

1. 農業用パイプライン導入の経緯と役割

1.1 パイプライン導入の経緯

わが国の農業用パイプラインは、畑地から水田へ、配水系パイプラインから送水系パイプラインへ、また単純な操作システムから高度な監視制御システムへと順次導入が図られてきた。以下に、配水系、送水系及び監視制御施設に分けて導入の経緯を述べる。

(1) 配水系パイプラインの導入

配水系のパイプラインは、昭和 30 年前後から小規模な畑地かんがいの末端施設として導入され始めたが、大規模に採用されたのは昭和 33 年から施工が始まった愛知用水事業からである。

愛知用水では、当初うね間かんがい方式の採用を予定し、実験農場で多くのうね間かんがい試験を行った。その結果、うね間かんがいは給水操作が煩雑でしかも多くの労力を要し、なおかつ、わが国の土壌、営農にはなじまず、また、畑地が過湿となる等の問題があることが明らかとなった。具体的には、うねの上流端から給水し、これをうねの末端まで到達させるためには、必要量以上の水を流さざるを得ず、かんがい効率が低下するばかりか畑の一部に過湿となる部分が生じる等の問題である。

これに対して、スプリンクラーによる散水かんがい方式の試験では、平坦地はもとより複雑な地形や果樹園などの急傾斜地にも適することが確認された。この結果を受けて、その後は各地でスプリンクラーによる散水かんがいが事業化され、現在に至っている。

また、昭和 30 年代後半には、スプリンクラーによる防除、施肥、凍霜害防止等の試験が各試験研究機関によって行われ、昭和 40 年代にかけて畑地かんがい施設の多目的利用が図られる端緒となった。この多目的利用も、圧力の利用ができるクローズドタイプパイプラインの功績のひとつである。

昭和 40 年代に入ると、ほ場整備事業の進展とあいまって、水田にもパイプラインが多用されるようになった。昭和 40 年には、佐賀県で水田パイプラインが導入されたが、その特色はオープンタイプのパイプラインが多用されたことである。これらの水田は旧藩時代の干拓地であり、地形は極めて平坦であった。このため、オープンタイプのパイプラインでは、上流に位置するほ場ほど取水が有利となり、水管理の省力化に十分な効果を発揮することができなかったといわれる。

昭和 41 年になって、岐阜県下と愛知県下でクローズドタイプパイプラインによる水田のかんがい事業が実施された。この方式では、給水栓の開閉操作だけで水管理が行えるため、水管理作業を省力化することができた。

昭和 45 年には、新潟県西蒲原郡の県営ほ場整備事業地区において、ポンプ直結の管網配管による水田配水系の施設が施工された。当該ポンプは、給水栓の開閉に応じて起動・停止する方式を採用しており、これ以後の水田パイプラインシステムの方向づけに重要な役割を果たすこととなった。

水田配水系のパイプライン化は、従来の小用水路の施設管理労力や配水管理労力の節減、各ほ場ごとの水利用の自由化、用水路用地の節減、耕作機械の能率化などに寄与するものとして、ほ場整備の進捗に伴って現在も引き続き各地で進められている。

(2) 送水系パイプラインの導入

送水系パイプラインは、パイプライン始点（水源）から配水系パイプラインの入口（例えば、ファームポンド等）に至る幹支線的なパイプラインである。

送水系パイプラインは、昭和40年代以降にその実施例が多くなるが、古い地区では大規模畑地かんがい地区の綾川地区（昭和33年～同45年）、笠野原地区（昭和33年～同45年）がある。

この両地区は、上流部の開水路を経て、これに幹線パイプラインが接続されている。幹線パイプラインの末端は、綾川地区では2か所の調整池へハウエルバンガーバルブにより流量制御を行って放流している。また、笠野原地区では、4か所のファームポンドへホロージェットバルブにより流量制御をした後、放流している。両地区とも、供給主導型の水管理形態をとっているのが特徴である。なお、幹線パイプラインから分岐する支線パイプラインは、直接末端のスプリンクラーにつながり、需要主導型の水管理が可能となっている。

これに対し、昭和40年に着工した釜無川農業水利事業は、水源の釜無川から調整池までは開水路であるが、調整池以降は管路の途中に減圧水槽と減圧弁を設けたセミクローズドタイプパイプラインである。この調整池以降の幹線パイプラインは、明らかに需要主導型の水管理方式を意図したもので、この点が上記綾川、笠野原の両地区と異なっている。

昭和46年に着工した笛吹川農業水利事業においても、頭首工から取水する南北幹線水路はセミクローズドタイプパイプラインが採用された。幹線分水工には、それぞれファームポンドが設置され、幹線からはフロートバルブを通じてファームポンドに流入し、ファームポンドが満水になると自動的にフロートバルブが閉じ分水が停止する機構である。ファームポンドより下流は、クローズド又はセミクローズドタイプの配水系パイプラインにより、多目的スプリンクラーかんがいを行う計画である。

また、昭和40年代以降には、幹線パイプラインの始点（水源）にポンプ場を設置し、直接又は吐出し水槽を経由して、幹線パイプラインに圧送する大規模なかんがい計画が増加した。このような長大なパイプラインでは、幹線パイプラインの途中に調整池、中継機場又は加圧機場（ブースター）を設けている場合が多い。ポンプ場等を組み合わせた幹線パイプラインの例には、成田用水、北総東部用水、東総用水、浜名湖北部、伊那西部、牧ノ原、霞ヶ浦用水、南薩などの農業水利事業のほか、屏風山、須川などの開拓事業がある。

昭和50年代の後半からは、上流部が開水路で下流部がパイプラインのいわゆる複合水路系が設計施工されるようになった。複合水路系を施工した地区には、霞ヶ浦用水、牧ノ原、菊池台地、仙北平野、中勢用水、赤城西麓などがある。複合水路系における水管理方式は、上流の開水路区間が供給主導型であり、下流のパイプライン区間が需要主導型となるため、この接合部では水管理方式の違いを吸収し、パイプラインへの空気の混入を避けなければならない、という課題があった。この対策としてバッファーポンドの設置を必要としたが、その容量の決定方法等について新たな技術が検討・確立されたのもこの時代である。

(3) 監視制御施設の導入

前項(1)、(2)で見たように、農業用パイプラインの形式は、年代を追って変化してきた。

配水系の畑地では、うね間かんがいから散水かんがいへ、さらに多目的利用へと変わった。また水田では、オープンタイプ（供給主導）からクローズドタイプ（一般には需要主導）へ、さらにポンプによる加圧方式へと変化した。特に畑地においては、スプリンクラーを利用して数時間単位、数分単位のローテーションかんがいが行われるようになったが、これを人力で監視制御す

ることは事実上困難であった。

また、送水系パイプラインは、単純な系から複雑な系へと大規模化し、管路に附帯する施設も送水機場、中継機場、加圧機場、減圧水槽、減圧弁、分土工、ファームポンド、バッファーポンドなど多くの施設が加わり、複雑なパイプラインシステムを構成するようになった。送水系パイプラインは、供給主導、需要主導のいずれの水管理方式にあっても、パイプラインの性格上、パイプラインの末端若しくは分水点で流量制御をしなければならない。この多くの施設や分土工をパトロール隊の巡回などにより人力で監視制御することは、これもまた事実上困難であった。

このような事情から、短時間のローテーション散水を行う配水パイプラインや大規模な送水パイプラインでは、集中監視制御機能を持つ水管理制御システムの導入が図られた。集中監視制御が必要な理由は、次のように整理される。

- ① 需要量の時間別・期別の変化に追従して用水を供給するための監視制御が必要である。
- ② 送水機場、管路途中の附帯施設、分土工など監視制御対象施設が広範囲に分布する。
- ③ パイプラインは、開渠に比べて応答性が極めて速く、ある点の水理現象がパイプライン全般に伝播する特性を持っている。したがって、水の使い過ぎ、分土工間の水の偏り等が生じないような監視制御を行う必要がある。
- ④ 河川法に基づく水利使用規則等の規制が厳しくなったので、これに適切に対応するための監視制御が必要である。
- ⑤ 施設の安全性を確保するため、施設の監視が用水管理者からも社会からも求められている。

1.2 管種の開発・導入の経緯

農業用パイプラインは、新管種の開発、在来管種の改良による安全性・機能性・経済性等、性能の向上に伴って導入量が増加し、さらにはパイプラインの役割も広がってきた。本節では、パイプラインにとって最も基本的な構成要素である管種等について、開発順序に従ってその経緯を述べる。

(1) 鋳鉄管及びダクタイル鋳鉄管

鋳鉄管は、1455年にドイツで開発され、1664年にはパリのベルサイユ宮殿を中心に水道管として布設された。わが国では、1885年（明治18年）に横浜市の水道管として使用されたのが最初である。その後、アメリカでダクタイル鋳鉄が発明された。わが国では、このダクタイル鋳鉄を用いて、1954年（昭和29年）にダクタイル鋳鉄管の鋳造に成功し、広く使われるようになり、現在に至っている。

継手は、最初は鉛ガスケットを用いたフランジ形であったが、その後ソケット形に変わり、黄麻と鉛でコーキングする方法がとられた。その後1920年（大正9年）に、アメリカでゴムパッキンを用いたメカニカルジョイントが用いられて以来、これを基本にして改良された数多くの継手（T形、K形、U形、ALW形、UF形、S形、NS形、GX形、US形、PⅡ形、PN形など）が使用されている。

この管種は、農業用水では内外圧の高い管路、軟弱地盤の管路などに用いられることが多い。

(2) 鋼管

鋼管の製造は、鋳鉄管の製造より遅く19世紀に入ってからである。わが国において鋼管が初めて生産されたのは、継目無鋼管が1913年（大正2年）、鍛接鋼管が1927年（昭和2年）、電気抵抗溶接鋼管が1935年（昭和10年）、アーク溶接鋼管が1960年（昭和35年）のことである。

また、塗覆装についても技術が発達し、1957年（昭和32年）には水道用塗装鋼管の日本産業

規格（JIS）が制定され、以後幾多の改正を経て2007年（平成19年）には、水輸送用塗覆装鋼管のJISが直管・異形管・外面プラスチック被覆・内面エポキシ樹脂塗装の4規格から成るJIS規格群（JIS G 3443）として新たに制定された。

鋼管の継手は、溶接接合、ネジ継手、フランジ継手、ビクトリック形継手、メカニカル継手などが現在用いられている。

なお、伸縮継手には、ドレッサー形伸縮継手、ベローズ形継手、クローザー形継手、可とう管等がある。

鋼管が農業用パイプラインに多量に使用され始めたのは、1975年（昭和50年）ごろからである。鋼管の多くは、内外圧の大きい管路、軟弱地盤等の管路などに用いられることが多い。また、溶接による一体構造管路を形成するため、水密性に優れるとともにスラストブロックが不要となる。

(3) 石綿セメント管

石綿セメント管は、1914年（大正3年）に、イタリアで最初に高圧液体輸送用の管として製造された。主原料は、石綿繊維、セメント、微粉の珪砂である。わが国の農業用水路においても、昭和40年代から昭和50年代にかけて、中口径管の主役として使用された。しかし、その後、石綿に発ガン性があることが明らかになったため、石綿セメント管の製造・使用は中止され、土地改良事業計画設計基準においても昭和63年版から石綿セメント管は除外された。

(4) 遠心力鉄筋コンクリート管

遠心力鉄筋コンクリート管は、1910年（明治43年）に、オーストラリアのヒューム兄弟によって発明されたもので、別称をヒューム管ともいう。遠心力鉄筋コンクリート管がわが国で初めて製造されたのは、1925年（大正14年）のことである。管の規格には外圧管と内圧管があるが、パイプラインには内圧管が用いられている。

継手は、カラーと管体の間隙にモルタルコーキングをするものと、ソケットを付けてゴム輪により接合するものがある。パイプラインでは、原則として後者の継手を使用している。

1955年（昭和30年）にプレストレストコンクリート管が製品化される前は、農業用パイプラインにも遠心力鉄筋コンクリート管が使用されたが、圧力がかかると継手から漏水する危険性があった。このため、大きな圧力のかかるパイプラインの管は、逐次、プレストレストコンクリート管に置き換えられていった。

(5) 硬質ポリ塩化ビニル管

硬質ポリ塩化ビニル管は、1936年（昭和11年）ごろドイツで初めて製造された。わが国で製造が始まったのは1951年（昭和26年）のことである。

接合方法には、TS（接着）とRR（ゴム輪）工法があり、いずれも施工性がよい。特にRR継手は、可とう性も備え、軟弱地盤の管路にも適している。

硬質ポリ塩化ビニル管は、非腐食性であり、施工性がよいほか、小口径管では経済性に優れているため、配水系のパイプライン等で多量に使用されている。

なお、硬質ポリ塩化ビニル管の名称は、各種規格において「硬質塩化ビニル管」から「硬質ポリ塩化ビニル管」に改められていることから、最新の各種規格に準じるものとする。

(6) コア式プレストレストコンクリート管

わが国で PC 管の製造が始まったのは、1956 年（昭和 31 年）のことであるが、本格的に製造が開始されたのは 1960 年（昭和 35 年）からである。1956 年当時は、管体（コア）の外側に薄肉鋼管を巻いたシリンダー形であったが、1960 年には現在見られるソケット形（ベルタイプ）へと脱皮した。本格的な生産に伴って、1964 年（昭和 39 年）には日本工業用水協会規格（JIWA）が制定され、1971 年（昭和 46 年）にはこれを引き継いで日本産業規格（JIS）が制定された。さらに、1978 年（昭和 53 年）には日本水道協会規格（JWWA）が制定された。JIS は、その後幾たびかの改正を経て現在に至っている。

PC 管の継手には、ソケットにゴム輪を用いた回転式（RO 形）、固定式（SL 形）、ゴム輪の離脱防止機能を備えた押輪継手等がある。

PC 管は、1960 年（昭和 35 年）ごろから農業用水路のサイホン等に使用され始め、遂次、パイプラインにも採用されるようになった。

(7) ポリエチレン管

ポリエチレン管は、1942 年にイギリスで生産が開始されたが、わが国でポリエチレン管の生産を開始したのは、1958 年（昭和 33 年）になってからのことである。ポリエチレン管の日本産業規格（JIS）は、1956 年（昭和 31 年）に「一般用」が、1959 年（昭和 34 年）に「水道用」がそれぞれ制定された。また、水道配水用として、高強度・高密度の樹脂材料を使用した管、継手が開発され、日本水道協会規格（JWWA）が 1997 年（平成 9 年）に、その後、配水用ポリエチレンパイプシステム協会規格（PTC）が制定された。継手には、溶着接合、電気融着接合、メカニカル接合がある。

(8) 強化プラスチック複合管

強化プラスチック複合管の材料である FRP（Fiberglass Reinforced Plastic）は、1942 年（昭和 17 年）アメリカで発明された。わが国においては、1964 年（昭和 39 年）に研究開発に着手し強化プラスチック複合管（FRPM 管）の製造に成功した。この強化プラスチック複合管は、FRP で管の内外面を作製し、その中間層に樹脂モルタル層を配したサンドイッチ構造の管であり、軽量でしかも剛性があり、また経済的にも優れたものであった。

強化プラスチック複合管の本格的な生産・販売が開始されたのは、1970 年（昭和 45 年）である。規格の制定経過を見ると、1973 年（昭和 48 年）に強化プラスチック複合管協会規格（FRPM）、1974 年（昭和 49 年）に下水道協会規格（JSWAS）、1984 年（昭和 59 年）に日本産業規格（JIS）がそれぞれ制定された。JIS は、その後の改正を経て現在に至っている。

強化プラスチック複合管の継手は、差し口にゴム輪を接着して受口に挿し込む方法、受口にゴム輪をセットしてこれに差し口を挿入する方法、鋼製の異形管と接合するための押輪方式等がある。

強化プラスチック複合管は、施工性に優れ、耐食性、耐摩耗性、耐電食性、耐衝撃性等が大きく、また、管内面は滑らかで水理性に優れている。管体と継手には可とう性があり、軟弱地盤の管路にも適している等の利点がある。

(9) ガラス繊維強化ポリエチレン管

ガラス繊維強化ポリエチレン管は、2004 年にアメリカで研究開発が開始され、アメリカでは 2008 年に、ドイツでは 2011 年に規格化された。わが国においては、2011 年に技術導入が行われ、日本産業規格（JIS）が 2018 年（平成 30 年）に制定された。ガラス繊維強化ポリエチレン管は、

高密度ポリエチレン樹脂にガラス繊維を添加して製造され、管周方向に潰れない高剛性と管軸方向に曲がる弾力性をもつ管である。

1.3 パイプラインの特性と役割

パイプラインの役割は、パイプラインの利点を活用し、欠点を補うことを考えることで明らかにすることができる。また、この役割は地区の特性によっても異なるので、設計対象地区の特性とパイプラインの利点・欠点を考慮して、当該地区におけるパイプラインの役割を明らかにする必要がある。

まず、パイプラインの利点は、次のとおりである。

- ① パイプラインには圧力がかかっているため、各ほ場で任意に用水を利用することができる。また、適切な設計をすることにより、開水路に比べて合理的な水配分が可能となる。
- ② 開水路に比べると、複雑な地形での路線選定が可能であり、ポンプ等との組み合わせによって従来不可能とされていた地域への送水が可能となる。
- ③ 供給主導と需要主導の水利用方式を適切に組み合わせることにより、無効放流を少なくする（有効利用）制御ができる。
- ④ 管路は埋設するので、水路用地を節約できる。
- ⑤ 農作業機械の運行が容易となる。
- ⑥ 汚濁水の流入を防止し、農業用水の水質を汚染から防止できる。
- ⑦ 使用条件に適する管材料の開発が行われている。

他方、パイプラインの欠点は、次のとおりである。

- ① 通水能力の余裕がとりにくく、営農方式の変化などに伴う水利用の変更がしにくい。
- ② 埋設管路のため、日常の点検がしにくい。
- ③ 各種の弁、給水栓、散水栓、スプリンクラー等の機能を維持するため、精度の高い除塵施設を必要とする。
- ④ 末端までパイプライン化すれば、土水路等に比して一般に建設コストが高くなる。

上記欠点のうち、①については自由度を見込むことにより、②については監視システムの整備により、また、③については除塵施設の設置により、それぞれ対応することができる。結局、④の工事費に集約されるが、これについては極力安価な管種等の採用を図り、その上でパイプライン化による維持管理費節減等の効果と併せて検討する必要がある。

次に、実態的な問題について見ることとする。

- ① わが国の用排水路は耐用年数を過ぎているものが多く、今後も更新事業が増加する傾向にある。既存施設は設置した時点から長年を経ているので、施設周辺の環境が設置時点と大きく変わっており、更新施設（開渠）の施工が困難な場合がある。

特に平地農村の一部では用水路周辺の都市化が進み、水路いっばいに建築物が迫っている場合が見られる。このため、更新施設を施工するための進入道路が配置できない、施工スペースがない、騒音・振動対策が必要、住民への安全対策が必要などの諸問題がある。

また、水路機能に関する問題としては、周辺の家庭汚水が用水路（開渠）に流入し、用水を汚染している場合も多い。このような水路を更新する場合には、パイプライン化が有効なことがある。

- ② 従来の暗渠、トンネル等についても、耐用年数を超えたものが多く、今後一層改修・更新

計画が多くなるものと予想される。この場合も、水路上部の土地利用が変化したり、出入口の環境が変化している場合が予想される。

- ③ 中山間地においては、地域の活性化を図るためにも、今後一層用排水路の整備やほ場整備を進める必要がある。しかし、中山間地域の地形は複雑であり、開渠による配水が困難な場合も想定される。これに対して、パイプラインを採用すれば、動水位以下であれば地形の凹凸にかかわらず路線を選定できる。さらに、ポンプの利用により、送配水の範囲は一層拡大される。
- ④ 今後の農村地域は、農村型住民と都市型住民の混住化、農業経営者数の少数化、水利用の高度化などが進むものと考えられる。このような中で農業経営を続けるためには、送配水系のパイプライン化を図り、水管理の省力化と維持管理費の節減を実現する必要がある。

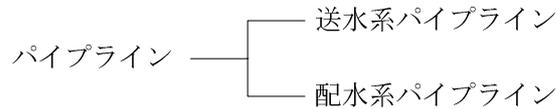
以上の問題に適切に対処するためには、開渠よりもパイプラインの特性を活用した方が有利な場合がある。これらの実態と前段に記述したパイプラインそのものの特性を考慮すれば、パイプラインが担うべき役割は、今後更に一層大きくなるものと考えられる。

2. パイプラインの区分・分類及び構成

関連条項〔基準2、運用2-1～2-2〕

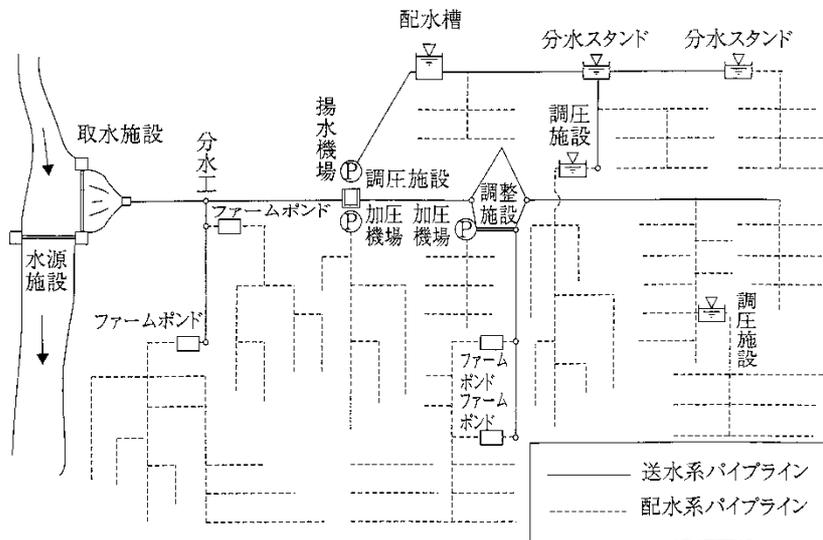
2.1 パイプラインの区分

パイプラインは、その機能、水理特性、水管理等の面から、次のように区分される。

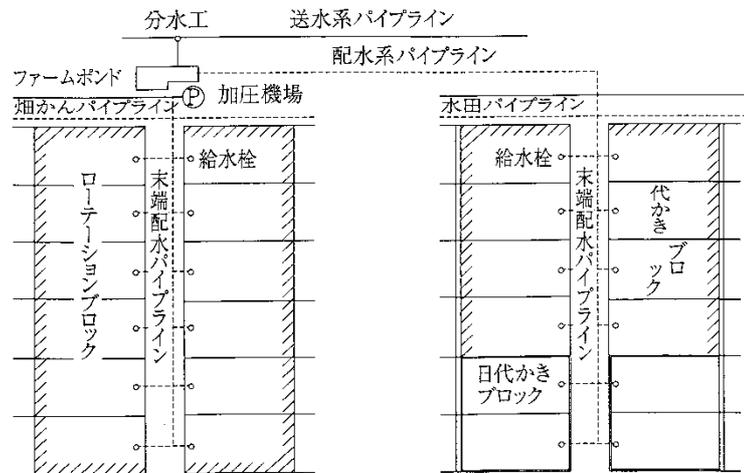


(1) 送水系パイプライン

送水系パイプラインは、水源から幹線及び支線水路を通じ調整施設、調圧施設又は分土工まで、用水を安全、確実、かつ適正に送水する機能を持つものである。(図-2.1.1(a)参照)



(a) 送水系、配水系パイプラインの配置例



(b) 配水系パイプラインの配置例

図-2.1.1 送水系パイプライン、配水系パイプラインの概念図

(2) 配水系パイプライン

配水系パイプラインは、送水系パイプラインの調整施設、調圧施設、分土工若しくは水源からほ場内配管によって末端給水栓まで、必要とする用水を安全、確実、かつ適正に配水する機能を持つものである。(図-2.1.1(b)参照)

2.2 パイプラインの分類

2.2.1 分類

パイプラインは、その機構、水圧、配管及び送配水の各条件から、図-2.2.1 に示すように分類される。それぞれの形式又は区分によってその特性が異なるので、設計の考え方、検討すべき内容、水管理の方法などにも差異がある。設計に当たっては、この点を認識しておく必要がある。

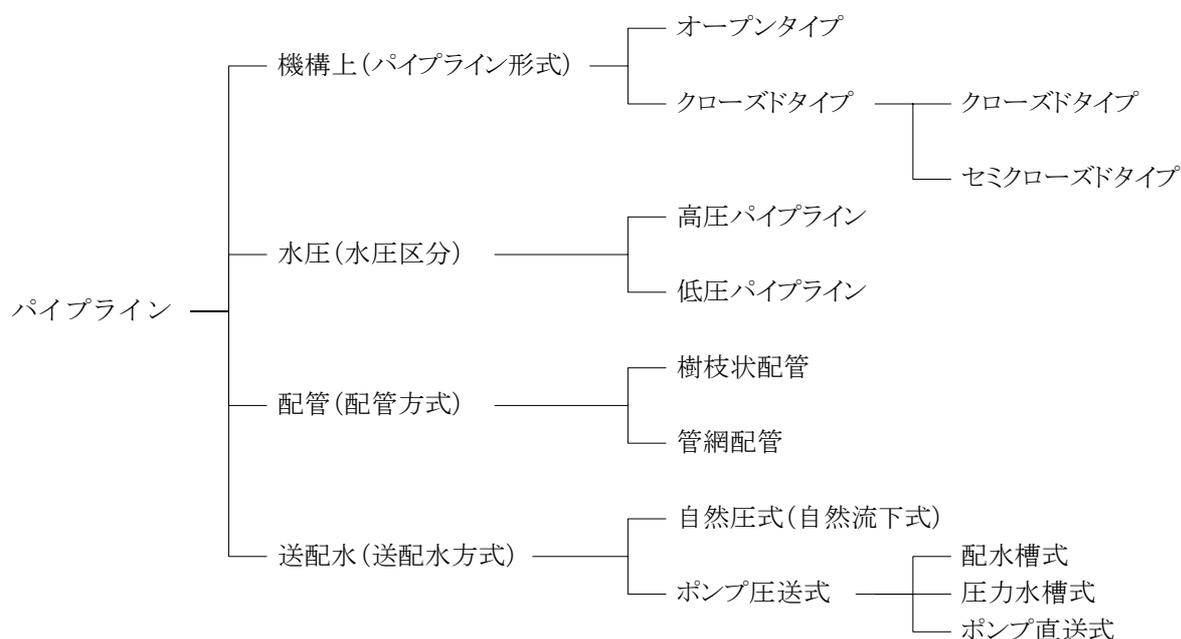


図-2.2.1 パイプラインの分類

2.2.2 機構上の分類 (パイプライン形式)

パイプラインの機構上、図-2.2.1 に示すように、オープンタイプとクローズドタイプに大別し、さらにクローズドタイプをクローズドタイプ (完全クローズドタイプ) とセミクローズドタイプに分類する。

パイプラインの機構上の分類を図-2.2.2 に例示し、その特徴を表-2.2.1 に掲げる。

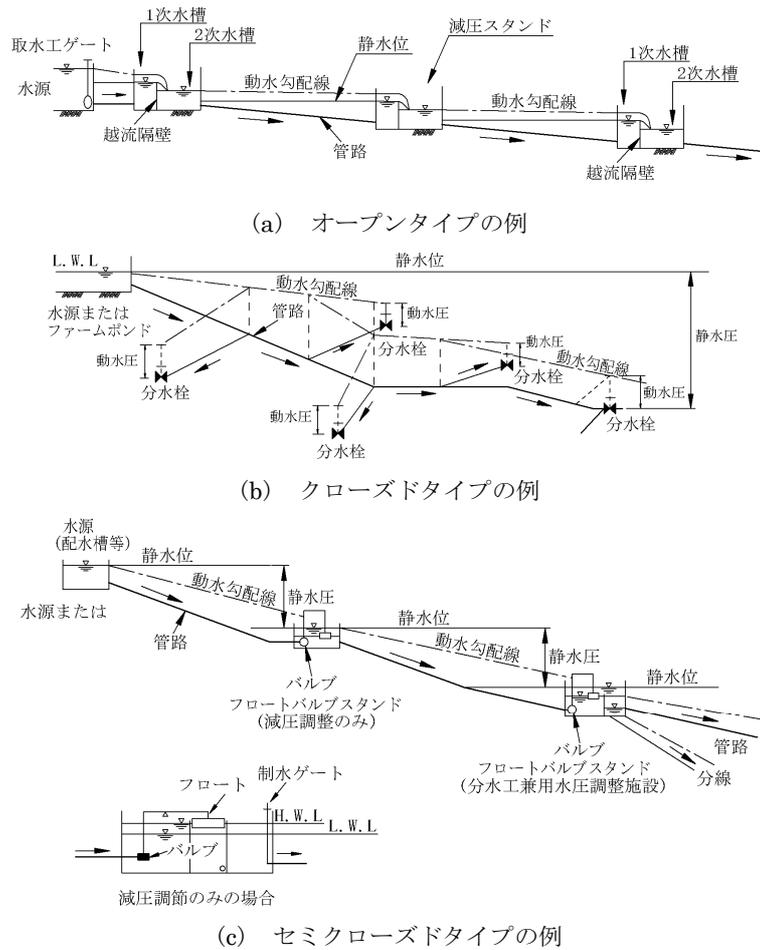


図-2.2.2 パイプラインの機構上の分類 (例)

表-2.2.1(1/2) パイプライン形式の特徴

区分	オープンタイプ	クローズドタイプ	セミクローズドタイプ
施設の構成及び適用	<ul style="list-style-type: none"> ①パイプラインに沿った要所所に自由水面を持つスタンド（立上がり）を配置した形式である。 ②スタンドには調圧作用の他に分水工や放水工等の機能を兼用させるのが一般的である。 ③スタンド間に直分水工（給水栓）を設ける場合は、分水工直下のスタンドの水位を調節して水頭を確保する。 ④本形式は調整池までの幹線水路や水田かんがい用水路に多く用いられる。 ⑤開水路に準じた水路形式であり、余水は全て放流されるから、節水の必要がある地区では調整池等を設けて無効放流を防ぐ必要がある。 	<ul style="list-style-type: none"> ①上流から末端まで閉管路で流水が連続し、末端の給水栓を開くことにより所要の水量及び水圧を得る形式である。 ②特に給水圧力を必要とする用水路に最適である。 	<ul style="list-style-type: none"> ①フロート弁類を連続的に用いることにより構成される形式である。 ②下流側のバルブを開閉しない限り水の流動は生じないので、オープンタイプのような無効放流はない。 ③水田かんがい用水路として、オープンタイプに代わって利用されることが多い。 ④クローズドタイプでは管路にかかる静水圧が大きくなり過ぎる場合に、静水圧を切る目的で用いられることが多い。

表-2.2.1 (2/2) パイプライン形式の特徴

区 分	オープンタイプ	クローズドタイプ	セミクローズドタイプ
分水の調節	①スタンド位置に分土工を設置する場合、スタンドの構造に工夫を加えれば分水量の調節が比較的容易かつ正確にできる。	①同一配管系統中の一部の給水栓を開放すると、直ちに他の分水量に影響するという欠点がある。 ②このような場合も定量分水することができる分水装置が考えられるが、工費がかさむ。	①フロートバルブスタンドに分水施設を併設すればある程度の分水量の調節ができるので、クローズドタイプよりも若干有利である。
管 路	①スタンド間の高低差を規制することによって低圧管を用いることができる反面、スタンド位置で減圧されるので、口径が大きくなる傾向がある。	①水頭を有効に利用できる反面、高圧管の使用が必要となる。 ②標高差を最大限に活用できるので、オープンタイプに比して口径を小さくでき、急傾斜地ではオープンタイプより管路費は安くなることもある。	①一般にオープンタイプより高圧管の使用が必要となる。 ②フロートバルブを適当に設けることによってクローズドタイプよりも低圧管の使用が可能となる。
スタンド	①一方向の傾斜に沿った配管では、スタンド間隔を短くしなければならないので、スタンドの数が多くなる。	①スタンドがないので、これに要する経費は不要である。	①管体の耐圧強度の範囲内でフロートバルブを設ければよく、傾斜地といえどもオープンタイプよりスタンドの数が少なくすむ。
放水施設	①断面変化点（分水点）には、必ず放水施設を必要とする。	①断面変化点（分水点）に放水施設を必要としない。	①フロートバルブ位置に余水吐をできるだけ設けた方がよい。 ②最末端を河川等に連絡しておく必要はないので、オープンタイプより放水施設費は少なくなる。
水管理損失	①水管理損失は、開水路と同様大きい。 ②必要に応じて調整池等を設けて無効放流を防ぐ方を講じる。（特に 24 時間かんがいを行わない畑地かんがいの場合など）	①水管理損失は少ない。	①水管理損失は少ない。

2.2.3 水圧からの分類（水圧区分）

水圧区分は、送水系パイプラインと配水系パイプラインのそれぞれについて、表-2.2.2 に示すように区分する。

なお、本技術書は、運用 2-1 に規定するように、使用静水頭 100m未満、口径 3,000mm 以下の管路を対象としている。したがって、この規定を超えるパイプラインについては、地域の実情を考慮の上、継手の機能検討、水理特性の点検、とう性管の管厚計算、耐震設計、制水弁、空気弁等の機器類の選定に特に注意することが必要である。

表-2.2.2 水圧区分

区 分	高压パイプライン	低压パイプライン
送水系パイプライン	送水系では、パイプラインに作用する最大使用静水頭が 100m以上のものを高压パイプラインとする。	送水系では、パイプラインに作用する最大使用静水頭が 100m未満のものを低压パイプラインとする。
配水系パイプライン	配水系では、末端給水栓（散水栓）で、おおむね 0.15MPa 以上の水圧を必要とする、主として畑地かんがい用いるものを高压パイプラインとする。	配水系では、末端給水栓の必要水圧が小さい、（おおむね 0.15MPa 未満）主として水田かんがい用いるものを低压パイプラインとする。

2.2.4 配管上の分類（配管方式）

パイプラインの配管方式には、樹枝状配管と管網配管とがある。両者の模式図（例）を図-2.2.3 に、その概要を表-2.2.3 に示す。

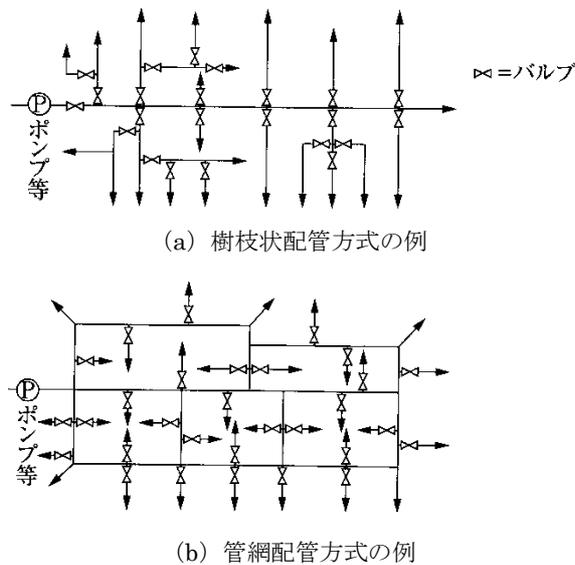


図-2.2.3 パイプラインの配管方式の分類（例）

表-2.2.3 配管方式の概要

方式区分	配管方式の概要
樹枝状配管	流路が幹線、支線及び派線と順次分岐し、水は上流から下流に向かって一定方向に流れる方式
管網配管	分岐点が網目状に連結していて、使用給水栓の位置、制御バルブの開閉等の関係により、管内の水は正逆いずれの方向にも流れ得る方式

2.2.5 送配水上の分類（送配水方式）

パイプラインの送配水方式は、**図-2.2.1**に示すように、自然圧式（自然流下式）とポンプ圧送式に大別され、さらにポンプ圧送式を配水槽式、圧力水槽式、ポンプ直送式に分類する。

パイプラインの送配水方式の概要を**表-2.2.4**に、その模式図を**図-2.2.4**に示す。

表-2.2.4 送配水方式の概要

送配水方式		送配水方式の概要
自然圧式		地形上の自然落差を利用して送配水する方法
ポンプ圧送式	配水槽式	送水あるいは配水のために必要な水頭が得られる場所に配水槽を設け、それにいったんポンプ等で揚水したのち、自然圧式で送配水する方法
	圧力水槽式	ポンプ直送の場合で、特に水撃圧防止、自動運転及び頻繁な断続運転を回避する目的で、ポンプの吐出し口近くに圧力水槽を設ける方法
	ポンプ直送式	所定の落差が地形上得られない場合や、所定の水圧が必要な場合、直接ポンプによって圧送する方法

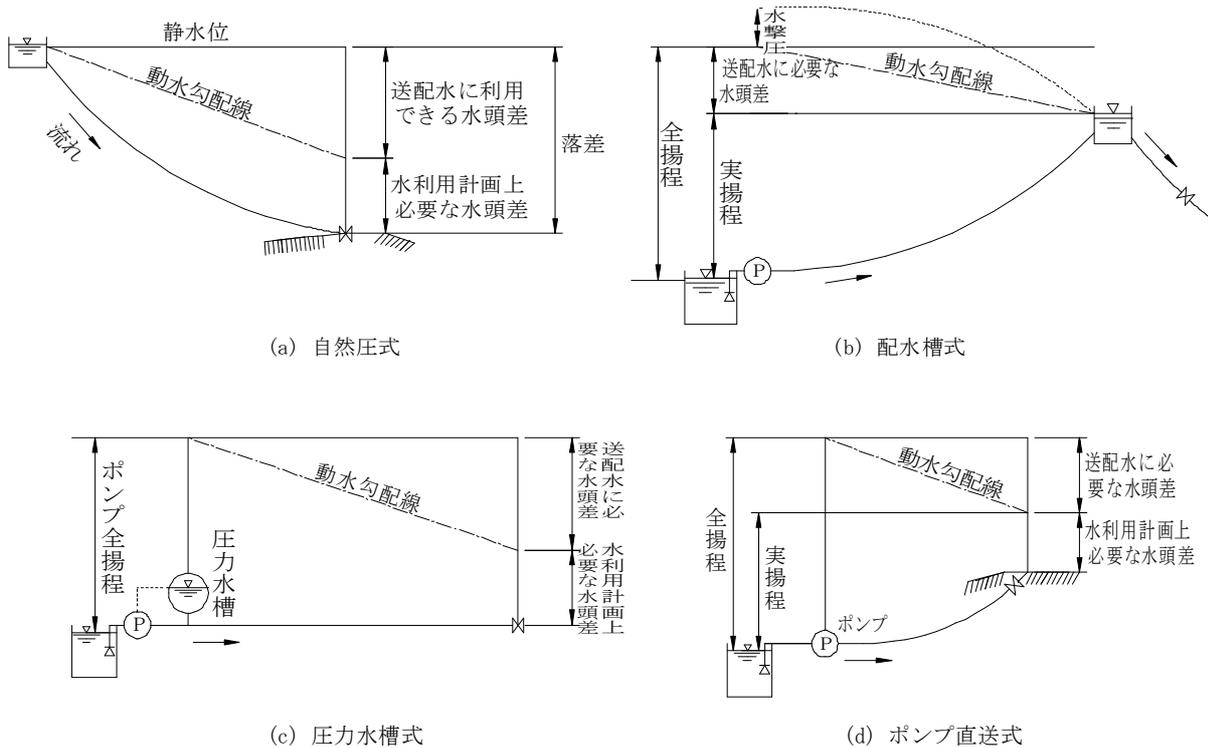


図-2.2.4 パイプラインの送配水方式の分類

2.3 水管理方式の区分

水管理の方式は、一般に需要主導型と供給主導型に区分して呼ばれることが多い。この水管理方式とパイプライン形式との間には密接な関係がある。

水管理方式の概要及びパイプライン形式との関係は、**表-2.3.1**に示すとおりである。

表-2.3.1 水管理方式の概要及びパイプライン形式との関係

水管理方式	需要主導型の水管理	供給主導型の水管理
概 要	上水道の水管理方法と同じく、需要者が必要なとき給水栓が操作され、その需要量をまかなうように給水されるもの。	水需要者がその分水希望量（例えば、半旬ごと等）を事前に管理者（供給者）に申し込み、管理者が調整の上、水配分表を作成し、申し込み量又は調整量の範囲と時期にのみ給水するもの。
パイプライン形式との関係	<ul style="list-style-type: none"> ①クローズドタイプ又はセミクローズドタイプパイプラインの大部分は、需要者主導型の水管理に対応することが可能である。 ②オープンタイプパイプラインでも、下流定値ゲート等を導入すれば、理論的には可能であるが、現実には困難と考えるよい。 ③需要量に追従して水源（ポンプ等）水量を供給できるパイプラインシステムが必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> ①オープンタイプのパイプライン（開水路系）で多く採用されている上流定値の水管理方法である。 ②クローズドタイプ又はセミクローズドタイプパイプラインでも、分水量を管理者（供給者）が遠方制御などで規制できるシステムとした場合は、供給者主導の水管理ができる。 ③管網配管内では、供給者主導の水管理は事実上困難である。

2.4 パイプラインの構成

パイプラインは、表-2.4.1 に示す施設により構成され、それらが合理的かつ有機的に組み合わせられ、一連の系として一体となってその機能を発揮するよう十分配慮されなければならない。

配置するこれら施設の規模、構造及び形式は、管理方法を見通して検討しておくことが重要である。また、将来の水需要の動向を慎重に検討し、多少の変化にも対応できるような配慮をしておくことが必要な場合もある。

表-2.4.1 パイプラインを構成する諸施設

施設名	施設の概要	具体的な施設
通水施設	パイプラインの主体をなすもので、直管、異形管、継手等からなる送配水管路である。	送配水管路（管体、異形管、継手等）
調整施設	用水の円滑な配分調整、効率的な水利用及び水路の補修、点検時における水の確保を図るため、パイプライン上の目的に応じた位置に設ける施設である。	調整池、ファームポンド等
調圧施設	分土工及び給水栓から各ほ場への給水に必要な水圧、水量を調節する施設と、パイプライン内の余剰圧力を減圧調節する施設の2種類に大別される。	①水位調節型（スタンド分土工型、バルブ調節型） ②減圧型（減圧スタンド型、減圧弁型、フロート弁型）
ポンプ施設	水源がかんがい地区より低い場合、自然圧のみでは必要な水圧が得られない場合、ポンプ施設が組入れられる。	水源ポンプ、中継ポンプ、加圧ポンプ等
分水施設	送水系パイプライン間若しくは送水系パイプラインから配水系パイプラインへと分水するためのものと、直接かんがいするものがある。前者を分土工、後者を給水栓と呼ぶ。	①スタンド型分土工 ②クローズド型分土工 ③給水栓
量水施設	対象地域の適正な配水管理のため設置される量水計及びその他の附帯施設がある。	流量計、水位計、圧力計
通気施設	管内の滞留空気の排除と通水停止時における管内への空気の吸入を目的として設ける。	通気孔、通気スタンド、空気弁、給水栓（兼用）
保護施設	パイプラインに発生する異常な圧力変動等を軽減、排除し、又はパイプラインの安全を保持するため設ける施設である。	水撃圧緩衝装置、安全弁、余水吐、排泥施設等
管理施設	用水の円滑な配分及び諸施設の維持管理を行うための施設である。	除塵施設、制水弁、マンホール、監査ます、水管理施設、管理用道路等
安全施設	水管理者及び第三者の安全を確保するためのものである。	ガードレール、フェンス、手すり、救助ロープ、梯子、階段、標識等
その他関連施設	その他パイプラインと一体的に機能しなければならない施設。	ダム、頭首工等の水源施設、水源としての河川・湖沼等の種々の関連施設