

## 陸上自衛隊の活動を支える「浄水セット・逆浸透2型」の開発

陸上自衛隊では、有事の際の隊員の生活用水の確保のため、河川水や湖沼水などの自然水を浄化し飲料水として供給する「浄水セット・逆浸透型」と呼ばれる車載式の浄水装置を保有しています。

近年では有事の際のみならず、PKOなどの国際平和活動や東日本大震災などの災害復興支援などでも、隊員の生活用水や被災者が利用する風呂の水などに使われ、今後も活躍が期待される装置です。

### 浄水セット・逆浸透2型開発の経緯

従来の浄水セット・逆浸透型は、河川水や湖沼水などのいわゆる淡水しか浄化することができず、近年問題となっている島嶼（とうしょ）部の防衛力強化や、災害時には土砂の流入により河川水が原水として使用できないなどの問題を受け、海水も浄化できる新たな浄水セットの開発が望まれていました。

そうした背景のもと、2010年に浄水セット・逆浸透型の後継機種の開発機の入札が行われ、NECファシリティーズがその開発機を落札し、製作期間約9カ月の間、試行錯誤を繰り返しつつ、無事納入しました。開発機納入後は陸上自衛隊による厳しい試験が実施され、その性能が認められ量産化が決定しました。そして2013年に量産型となる「浄水セット・逆浸透2型」の入札が行われ、開発機に続いてNECファシリティーズが落札し、量産機1号機を2014年に納品しました。

### 浄水セット・逆浸透2型のシステム

浄水セット・逆浸透2型は、図1に示すとおり陸上自衛隊が所有する3.5tトラックの荷台に、浄水装置の運転に必要な電気を供給する「発電機」と、河川水や海水などの原水を飲料水に浄化する「浄水装

置」を固定したものです。

浄水装置は、原水中の濁質を除去する「前処理ろ過器」と、溶解性成分を除去する「逆浸透ろ過器」で構成されており、その主要技術はNECファシリティーズがNECなどの電子デバイス業界で培った純水製造技術を応用したものです。そのフローを図2に示します。

### 陸上自衛隊からの厳しい要求に対応する技術

浄水セット・逆浸透2型には、有事での使用を想定した非常に厳しい要求がありました。

#### (1) 浄水性能と重量

陸上自衛隊が活動する場所には制限が無いため、河川や海のみならず、ヘドロが堆積した沼地や汚染された水からも飲料水を得られるよう要求がありました。更には、トラックに搭載する浄水装置の重量は発電機も含めて3.5t以下という条件もあり、装置の設計は小型かつ軽量で高性能を目指す必要がありました。

溶解性物質を除去する技術はトラックに搭載する以



図1 浄水セット・逆浸透2型

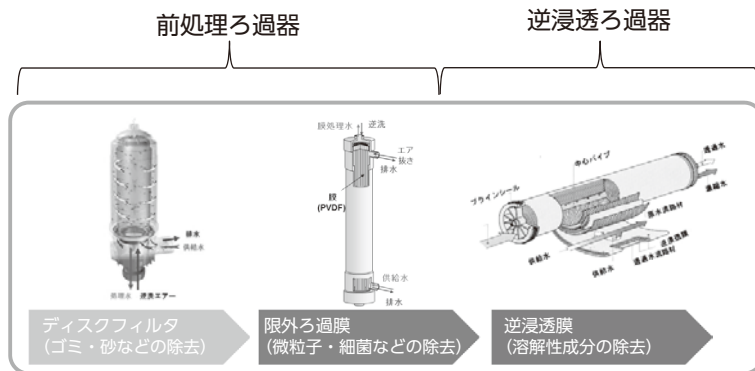


図2 浄水装置による浄水フロー

上、小型・軽量でなおかつ除去性能の良いものに限られるため、「逆浸透ろ過膜」を採用しました。

逆浸透ろ過膜の技術は日東電工株式会社、東レ株式会社といった日本国内の膜メーカーが非常に高い技術力を持っており、海外においても高いシェアを誇っています。こうした国内メーカーのほか逆浸透ろ過膜を扱う海外メーカーも含めた各社製品を検証し、除去性能、透過水量、価格などを比較して、最適な膜を選定しました。

また、逆浸透ろ過膜は溶解性成分まで除去できる反面、非常に汚れやすく少しの濁質が混入するだけで目詰まりを起こしてしまいます。そのため、逆浸透ろ過膜を長持ちさせ、最大限の性能を発揮させるためには、前処理装置の選定が非常に重要でした。今回は0.01 $\mu$ mという非常に細かい細孔を持つ「限外ろ過膜」を採用しました。これにより、濁質のみならず細菌まで除去し、風呂などの生活用水の場合は、限外ろ過膜を通すだけで使用できるようにしました（淡水を原水とした場合のみ）。

最も苦労したのが、限外ろ過膜の前処理装置です。陸上自衛隊の要求では原水の濁度（濁質量を表す指標）濃度が200mg/l以上とされており、この水をそのまま限外ろ過膜に通すと、負荷が大きすぎて限外ろ過膜が目詰まりを起こしてしまいます。そのため、事前に高濁質の粗取りを行う必要があります。しかし、従来の一般的な濁質除去装置は大型で、材質が鉄やステンレスのため重量も重く、今回の浄水セットの構成としては使用できませんでした。そこで限外ろ過膜の前処理となりうる装置を調査し、「ディスクフィルタ」と呼ばれる樹脂製の小型かつ高性能のろ過装置を選定しました。実証試験を経てその性能を確認し、限外ろ過膜の前処理装置として採用しました。

このように装置の小型・軽量化を進めましたが、それでも3.5t以下という重量の制限は非常に厳しく、ボルト1本、ナット1本まで重量を計算してシミュレーションを行うことで、要件を満たすことができました。

## (2) 耐環境性

前述のように、浄水セット・逆浸透2型はあらゆる場所での使用を想定しているため、非常に高い耐環境を求められます。その中でも最も厳しいのが使用温度条件であり、外気温-30 $^{\circ}$ C~60 $^{\circ}$ Cでも運転が可能という要求があります。一般的に機器メーカーが推奨する外気温には「保管温度」と「使用温度」があり、保管温度は-30 $^{\circ}$ Cレベルまで保証しているものの、使用温度については多くが0 $^{\circ}$ C以上とされています。そのため、浄水装置を運転する前に装置周辺の

温度を0 $^{\circ}$ C以上まで上げる必要がありました。浄水装置を搭載しているトラックには幌が付いており、幌を閉めると密閉空間となるため、温風機などの暖房機器を搭載して温めることで装置周辺の温度を上げることができました。

今回、一番の問題となったのが、装置の配管内に溜まる水が凍結することでした。一度凍った水を溶解させるには、非常に高いカロリーと時間が必要となるため、可能な限り配管内の残水を減らす必要があります。浄水装置は構造上、配管が複雑に入り組む形状となり、また、10mm、20mm程度の細い配管も多いため凍りやすい構成となっています。配管の形状を考慮しながら適切な個所に液抜きバルブを設け、かつ、短時間で的確に水を抜けるよう、圧空を用いて残水を吹き飛ばす機能を設けるなど工夫を行いました。また、残水があると装置の重量にも影響が出るため、残水チェックを実施しながら液抜きバルブの場所を変更するなど改良を重ねました。

## (3) 耐強度性

浄水セット・逆浸透2型の浄水装置部は、3分割できるようにになっています。その理由はトラックが辿りつけないような山間部などでの使用を想定し、ヘリコプターで運搬できるようにするためです。そのため、ヘリコプターが浮き上がる瞬間の最大重力加速度である3Gに耐えうる強度が求められました。前述の装置重量の制限もあるため、可能な限り補強を少なくしながらも強度を保てるよう、装置のフレーム設計には3次元解析による強度計算を用いて必要な補強位置を決定しました。その強度解析の一例を図3に示します。

更に、陸上自衛隊の試験では実際にヘリコプターによる輸送試験を行い、問題がないかを確認しました。その輸送試験の一例を写真に示します。

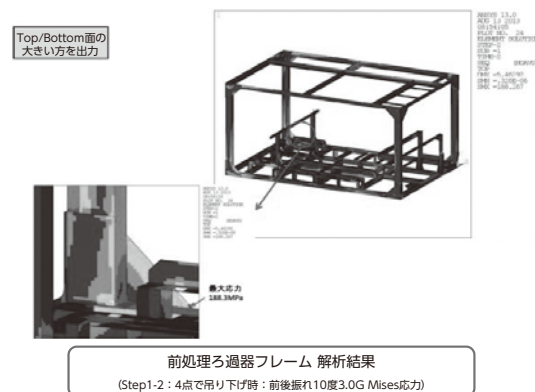


図3 フレーム強度解析



**写真 陸上自衛隊によるヘリコプター輸送試験**

### **浄水セット・逆浸透2型の更なる改良へ向けて**

上記でご紹介した取り組みはほんの一部であり、量産機の納入までの道のりは非常に険しいものでしたが、全社一丸となってこのプロジェクトに取り組み、陸上自衛隊と協議を重ねて作り上げた結果、満足いただける装置が開発できました。今後は実配備され、実際の運用で出てくる改善要望などに応えながら、この浄水セット・逆浸透2型をより良い形に改良し、世界でもNo.1を目指したいと思えます。

# NEC技報のご案内

NEC技報の論文をご覧くださいありがとうございます。  
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご一読ください。

## NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

## Vol.67 No.1 社会の安全・安心を支えるパブリックソリューション特集

社会の安全・安心を支えるパブリックソリューション特集によせて  
NECが目指すパブリックソリューションの全体像  
NECのパブリックセーフティへの取り組み

### ◆ 特集論文

#### 効率・公平な暮らし

マイナンバー制度で実現される新しいサービス  
ワールドカップを支えた「NECのスタジアム・ソリューション」  
魅力あふれるフライトインフォメーションシステムの実現  
駅の新サービス実現を加速するSDNソリューション  
マルチデバイス対応テレビ電話通訳の通訳クラウドサービス  
カラーユニバーサルデザインを採用した使いやすいスマートフォン向けネットバンキングサービス  
安全・安心を実現する世界一の顔認証技術  
顔認証製品と社会ソリューションでの活用

#### 安全・安心な暮らし

ICTを活用したヘルスケアへの取り組み  
組織間の安全な情報共有を実現する「MAG1C」の情報ガバナンスソリューション  
「MAG1C」における大規模メディア解析及び共有デジタルサイネージ機能  
シンガポールにおけるより安全な都市「セーフター・シティ」の構築  
アルゼンチン ティグレ市の未来を守るビデオ解析ソリューション  
群衆行動解析技術を用いた混雑推定システム  
音声・音響分析技術とパブリックソリューションへの応用  
昼夜を問わず24時間監視を実現する高感度カメラ  
人命救助を支援するイメージソリューション  
Emergency Mobile Radio Network based on Software-Defined Radio

#### 重要インフラの安全・安心

新幹線の安全・安定輸送を支える情報制御監視システム  
水資源の有効利用をICTで実現するスマートウォーターマネジメント技術の研究開発  
センサとICTを融合させた漏水監視サービス  
沿海域の重要施設へ接近する不審対象を監視する港湾監視システム  
インバリアント解析技術(SIAT)を用いたプラント故障予兆監視システム  
赤外線カメラの画像処理技術と応用例  
高度化するサイバー攻撃への取り組み「サイバーセキュリティ・ファクトリー」

#### 社会の安全・安心を支える先端技術

国家基盤を支える指紋認証の高速高精度化技術  
次世代放送を支える超高精細映像圧縮技術とリアルタイム4K映像圧縮装置

### ◆ NEC Information

#### NEWS

NEC「衛星インテグレーションセンター」の稼働を開始  
陸上自衛隊の活動を支援する「浄水セット・逆浸透2型」の開発



Vol.67 No.1  
(2014年11月)

特集TOP