

小規模配水池の課題と対応策

オリジナル設計(株) 大沢篤郎

M町のK簡易水道事業は飲料水供給施設を統合し、二つの給水区域を1系統にする計画で認可され、水源は飲料水供給施設の深井戸に集約し、統合後の給水区域に対応できる容量の配水池を1箇所新設する計画となっている。本設計では、新設される配水池について維持管理性、施工性等を考慮した構造形式、緊急遮断弁方式等の検討を行った。検討の結果、今回の配水池は小規模かつ山中に築造する計画となっていることから、特に維持管理の容易性、省スペース化、経済性を重視し、配水池構造はステンレス鋼板製構造とし、また緊急遮断方式はサイフォン式を選定した。

Key Words : 簡易水道、小規模配水池、ステンレス配水池、緊急遮断方式

1. はじめに

現在、全国の市町村において簡易水道統合整備事業は整備期間が終盤を迎え、職員数の減少、高齢化、山奥に多々存在する施設等の維持管理の問題など、様々な制約がある中で鋭意進められてきている。M町のK簡易水道事業は飲料水供給施設を統合し、二つの給水区域を1系統とする計画で認可された。水源は飲料水供給施設の深井戸に集約し、拡張された給水区域に対応できる容量を備えた配水池（82.5 m³）を1箇所新設する計画となっている。

2. 本設計の目的

本設計の目的は給水区域の拡張により新設するK配水池について、小規模配水池であることや地域特性等を考慮し、適切な設計を行うことを目的としていた。K配水池設計における検討事項を以下に示す。

- ①機能性：必要容量の確保、自然流下による水位の確保、耐震性と災害時貯留量の確保
- ②維持管理性等：アクセス、構造形式、緊急遮断弁、滞留対策
- ③施工性：狭い進入路、山間地、施工品質の確保
- ④敷地：山間地で広い敷地が確保できないこと
- ⑤経済性：国庫補助事業としての妥当性等

・ K配水池の概要

計画給水人口：187人

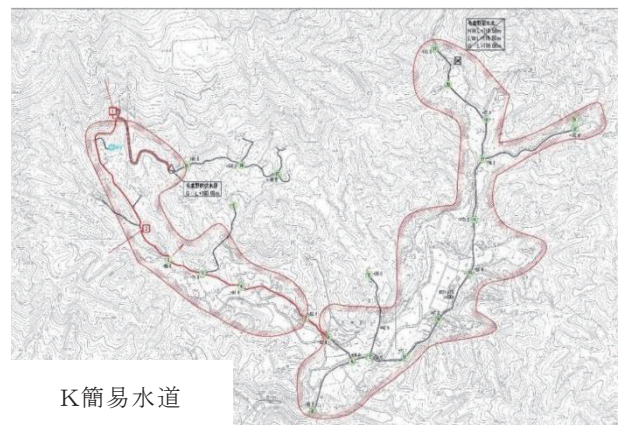
計画一日最大給水量：53 m³/日

計画一日平均給水量：38 m³/日

取水 深井戸 φ150×100m

計画取水量 100 m³/日

既設配水池：RC造 V=5.6 m³、FRP製 V=8.0 m³



K簡易水道

図-1 K簡易水道給水区域図

3. K配水池の位置条件について

K簡易水道は起伏が激しい土地にあり、各給水先の有効水頭が大きく異なっている。また既設配水池は林道を外れ、急斜面に築造されていたため、転落の危険がありアクセスが困難等の維持管理上の問題があった。そのため、K配水池の築造位置は下記に示す条件となった。

- ①既設配水池と同じく自然流下方式での配水
- ②各給水先に+20m以上の有効水頭となる標高
- ③周辺道路からK配水池へのアクセスが容易
- ④職員による維持管理が容易

以上の位置条件に留意した結果、K配水池を狭隘な土地に築造することになった。図-2にK配水池の築造位置について示す。

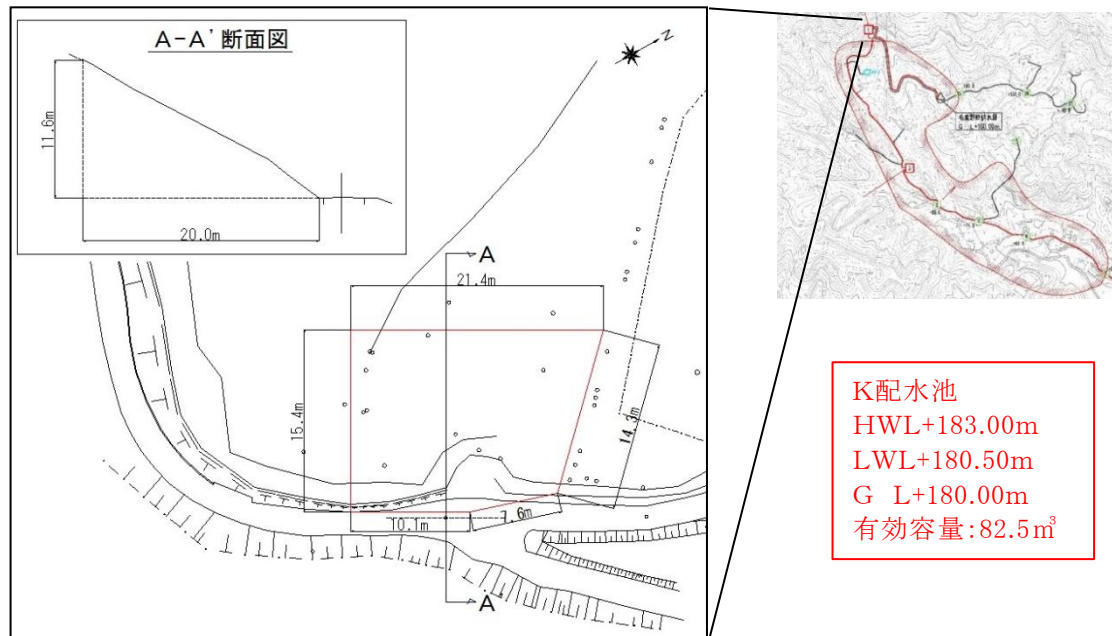


図-2 K配水池の築造位置

4. 検討事項

本設計は、第2章で示したとおり機能性や維持管理性等に留意して検討を行ったが、その中でも特に検討を要した事項について以下に示す。

- 4.1 配水池流入方式：機能性と塩素ガスへの対処
- 4.2 滞留対策：小規模配水池の滞留要因と対策
- 4.3 構造形式：築造位置の制約と施工性、維持管理性への配慮
- 4.4 緊急遮断弁：機能性や設置スペース

4.1～4.4に検討結果を示す。

4.1 配水池流入方式比較

K配水池の場合、池内への流入はポンプ圧送により行われ、漏水等が発生した場合は池内水の逆流が発生する。さらに流入水に塩素が含まれているため配水池内の塩素ガス発生が課題となる。そのため、逆流対策等の機能性や、塩素ガスの発生が最小限となるような流入方式の検討を行った。表-1 に配水池流入方式比較の検討結果を示す。

表-1 配水池流入方式の検討

	逆止弁方式	立上方式	サイフォン方式	フロート弁方式
長所	- 落下音が無い - 逆流を防止する - 塩素ガスの発生が少ない	逆流を防止する	- 落下音が無い - 逆流を防止する	- 落下音が無い - 逆流を防止する - 塩素ガスの発生が少ない - 池内で水流の拡散効果がある - 設置スペースが小さい
短所	- 弁室が必要 - スペースをとる	- 落下音が発生 - 塩素ガスが発生 - 滞留しやすい	- 塩素ガスが発生しやすい - スペースをとる	高水压に対処できない
経済性	安価	平均的	高価	安価
流入損失	逆止弁で損失大	平均的	管路が長く損失大	小さい(1cm程度)
総合評価	△	△	×	○(採用)

本設計では逆流及び塩素ガスの発生防止が可能であり、他の方式より経済的でコンパクトなフロート弁方式を採用した。

4.2 滞留対策検討

配水池の一般的な滞留対策として迂流壁等を設置する場合が多い。一方、小規模配水池は迂流壁を設置することは少なく、大規模配水池に比べて滞留時間が大きいことから、水の滞留・塩素ガスの発生、水質の悪化等への対策を検討する必要がある。本設計では滞留対策を考慮した施工性等を重視し、場内配管のレイアウトについて比較検討を行った。表-2 に滞留対策の検討結果を示す。

表-2 場内配管レイアウト案の比較

	場内配管レイアウト A案	場内配管レイアウト B案
概要	一般的な配管レイアウト・緊急遮断弁により配水池2池容量確保	滞留水対策の配管レイアウト・緊急遮断弁により配水池2池容量確保
概要図		
特徴	- 配水池2池に対して、それぞれ2本の流入管で流入し、2本の管で流出する - このため、流入管を配水池後方へ、流出管を配水池前方へ配置 1池への流入量は$Q/2$となる - 緊急遮断弁により2池容量を確保	- 配水池1池に対して、1本の流入管で流入し、連通管を経由後、もう1池へ流入する。配水池の隔壁が迂流壁の役割を果たす。このため、流入管、流出管を配水池前方へ配置 1池への流入量はQとなるため、通常にくらべて流速が早くなる - 緊急遮断弁により2池容量を確保
滞留に対して	後方から前方へと流下させるがB案にくらべて流速が小さく滞留しやすい	池内流速が早く滞留しにくい
場内配管	流入管の延長が長くなる	配管を前方に配置することで配管延長も短く、狭い箇所での施工性が良い
施工性	配管延長が長くなる分施工性に劣る	狭い敷地でも配管工事が最小限にできる
総合評価	敷地が狭い当現場の施工性で劣り、将来的な滞留水の課題に対して課題を残す	施工性、経済性、維持管理性に優れる
結果	×	○(採用)

K配水池は将来水需要の減少が見込まれることから滞留対策を重視し、さらに狭隘な土地に築造することから、省スペース化・経済性等の面でもA案より優れるB案を採用した。

4.3 構造形式選定

配水池の構造形式として、設計指針では、鉄筋コンクリート構造（RC構造）、プレストレストコンクリート構造（PC構造）、鋼板製構造、ステンレス鋼板製構造が挙げられ、また町内の施工実績としてFRP製構造がある。ここで、PC構造は小規模での施工実績が少なく2池構造が割高となること、FRP製構造は他の構造に比べて耐用年数20年程度と短いことから、本設計では検討対象外とした。構造形式の選定に際しては機能性、周辺との調和、施工性、経済性等を考慮し鉄筋コンクリート構造（RC構造）、鋼板製構造、ステンレス鋼板製構造について比較検討を行った。表-3に配水池の構造形式の検討結果を示す。

表-3 配水池構造形式の比較結果

		コンクリート系構造		鉄系構造	
		鉄筋コンクリート構造 (RC構造)		鋼板製構造	ステンレス鋼板製構造
形状		一般的に矩形		一般的に円形（矩形も可）	円形・矩形対応可
法定耐用年数		60年		45年	45年
2池構造への対応		容易		円形隔壁による2池構造等があるが、一般的に円形×2池構造が安価とされる。ただし敷地面積が広く必要	容易（矩形）
機能性	重量	壁厚が厚くなり最も重量は重くなる。		コンクリート系構造に比べて重量は大幅に軽い。	コンクリート系構造に比べ重量は大幅に軽い。
	水密性	不等沈下等によるひび割れによる漏水が発生することがある。		溶接による一体構造であり水密性は良い。	溶接による一体構造であり水密性は良い。
	流入音の遮音性	壁厚が厚く遮音性は良い。		流入音が躯体内で反響するため遮音対策が必要。	流入音が躯体内で反響するため遮音対策が必要。
	防食塗装	一般的にエポキシ樹脂塗料による内面防食塗装を行うが、鉄筋のかぶりを厚くして塗装をしない場合もある。気相部は塩素により腐食しやすい。		一般的にエポキシ樹脂塗料による内面防食塗装を行う。外面についても防食塗装が必要。気相部は塩素により腐食しやすい。	ステンレス鋼板製のため塗装不要。気層部は塩素により腐食しやすいため耐食性に優れた部材を使用する。
景観性		コンクリート打放し、化粧型枠、外壁塗装など周辺環境になじむような工夫は可能。		外壁塗装など周辺環境になじむような工夫は可能。	一般的にステンレスの素材のままの外観であり清潔感を想像させる。光沢の無い仕上げも可能。
施工性	築造箇所と規模 施工事例	地下、地上、半地下 小規模、大規模な浄水池として事例が多い。		地上 大規模配水池に事例が多い。	地上 小～大規模配水池に事例が多い。
	現場適用性	工期は要するが施工スペース的には問題ない。		施工スペース的に問題ない。	施工スペース的に問題ない。
	工期	5ヶ月		4ヶ月	3ヶ月
経済性 (概算)	イニシャルコスト 35㎡×2池	矩形2池 11,000千円		矩形2池 14,000千円	矩形2池 17,000千円
	ランニングコスト (60年間)	塗装塗り替え2回、ひび割れ補修 8,500千円		塗装塗り替え3回 7,000千円	清掃のみ 5回 2,000千円
	トータルコスト	19,500千円		21,000千円	19,000千円
維持管理性		ひび割れ補修、防食塗装塗り替えなど定期的に行う必要がある。		防食塗装塗り替えを定期的に行う必要がある。	清掃のみであり維持管理の負担はほとんどない。
総合評価		機能性 △ 景観 ○ 施工性 △ 経済性 △ 維持管理性 × 総合評価 △		機能性 ○ (要遮音対策) 景観 ○ 施工性 ○ 経済性 △ 維持管理性 × 総合評価 △	機能性 ○ (要遮音対策) 景観 ○ 施工性 ○ 経済性 ○ 維持管理性 ○ 総合評価 ○ 【採用】

K配水池は山の中腹に築造するため、工事における資材搬入や重機等の進入路の確保などの施工性と、メンテナンスが最小限となることを重視し、さらに経済性を含んで総合的に考慮した結果、ステンレス製構造を採用した。

4. 4 緊急遮断弁方式比較

設計指針では「災害時の飲料水を貯留するための緊急遮断弁を設置することが望ましい」と示されており、K配水池においても、緊急時に必要な水量を確保するために、緊急遮断弁を設置することとした。表-4、表-5 に検討の結果を示す。

表-4 緊急遮断弁方式の検討（1 / 2）

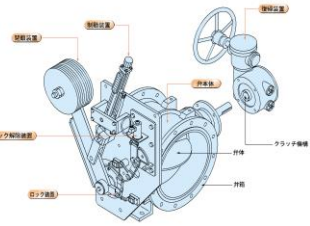
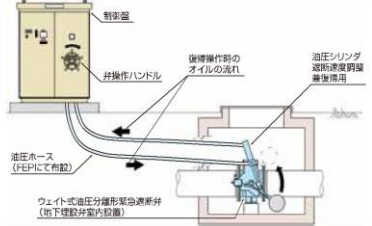
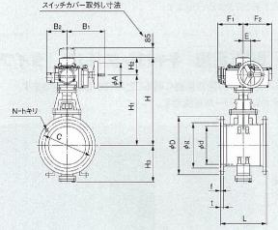
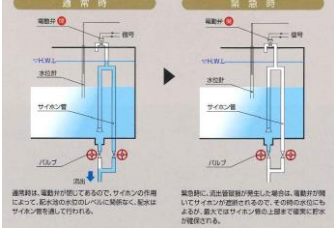
	ウエイト式	
	機械直動形	油圧分離形
概要	バタフライ弁を重り（ウエイト）の落下により閉止する	バタフライ弁を重り（ウエイト）の落下により閉止する
概要図		
特徴	・ウエイト自重により閉止する ・ウエイトを電磁ロックにより保持 ・電磁ロックには電源が必要	・ウエイト自重により閉止する ・ウエイトを油圧シリンダによりロック ・電動復帰も可能であり、電源が必要 ・地上部より手動復帰が可能
設置スペース	弁室の大きさが最も大きい	機械直動形に比べて小さくすむ
点検	定期的な動作点検が必要	地上部から操作するため点検が容易
課題	ロック部が錆びついて動作しない事例あり、水没時動作不能となる	油圧部品の交換が定期的に必要な
閉止指令	過流量・地震計 AND/OR	過流量・地震計 AND/OR
耐用年数	本体 24～30年，制御盤 15～20年 減速機等 10～15年	本体 24～30年，制御盤 15～20年 油圧ユニット 25年，油圧部品 10～15年
イニシャルコスト	12,000千円	12,400千円
ランニングコスト 50年	21,800千円	20,800千円
トータルコスト	33,800千円	33,200千円
経済性	×	×
維持管理性	△	○
省スペース	×	×
総合評価	×	△

表-5 緊急遮断弁方式の検討（2 / 2）

	電動弁式	サイフォン式
	電動バタフライ弁により閉止する	サイフォン管ブレイクにより遮水する
概要		
概要図		
特徴	・電動弁により開閉する ・緊急遮断弁用のため省電力（一次圧10m程度まで）	・サイフォン作用で通常時は配水し、緊急時にサイフォン上部の電動弁が開き、エアを吸入してサイフォンが壊され、流水が遮断される。
設置スペース	弁室の大きさは小さくすむ	弁室不要
点検	電動弁のため動作点検が容易	電動弁のため動作点検が容易
課題	水没時動作不能となる	確保できる容量は有効水深の8～9割程度となる 電動弁の交換が必要
閉止指令	過流量・地震計 AND/OR	過流量・地震計 AND/OR
耐用年数	本体 24～30年，制御盤 15～20年，減速機等 10～15年	サイフォン管（ステンレス） 50年，制御盤 15～20年，電動弁 6年
イニシャルコスト	9,500千円	5,500千円
ランニングコスト 50年	16,450千円	8,540千円
トータルコスト	25,950千円	14,040千円
経済性	×	○
維持管理性	○	△
省スペース	△	○
総合評価	△	○（採用）

緊急遮断弁は、設置箇所が狭隘な土地となっているため施工性や設置スペースを重視し、省スペース化が図れ、維持管理においても小さな電動弁と制御盤のみと最小限の機器更新で済むサイフォン式を採用した。

5. 検討結果

K配水池新設における検討結果を下記に示す。

- ①配水池流入方式：逆流対策、塩素ガス対策観点からフロート弁方式を採用
- ②滞留対策：水需要の減少、設置スペースの観点からB案を採用
- ③構造形式：施工性、維持管理性の観点からステンレス鋼板製構造を採用
- ④緊急遮断弁：設置スペース、最小限の機器更新の観点からサイフォン式を採用

6. 考察

本設計で検討を行った結果、維持管理の容易性、施工性や経済性の観点から、ステンレス製配水池を選定し、付帯する設備を含めて維持管理の最小化を図った。小規模配水池において、今まで数多くのRC配水池が築造されてきたが、山中にあるRC配水池の修復や漏水の発見が困難であるため維持管理性の面で大きな課題を抱えている。ステンレス鋼板製構造は、耐食性があり、水密性がよいことから機能性と維持管理性に優れ、施工スペースが狭い小規模な配水池にも対応可能であり、万が一漏水があっても発見しやすく対処も容易である。施工条件や規模によってステンレス構造、RC構造等それぞれにメリット・デメリットはあるが、今後の中小水道事業体が少ない職員で維持管理を行うことを考えると、維持管理を最小化にできるステンレス鋼板製構造配水池は時代に即した構造形式の一つと考えられる。

7. おわりに

本設計では、小規模な配水池にステンレス鋼板製構造を採用したが、ステンレス鋼板製構造水槽としては、16,000 m³の日本最大の配水池を始め、仮設配水池 300 m³（仮設としては国内最大級）、高架水槽 4,000 m³（国内最大級）、応急給水タンク、震災対策用貯水槽など、規模に応じて様々な事例があり、ステンレス構造は幅広く活用されていると言える。本設計の事例では、山間部における築造箇所の問題から施工性や維持管理性を重視した検討を行ったが、都市部における大規模配水池においては、他の構造に比べて有利な躯体重量、増設や拡張性、景観性等様々な観点から検討を行い、最適な構造形式を提案していくことが重要になると考えられる。

参考文献

水道施設設計指針 2012（日本水道協会、平成 24 年発行）