管路システム全体の強靱化実現を

対談 ～耐震化の“盲点”解消に向けて～

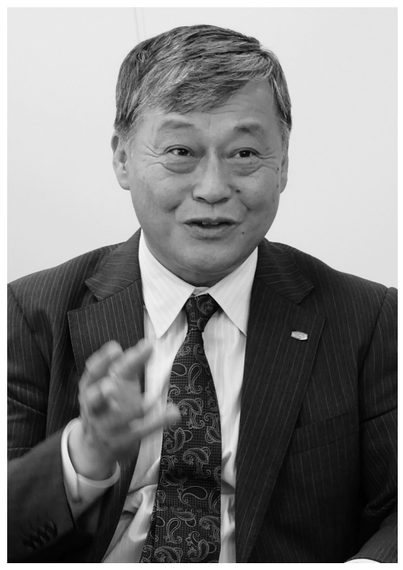
㈱清水合金製作所は４月、新製品『耐震補修弁』および『可とう式ポリパイソフト』の販売を開始した。大規模地震対策として管路の耐震化を進める際、従来は“盲点”となっていた脆弱性を解消できる画期的製品として注目を集めている。そこで本紙は、宮島昌克・金沢大学教授と和田正憲・同社社長による対談特集を企画。両製品の特長や、管路システム全体の強靱化を実現する管路網の整備のあり方などについて語り合って頂いた。（**大阪新聞部・長尾秀基**）

出席者

金沢大学教授　**宮島　昌克氏**

㈱清水合金製作所　代表取締役社長　**和田　正憲氏**

宮島教授


和田社長

和田社長　本日は金沢から遠路、彦根までご足労頂き、ありがとうございます。ライフライン地震工学、都市防災工学の第一人者である宮島先生と対談させて頂けることを楽しみにしておりました。当社が今春発売した耐震補修弁および可とう式ポリパイソフトは、管路の耐震化を進める上で「盲点」となっていた部分の脆弱性を克服するものですが、管路システム全体の強靱化のあり方について先生と語らう中で、お客様により安心して採用頂くための試験方法ですとか、今後の技術開発の方向性などのヒントが見つかればと考えております。本日はよろしくお願い致します。

宮島教授　こちらこそよろしくお願い致します。管路網としての強靱化を考えると、管路だけではなく、付属具類の脆弱性にも注目すべきという議論が水道界で起こり始めており、当研究室でも研究を進めているところです。清水合金さんの新製品は、まさにタイムリーなものであるという印象が強く、有意義な語らいになるのではと期待しています。

新製品開発と旧製品対応を両立

和田　まずは清水合金の会社概要について紹介を致します。彦根のバルブ産業は20社ほどのブランドメーカーと、それを支える協力会社32社が集積する一大地場産業となっています。当地域の水道用バルブの出荷台数は、全国の水道用バルブの56・3％のシェアとなります。

当社は昭和22年に清水合金鋳造所として創業し、彦根地域におけるバルブ産業発展とともに成長してきました。平成7年にはキッツグループに入り、水道メーターから二次側をキッツ、一次側は当社という形で棲み分けしています。主要製品の仕切弁や補修弁、空気弁などの水道用バルブは売上の約85％を占め、日水協検査台数は業界トップを維持しています。

また、昭和56年には旧西ドイツのポップアンドロイター社と技術提携を結び、ソフトシール弁の国産化をいち早く実現しました。以来、粉体塗装や耐塩素性ゴムなどのコアの製造技術や新技術開発に着々と取り組んでいます。過去3年以内に新開発または改良した製品が売上高に占める割合は、3年連続で目標の30％を超えています。

近年はトヨタのかんばん方式をベースにした生産体制『SPS（清水合金製作所生産方式）』を導入しています。受注から納品までの各工程における停滞や無駄を徹底的に排除するなど、生産技術と生産システムの高度化に取り組むもので、水道界のニーズに合致する生産方式であると自負しています。

水道向けの製品、特にバルブは口径や挿し口の種類が多く、製品数は非常に多い特徴があります。一方、水道事業の成熟化に伴い、受注量のボリュームは縮小傾向です。経営効率化を優先するなら製品数を絞ることを考えるわけですが、弊社はライフラインを支える社会的責任を全うするため、多品種少量生産が求められる市場環境に正面から取り組んでいます。極端な話、一カ所の事業体から求められるレアな製品であっても、何とかお届けしたい。そのために〝一個流し生産〟技術を極めており、その結果がSPSなのです。

宮島先生には対談に先立ち、工場で製造現場を視察して頂きましたので、企業概要と併せて印象を伺えますか。

宮島　多種多様な水道事業体のニーズに対応できる、非常に合理的な生産システムが存在する点にまず驚きました。工場では生産ラインに多彩な製品のパーツが流れ、トレーサビリティも確保することで、良い製品を着実に出荷できる。高度な生産管理体制を導入する動機は、現在の市場環境を前提とした事業体の要請に応えるためであるという点に感動しました。

新製品の売上比率30％以上と伺いましたが、最先端の製品開発を追求される一方で、既存製品の部品在庫にも注意を払われている。維持管理の時代に何が求められるのかを明確に把握し、突き詰めて対応されているところも、バルブのリーディングカンパニーたる所以だと思います。

多品種少量生産の技術極める

付属具類が耐震管路の脆弱部に

和田　それでは、管路の耐震化、レジリエンスに関する課題に移りたいと思います。管路の強靱化について考えるとき、2つの視点で考える必要があります。まずは耐震化に対応する製品で管路網そのものを強靱化する取り組みでは、SPSが早期復旧にも寄与できる生産体制として機能しており、被害を受けた管路システムを構成する多様な付属具類をいち早く供給できる体制を構築しています。

宮島　耐震継手管は過去の大地震で破断被害をほとんど受けず、高い信頼性を示す実績が積み上がっていますが、それはあくまで管路に限った話です。和田社長も先ほど仰いましたが、管路網には弁類をはじめとする様々な付属具類があります。それらの耐震性が不十分な場合、災害時はそこが弱点となり被害が発生することになります。

兵庫県南部地震や東日本大震災の際も、弁室に設置されたバルブ類やフランジ継手部の破損による漏水事故が多く発生しました。管路だけ強靱化しても不十分であり、抜本的な解決にはなりま

独自生産方式で事業体ニーズに対応…和田

付属具類耐震化で脆弱部解消を…宮島

維持管理時代の製造極める先進企業…宮島

努力に生きがい感じる〝匠〟の集団…和田

耐震ダク管同等の耐震性有する『耐震補修弁』

和田　管路網の強靱化に大きく貢献する製品として、まずは耐震補修弁を紹介します。両地震の被害調査では、管路以外の付属設備でも多くの被害が報告されました。地盤と管路の相対変位が生じ、バルブ本体およびフランジ部が弁室の室壁に衝突した反力で損傷したことが主な原因と考えられており、ボール形補修弁にこうした反力を吸収するための伸縮可とう構造を搭載しました。耐震型のダクタイル鉄管と同じく4度の可とう角を持ち、T字管とのフランジ接合部、および補修弁の上に接続する弁類にかかる反力を吸収します。

実験段階では弁筐に衝突させて8度まで可とうしても漏水や抜けはなく、問題なく機能することを確認しています。

こうした耐震性能を満足させることは当然として、従来製品と同じ施工性と価格を実現することを開発目標に掲げ、懸命に取り組んできました。伸縮可とう構造を持ちながら面間寸法150㍉を実現するとともに、据付けも従来同様、フランジ接合としました。設計変更や積算変更、さらには現場での工数変更も不要です。ですから、お客さまは補修弁の発注仕様書に「耐震機能付き」という言葉を入れて頂くだけで耐震化が可能となります。

〝従来製品と同じ〟という点にこだわる理由は、維持管理の時代に求められる製品とは何かという問題意識に直結します。日本の管路システムはすでに完成されており、現場の多様な制約条件を前提とした仕様が規定されています。こうした制約を考慮せず、新たな接合方法や面間寸法、価格の製品を採用頂き、ゼロから耐震化をやり直すのは現実的に難しい。

地震対策は水道界全体の喫緊の課題ですから、少しでも早く導入頂けるよう式継手部内のボールとともに管も360度回転しますし、上下左右15度の範囲であれば、どの角度でも問題なく可とうします。設置場所として主に想定しているのは、液状化の発生が想定されている地域や異なる路線の合流点などです。管を片側から順番に接合する場面では容易に芯出しできますが、最終的に既設管路に接続する際にねじれが生じやすくなります。

脆弱部敢えて残すべきか

宮島　痒いところに手が届く多様な製品を頑張って開発されていますね。では、管路の耐震化に向けた今後の製品開発の方向性についてお願いします。

和田　耐震化製品を開発する際に悩ましいのは、一口に〝耐震〟と言っても、振動周波数や衝撃など、考慮すべき要素が複合的に重なっていることです。1つの要素を克服すると、別の要素が駄目になってしまうこともあります。直下型地震や長周期地震など、多様な条件全てに対応することが求められており、開発段階において苦労する部分でもありますが、製品の形できっちり答えを出す企業であり続けたいと考えています。

一方、地震時には敢えて空気弁内のフロートにウォーターハンマーによる衝撃を集中させ、管路全体を守る考え方もあります。誤解が生じやすい難しい議論です。

宮島　空気弁が潰れることで給配水管が耐えられたという話は過去の大地震の際もよく耳にしました。いわゆる『ヒューズ論』ですね。ヒューズが飛ぶから主要機器が守られる。橋梁の橋桁を支える支承が壊れることで、橋桁そのものは損壊しないといった事例もあります。しかし、ヒューズであっても壊れないヒューズの方が良い。なおかつシステム全体として耐えられる方が好ましい。そのためにどうあるべきかを議論するのが次の段階だろうと思います。

私どもの研究室でも空気弁の破壊原因について研究していますが、研究が進むことで、フロートの強度設定のあり方もより明らかになるはずです。

性能規定で新製品の採用促進を

宮島　ヒト、カネ、時間を投入した集大成とも言える優れた製品ですが、新製品は一般論として、採用がなかなか進まないのが現実です。優れた新製品がより迅速に市場に投入されるためには、性能設計の議論をもう一歩進める必要があります。水道施設の〝耐震工法指針〟の改訂作業が近く始まると言われていますが、現指針では性能設計が実際の設計にまで反映されていないところもありました。管路の性能設計のあり方を考えると、管路システム全体の性能を規定する方法と、管路を構成する付属具類の性能要件まで規定する方法が考えられると思います。一方で、性能基準をクリアしていることを検証する方法も必要となります。簡単ではないのですが、水道界全体が性能規定を指向する方向で具体的に議論を進めることが重要ではないかと考えています。

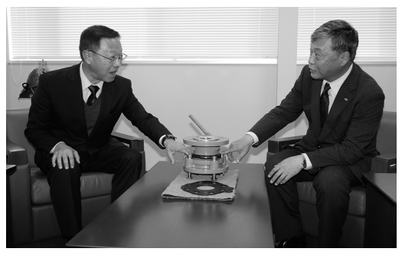
和田　先生が言われるように性能規定化の方向が望ましいですね。それに加え、災害時の応援活動を想定すると、管接合部や操作方法などのインターフェイスを共通化すべきという視点も大切です。全国から資機材を集めるにしても、規格が異なると接合できず、一切代用できない不便さは本来、BCPのあり方を考える上でも看過できない課題だろうと思います。

最低限共通化すべき点は規格化し、どのメーカーの製品でも接続と操作に互換性があり、全国から届く支援物資を迅速に応急復旧に活用できるという視点で規格を考えることが理想ですね。

和田　では、本日の対談を踏まえ、弊社にアドバイスを頂けますか。

宮島　新製品の売上比率30％以上を維持されている点が特に強く印象に残っています。頭と腕が常に動き、バルブをはじめとする多種多様な課題解決に努力を尽くされている。エンジニアの集団であり、かつ職人さんのイメージですね。管路システム全体の耐震化を進める上で、清水合金さんの企業姿勢と技術開発力をとても心強く思いました。清水合金さんとは学の立場で実験方法の助言ですとか、実施など協力できればと考えています。本日はありがとうございました。

和田　従来製品では埋められない〝隙間〟をきっちり埋めることが当社の生きる道と考えています。そうした製品は製造効率が悪く、コスト高になりがちですが、大量生産方式と同レベルの製造コストを目指し、力を尽くしています。私たちは水道界にいかに貢献できるかということを常に考えており、そのための努力に生き甲斐を感じる〝匠〟の集団です。お客様により喜んでいただける製品を提供するため、今後ともご指導のほどお願いします。


耐震補修弁は従来品と同じ施工性と価格に

配ポリ管の柔軟性に伴う〝ねじれ〟解消

和田　続いて、可とう式ポリパイソフトを紹介します。ソフトシール仕切弁と水道配水用ポリエチレン管継手を一体化した製品をポリパイソフトとして販売しています。今回は新たに、片側の継手に最大15度の可とう角に対応できる可とう継手を据えた『可とう式ポリパイソフト』を開発し、耐震補修弁と同じく4月に販売を開始しました。

これも管路網の強靱化に資する製品です。配ポリ管で施工する工事の失敗事例を確認すると、その原因の大部分が接合部の芯ズレによる融着不良です。管体そのものに柔軟性があるため、芯ズレが多少起こっても強引に接合できるのですが、融着部の継手内面と管端の接合面が不均一となり、融着不良が起こるケースが散見されます。

本製品は元々、断層や地盤変位に対応するために開発しましたが、こうした施工不良の解消にも大きく貢献します。可とう式継手部内のボールとともに管も360度回転しますし、上下左右15度の範囲であれば、どの角度でも問題なく可とうします。設置場所として主に想定しているのは、液状化の発生が想定されている地域や異なる路線の合流点などです。管を片側から順番に接合する場面では容易に芯出しできますが、最終的に既設管路に接続する際にねじれが生じやすくなります。

脆弱部敢えて残すべきか

宮島　痒いところに手が届く多様な製品を頑張って開発されていますね。では、管路の耐震化に向けた今後の製品開発の方向性についてお願いします。

和田　耐震化製品を開発する際に悩ましいのは、一口に〝耐震〟と言っても、振動周波数や衝撃など、考慮すべき要素が複合的に重なっていることです。1つの要素を克服すると、別の要素が駄目になってしまうこともあります。直下型地震や長周期地震など、多様な条件全てに対応することが求められており、開発段階において苦労する部分でもありますが、製品の形できっちり答えを出す企業であり続けたいと考えています。

一方、地震時には敢えて空気弁内のフロートにウォーターハンマーによる衝撃を集中させ、管路全体を守る考え方もあります。誤解が生じやすい難しい議論です。

宮島　空気弁が潰れることで給配水管が耐えられたという話は過去の大地震の際もよく耳にしました。いわゆる『ヒューズ論』ですね。ヒューズが飛ぶから主要機器が守られる。橋梁の橋桁を支える支承が壊れることで、橋桁そのものは損壊しないといった事例もあります。しかし、ヒューズであっても壊れないヒューズの方が良い。なおかつシステム全体として耐えられる方が好ましい。そのためにどうあるべきかを議論するのが次の段階だろうと思います。

私どもの研究室でも空気弁の破壊原因について研究していますが、研究が進むことで、フロートの強度設定のあり方もより明らかになるはずです。

性能規定で新製品の採用促進を

宮島　ヒト、カネ、時間を投入した集大成とも言える優れた製品ですが、新製品は一般論として、採用がなかなか進まないのが現実です。優れた新製品がより迅速に市場に投入されるためには、性能設計の議論をもう一歩進める必要があります。水道施設の〝耐震工法指針〟の改訂作業が近く始まると言われていますが、現指針では性能設計が実際の設計にまで反映されていないところもありました。管路の性能設計のあり方を考えると、管路システム全体の性能を規定する方法と、管路を構成する付属具類の性能要件まで規定する方法が考えられると思います。一方で、性能基準をクリアしていることを検証する方法も必要となります。簡単ではないのですが、水道界全体が性能規定を指向する方向で具体的に議論を進めることが重要ではないかと考えています。

和田　先生が言われるように性能規定化の方向が望ましいですね。それに加え、災害時の応援活動を想定すると、管接合部や操作方法などのインターフェイスを共通化すべきという視点も大切です。全国から資機材を集めるにしても、規格が異なると接合できず、一切代用できない不便さは本来、BCPのあり方を考える上でも看過できない課題だろうと思います。

最低限共通化すべき点は規格化し、どのメーカーの製品でも接続と操作に互換性があり、全国から届く支援物資を迅速に応急復旧に活用できるという視点で規格を考えることが理想ですね。

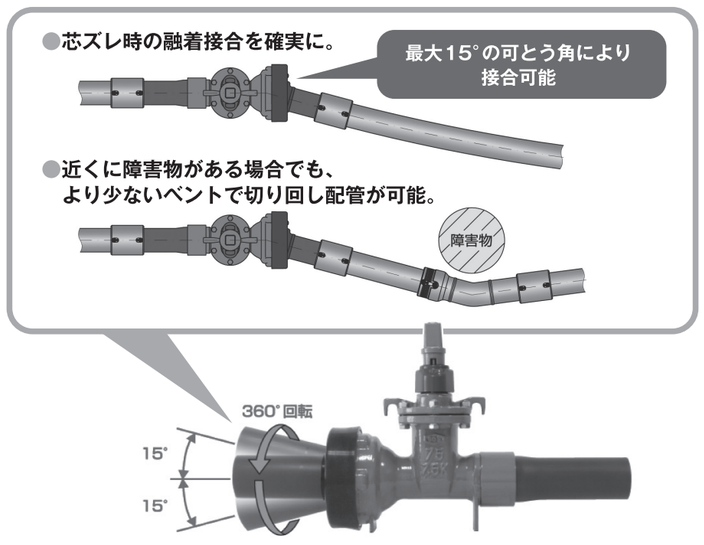
和田　では、本日の対談を踏まえ、弊社にアドバイスを頂けますか。

宮島　新製品の売上比率30％以上を維持されている点が特に強く印象に残っています。頭と腕が常に動き、バルブをはじめとする多種多様な課題解決に努力を尽くされている。エンジニアの集団であり、かつ職人さんのイメージですね。管路システム全体の耐震化を進める上で、清水合金さんの企業姿勢と技術開発力をとても心強く思いました。清水合金さんとは学の立場で実験方法の助言ですとか、実施など協力できればと考えています。本日はありがとうございました。

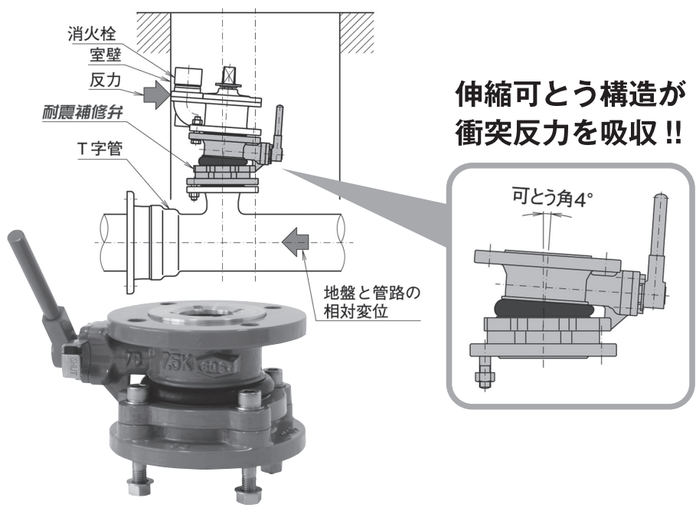
和田　従来製品では埋められない〝隙間〟をきっちり埋めることが当社の生きる道と考えています。そうした製品は製造効率が悪く、コスト高になりがちですが、大量生産方式と同レベルの製造コストを目指し、力を尽くしています。私たちは水道界にいかに貢献できるかということを常に考えており、そのための努力に生き甲斐を感じる〝匠〟の集団です。お客様により喜んでいただける製品を提供するため、今後ともご指導のほどお願いします。

可とう式 ポリパイソフト

水道用ソフトシール仕切弁　ポリエチレン管用　可とう式継手形



耐震補修弁

水道用補修弁　耐震形

地震発生時の消火栓と耐震補修弁（イメージ）