻しは管の変形や曲りを生じないように入念に行う必要がある。 砂を用いて30cmづつ埋戻しを行い、撓みを少なくするよう十分な施工管理が要求される。 管周囲の突き固めは十分にを行う必要がある。埋戻し方法が不十分な場合、過大な撓みが生じ漏水の原因となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 管床部の砂の厚さは、10～20cmとする。軟弱地盤の場合、厚さは30cm～60cm必要。 管の接合が完了した後、砂を投入して、抱き基礎を作る。なお、埋め戻す前に水圧検査が必要であり、EF接合後1時間以上経過後に行う。【引用文献②】 管上30cmまでの埋戻しは、粒径20mm以上のれきを含まないものとし、石、がれきなど、管に影響を及ぼすような固形物を一緒に埋め込んではいならない。 管上30cmから地表面までの埋戻し土は良質土とする。 道路復旧工事仕様書に基づいて各埋戻し層ごとに振動コンパクタなどで十分締め固める。 ローラーで埋戻し土を転圧する場合は、管上50cm以上まで埋戻してから行う。 降雨や湧水による管の浮き上がりや落下物等による管の損傷を防ぐため、布設後は速やかに地表面まで埋戻す。
(7) 施工用機材	<ul style="list-style-type: none"> 継手種類ごとに必要工具が異なるので接合要領書に従う。 	<ul style="list-style-type: none"> 溶接機等が必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> レバブロック、ワイヤーロープ、バタ角等により施工する。 	<ul style="list-style-type: none"> 専用工具が必要である。
(8) 施工の難易度	<ul style="list-style-type: none"> 継手接合作業に特別な資格は必要ない(耐震継手の場合は、施工講習会受講を推奨する)。 	<ul style="list-style-type: none"> 被覆アーク溶接に従事する者は、JIS Z 3801(手溶接技術検定における試験方法並びにその判定基準)に規定された試験合格した者、または、それと同等以上の有資格者でなければならない。 	<ul style="list-style-type: none"> 特殊な技能は必要ない。普通作業員で施工可能である。 	<ul style="list-style-type: none"> 施工講習会受講で接合作業は可能である。

表-2 下水圧送用管材の特性比較表

項目 \ 管種	ダクタイル鋳鉄管	水輸送用塗覆装鋼管	強化プラスチック複合管	下水道用ポリエチレン管
(9) 完成検査	・小口径：管路水圧試験 ・大口径：テストバンドによる継手水圧試験	・水圧試験	・小口径：水圧試験 ・大口径：テストバンドによる継目試験	・圧送管としての用途の場合は、水圧試験でもよい。
(10) 施工所要時間	・GX形φ100 3.3分 ・GX形φ200 3.7分 ・NS形E種φ100 3.6分 ・NS形E種φ150 3.7分	・施工所要時間が記載された資料は見当たらない。	・施工所要時間が記載された資料は見当たらない。	・接合時間は以下の通り。(メーカーカタログから参考) EF継手(温度23℃、ソケットの接合) 口径 融着時間 冷却時間 φ100 3.6分 10分 φ150 7.2分 10分 φ200 10分 15分
(11) 施工上の制約	・一般的にはない。	・塗装や溶接施工時の温度制限がある。(溶接時は-15℃以上、塗装時は5℃以上等) ・雨天、水場の溶接は困難である。	・一般的にはない。	・雨天や水場の施工は制約をうける。 ・コンローラの使用環境温度は-10℃~40℃または45℃(最大温度はメーカーによって異なる)で使用可能である。
11. 工法の種類 (1) 埋設配管	・管の強度が大きいため路面荷重に対しても安全性が高く、条件によっては浅埋設も可能である。 ・浅埋設にすることによって、土工費節減、工期短縮および土留めの簡素化が可能である。	・管の強度が大きいため、路面荷重に対しても安全性が高く、条件によっては浅埋設も可能である。 ・浅埋設にすることによって、土工費節減、工期短縮および土留めの簡素化が可能である。	・埋設配管がほとんどである。	・埋設配管がほとんどである。
(2) シールド内・トンネル内配管	・内面接合タイプ(US形等)の継手を用いた実績が多数ある。	・実績は多数ある。 ・小口径では立抗で接合したものを引込み施工する。 ・大口径では引込んだ後に溶接するため、曲がりにも対応できる。	・実績は少ないが、メーカー協会の規格として内挿用圧力管規格を制定している。	・実績は少ない。 ・管の固定用に設置する架台やバンド等による管材の経年劣化に注意する必要がある。
(3) 屋外配管	・実績多い。	・実績多い。	・実績は少ない。	・耐候性に問題があるので、実績は少ない。
(4) 水管橋・添架水管橋	・水管橋 小口径・短支間で多くの実績がある [FGX水管橋最大スパン] φ75...17m、φ100...18m、 φ150...23.5m、 φ200~φ450...25m ・添架水管橋 橋梁添架等多くの実績がある	・水管橋 パイプビーム形式水管橋の他、長支間の場合は補剛形式水管橋等多くの実績がある ・添架水管橋 橋梁添架や専用橋添架方式で多くの実績がある	・単独水管橋はできない ・橋梁添架や専用橋添架の場合、耐候性に問題がある	・単独水管橋はできない ・橋梁添架や専用橋添架の場合、耐候性に問題がある
(5) 推進	・さや管内推進工法においては長距離、カーブ施工が可能である。	・推進用鋼管が用いられている。 ・推進用鋼管の場合、推進距離は土質・管径で異なるが約150mまでである。	・下水道推進工法用の協会規格があるが、実績はほとんどない。	・誘導式非開削工法がある。
12. 維持管理 (1) 管の補修および事故時の緊急対応	・施工時の塗覆装等の損傷は現地で補修できる。 ・管体損傷は交換が原則である。 ・漏水時は開削し管を取り替える。	・施工時の塗覆装等の損傷は現地で補修できる。 ・部分的な管体の損傷は現地で補修できる。 ・漏水時は開削しメカニカル接合で管を取り替える。	・管体損傷は交換が原則であるが、軽微なものは現地積層による補修が可能である。 ・漏水時は開削しメカニカル形鋼継ぎ輪を用いて管を取り替える。	・管体損傷は交換が原則である。 ・漏水時は開削し損傷部の管体を切断し、切断した部分に補修用管(プレーン管)とカラーをEF接合する。

表-2 下水圧送用管材の特性比較表

項目 \ 管種	ダクタイル鋳鉄管	水輸送用塗覆装鋼管	強化プラスチック複合管	下水道用ポリエチレン管
(2) 既設管内面調査	・スネークン（国総研ガイドライン）マンホール（補修弁）からカメラ調査を挿入し、管上部の腐食状態を評価	・圧送管路に関する調査方法は特になし。	・圧送管路に関する調査方法は特になし。	・圧送管路に関する調査方法は特になし。
13. リサイクル（SDGs：持続可能な開発目標）	・経年化したダクタイル鉄管は（一社）日本ダクタイル鉄管協会によれば、（一社）日本鉄リサイクル協会を通じ、新しい水道管材として再利用される。	・経年化した鋼管は日本水道鋼管協会によれば塩ビライニング鋼管リサイクル協会と通じ、新しい水道管材として再利用される。	・FRP廃棄物（廃FRP）をセメント製造時に燃料及び原料として使用できる【セメント原燃化】手法を実証し、この手法が国からリサイクル法とみとめられた。【引用文献⑧】	・下水道ポリエチレン管協会には特に再利用に関する記述はない。
引用文献	①JSWAS G-1 下水道用ダクタイル鋳鉄管 ②JSWAS G-2 下水道推進工法用ダクタイル鋳鉄管 ③JDPA T30 下水道用ダクタイル管路管路の設計と施工 ④ダクタイル鉄管ガイドブック	①「水輸送用塗覆装鋼管」 JIS G 3443 ②「水道用塗覆装鋼管」 JWWA G 117 ③「下水道用鋼管」022-2019 日本水道鋼管協会（WSP） ④「技術資料」 日本水道鋼管協会（WSP）	①「土地改良事業計画設計基準 設計「パイプライン」 基準書 技術書」農林水産省構造改善局（令和3年6月） ②「土木工事施工管理基準」農林水産省農村振興局整備部設計課 ③「強化プラスチック複合管 圧力管路用技術資料」強化プラスチック複合管協会 ④「下水道施設計画・設計指針と解説」日本下水道協会 ⑤JIS A 5350 ⑥FRPM K-111A-2021 ⑦JSWAS K-16 ⑧強化プラスチック複合管協会	①JSWAS K-14 下水道用ポリエチレン管 ②下水道用ポリエチレン管PA-11-2021技術資料

表 - 3 下水圧送用管材の特性総括表

管 種	制 限 事 項	適 切 な 用 途 ・ 環 境	注 意 を 要 す る 用 途 ・ 環 境
ダクタイル鋳鉄管	<ul style="list-style-type: none"> 内外面の腐食に対する対策が必要。特に硫化水素が発生する環境下では内面エポキシ樹脂粉体塗装を推奨する 	<ul style="list-style-type: none"> 汚水、雨水、汚泥、処理水の圧送管路 ポンプ圧送、自然圧送(水槽間圧送)の管路 高水圧管路 埋設管路 処理場内管路 露出(屋外)管路 シールド内、トンネル内管路 推進工法による河川、道路横断管路 地盤変位を生じる埋設管路 	<ul style="list-style-type: none"> 腐食性の強い地盤での埋設管路 硫化水素起因の内面腐食が予想される管路
水輸送用塗覆装鋼管	<ul style="list-style-type: none"> 内外面の腐食に対する対策が必要 φ600以下の管では現地溶接部の内面塗装が不可能なので、その部分が腐食しやすい 迷走電流による電食を生じやすい 溶接接合は特別な技術と熟練を要する 溶接箇所は別途開削スペースを確保する必要があり、掘削に制約があると困難を要する 	<ul style="list-style-type: none"> 処理水の圧送管路 ポンプ圧送、自然圧送(水槽間圧送)の管路 高水圧管路 埋設管路 処理場内管路 露出(屋外)管路 	<ul style="list-style-type: none"> 汚水、雨水、汚泥の圧送管路 腐食性の強い地盤での埋設管路 硫化水素起因の内面腐食が予想される管路 迷走電流による電食が予想される管路
強化プラスチック複合管	<ul style="list-style-type: none"> 管口径はφ200以上 設計水圧は1種管で1.3MPaであるが、実績的には0.5MPa(4種管)まで 流体温度は45℃以下 紫外線による材質の劣化を生じる 衝撃や隣接工事による損傷を受けやすい 撓みやすいため、基礎、埋戻しを十分行う必要がある 浮力による影響を受けやすい 埋設位置や漏水の確認が困難である 	<ul style="list-style-type: none"> φ200以上の汚水の圧送管路 設計水圧0.5MPa以下の自然圧送(水槽間圧送)の管路 圧力管路の活荷重は、公道及び道路構造令に準拠する農道下では25tf 	<ul style="list-style-type: none"> 汚泥の圧送管路 ポンプ圧送管路 露出(屋外)管路 主要道路下の埋設管路
下水道用ポリエチレン管	<ul style="list-style-type: none"> 管口径はφ600以下(JSWAS規格) 設計水圧は流体温度が高くなれば低下する(流体温度は45℃以下) 紫外線および汚水に含まれる薬品による材質劣化に注意 溶剤等の浸透、滲出が起こる 雨天時や水場の接合が難しい 隣接工事による損傷を受けやすい 管の基礎、埋戻しを十分に行う必要があり、管回りの砂は改良土とする 浮力による影響を受けやすい 埋設位置や漏水の確認が困難である 	<ul style="list-style-type: none"> φ600以下の汚水の圧送管路 設計水圧1.0MPa以下のポンプ圧送管路 	<ul style="list-style-type: none"> 汚泥の圧送管路 設計水圧1.0MPaを越える圧送管路 流体温度が20℃を越える圧送管路 露出(屋外)管路 主要道路下の埋設管路 汚染地盤での埋設管路



下水道圧送管路研究会

事務局：〒104-8307 東京都中央区京橋 2-1-3
(株)クボタ東京本社内)

<http://www.assouken.gr.jp/>

2022.3