耐震補修弁で管路網の脆弱部解消

～いち早く導入した３事業体の取り組み～

特集・清水合金製作所の製品と技術

清水合金製作所の耐震補修弁は昨年4月のリリースから約1年半が経過し、現在は試験採用も含め約53事業体で導入されている。管路付属具の耐震化なくして管路システム全体の強靱化は達成しえないことが近年、水道界の共通認識として浸透しつつあり、この課題を克服できる製品・技術の登場が待望されてきた。こうした社会的責任の重さを受け止め、早期普及をプライオリティの最上位に置いたマーケティングや製品開発、営業活動などの取り組みが結実しつつあると言える。本特集では、耐震補修弁をいち早く導入した3水道事業体の担当者に経緯や印象を伺った。また、川﨑幸一・清水合金製作所取締役技術本部長に開発経緯や今後のものづくりの方向性などについてインタビューした。

多気町（三重県）

中出課長

多気町は三重県のほぼ中央、松阪市と伊勢市の中間に位置する。伊勢神宮が造営された頃から食べ物が多く採れる地域として知られ、町名は多くの気（命）を育む場所という故事に由来する。

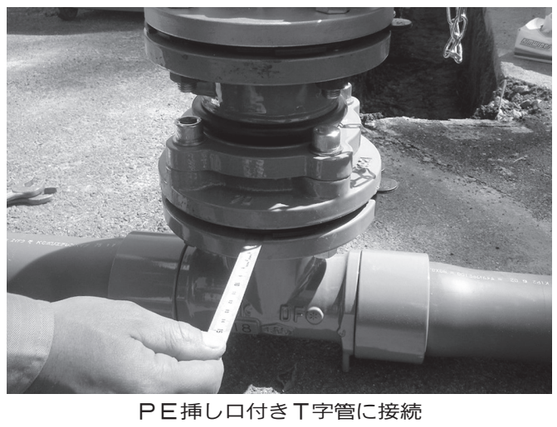
平成18年1月に旧多気町と旧勢和村が合併し、両町村にそれぞれ1つあった水道事業が統合された。給水人口1万4398人（平成30年度末現在、以下同）で、水道普及率は98・8%。1日平均配水量5318立方㍍のうち、自己水比率は44・7%。旧勢和村地域は全量、県営水道からの受水に切り替えた。

管路の総延長は23万7861㍍で、耐震化率は約14・1%。有収率は88・7%となっている。平成21年度以降、φ50以下にHPPE管、φ75以上にはGX形ダクタイル鉄管を採用し、多気地域は老朽化した配水本管、一方、送配水系統の切り替えに伴う施設整備事業が完了した勢和地域では、漏水多発地域の布設替え工事に力を入れている。

中出賢一・多気町上下水道課長は「経営基盤の強化に取り組むとともに、大規模地震などの自然災害に強いレジリエントな水道システムの構築を目指しています。そのため、水道関連企業が開発した意欲的な新製品を敬遠するのではなく、その善し悪しを正しく評価した上で、積極的に採り入れるよう課内の技術系職員に発破をかけているところです」と方針を示す。

その上で、管路の耐震化については「耐震継手管への布設替えを進めている本管に加え、バルブなどの付属具が設置される縦管部分や、一次側給水管の強靱性が発災後のレジリエンスを大きく左右するカギとなります。この課題意識を以前から持ち、対応策を模索していた時期に清水合金製作所の営業マンが来庁され、当時開発中だった耐震補修弁のコンセプトについて話を聞くことができました。まさに求めている製品であると直感し、試作品を目にする日を心待ちにしていました」と振り返る。

配水管布設工事に合わせ、全面採用


ＰＥ挿し口付きＴ字管に接続

管路強靱化へ重要なピース
マルチガスケットも併用

清水合金製作所は耐震補修弁の設置状況を再現したデモ機をキャンペーンカーに積載し、多気町でデモンストレーションを行った。「挙動を実際に確認したところ、想像以上に可とうする印象を受けました。曲げ許容角度は4度と説明を受けましたが、もっと可とうしているようにも見え、頼もしく思いました。管路付属具の耐震化を実現できると確信を持ち、販売開始とともに採用したい旨を伝えました」と高く評価する。

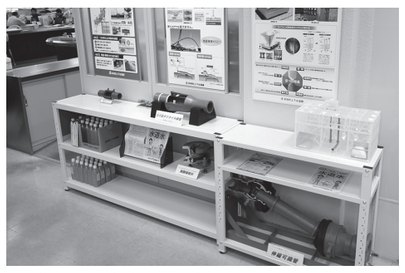
管路の新設および布設替え工事を行う際、補修弁は全て耐震補修弁で整備するとともに、T字管と耐震補修弁の間のフランジ部にはSUS製芯金入り『マルチガスケット』も併せて採用している。

「マルチガスケットとセットで整備すれば、さらに万全を期すことができます。多重防護で安全対策を講じることは、想定外を防ぐ上で重要です。後回しにせず着手すべきであると考えています」と強調する。

ただ、本採用に至る過程では課題もあった。

「土被り600㎜の浅層埋設を行う現場では従来、面間寸法100㎜の補修弁を使用してきたわけですが、耐震補修弁は150㎜です。伸縮可とう構造が内蔵されていることを考えるとコンパクトですが、その差50㎜をどう埋めるかが課題でした。その50㎜を圧縮した消火栓が清水合金さんなどの企業からリリースされ、施工が可能となりました。今後さらに、ショートタイプかつ排気弁付きの製品がリリースされることを心待ちにしています」と説明した。

管路付属具の耐震化に道筋をつけた多気町は現在、一次側の給水管の強靱化に向け検討を重ねている。「現時点で規格化されていない小口径の給水管については、耐震継手を有する管材を指定する形で独自の標準仕様〝多気町モデル〟を作る作業に取り組んでいます。管路を構成する全ての部材を耐震化できてこそ、災害に強い強靱な管路となります」とした上で「耐震補修弁がその重要なピースであることは間違いなく、上下水道課の窓口近くの棚に同製品などのカットモデルを設置し、来庁される住民の方々にご覧頂いています」と胸を張った。


強靱化に寄与する製品のカットモデルを窓口近くに展示

桜井市（奈良県）

橋本係長

桜井市は奈良県中部に位置し、現在の給水人口は約5万6000人、1日平均給水量は約1万7500立方㍍、普及率は約98・3%となっている。管路総延長は約34万6000㍍で、配水管（φ50～600）のうち、基幹管路（φ300以上）の耐震化率は26・4%となっている。

「本市は配水管の耐震管として、平成16年度以降はNS形ダクタイル鉄管、同23年度以降はφ75～400にGX形ダクタイル鉄管、φ50は水道配水用ポリエチレン管を採用してきました。29年3月に『桜井市配水管路更新計画』（以下、更新計画）を策定し、翌月から更新計画に基づき、老朽管の布設替えに伴う管路の耐震化事業を効率的かつ効果的に併進しています」と説明するのは、橋本智行・同市上下水道部上水道課係長。

更新計画では、全ての緊急輸送道路下の管路および、医療施設、指定避難所につながる管路を重要路線に設定したが、同路線の総延長が配水管延長の約20%に達したため、重要路線・準重要路線に再分類した。新たな重要路線のうち、平成29年度は透析病院に至る延長700㍍区間（φ150）、国道下の基幹管路の延長600㍍区間（φ300）をGX形ダクタイル鉄管で布設替えし、耐震化に取り組んだ。

耐震補修弁と接合した消火栓の開閉作業デモ

従来品と同価格が決め手
弁栓類も含め耐震化推進へ

「ただ、平成30年冬に清水合金製作所による耐震補修弁のデモンストレーションを見て、管路の耐震化に対する考え方を改めました。大規模地震の際には液状化や地盤起伏に伴い、耐震管に付属する消火栓・空気弁の位置がずれ、弁筐に衝突するケースが生じます。その際、負荷が一番かかるフランジ継手部が破損し、漏水する事例が多発するわけです。従来は直管のみの耐震化しか考えていませんでしたが、消火栓・空気弁も合わせた管路の耐震化を図る重要性を理解しました。そこで、フランジ継手部付近の負荷を軽減できる耐震補修弁の採用を検討し、従来の補修弁と同価格であったことが決め手となり採用しました」。

同市は昨年度、基幹管路の延長800㍍区間（φ600）に設置した空気弁3基とともに、支障移転に伴う開発工事で移設した消火栓1基の合計4カ所で耐震補修弁を初めて採用した。

Ｔ字管の上部まで埋設された現場に設置

橋本係長は「耐震補修弁を現場で設置しての第一印象は、驚いた！の一言に尽きます。というのも、耐震補修弁が有する伸縮可とう構造は、過大な曲げ荷重が加わった際に作動するものですが、消火栓のスタンドパイプを取り付けた際に多少の揺れが生じます。この点に最初は違和感を覚えました。慣れるまで多少時間がかかるかもしれませんが、良い製品であるのは間違いありません。本市ではレバー式とキャップ式の両形式を採用しましたが、施工性もよく、今後増加が予想される開発工事などで、積極的に採用していきたいと思います」と評価する。

製品への要望などについては「補修弁用フランジ補強金具の取り付けや、さらなる浅層埋設に柔軟に対応できれば、より素晴らしいですね。いずれにしても、清水合金さんには、デモンストレーションの回数をできる限り増やしてもらい、採用を検討されている事業体には機会をとらえて見学し、製品の良さを体感してほしいですね」と、期待を寄せた。

河南町（大阪府）

八田主任

河南町は大阪府の南東部に位置し、西は富田林市、東部は南北に伸びる金剛山地の稜線に沿い、奈良県葛城市および御所市に接する。古くから開けたこの地には、古墳～飛鳥時代に造営された数多くの文化財が残っている。

給水人口1万5570人（平成30年度末、以下同）で、水道普及率は99・96%。1日最大配水量5784立方㍍のうち、大阪広域水道企業団からの受水が99・5%を占める。現在は藤井寺市や大阪狭山市、熊取町とともに、令和3年4月を目標とした同企業団との統合に向け、協議、検討作業を進めている。

管路の総延長は12万2690㍍で、耐震化率は38・1%。平成17年度には75の配水本管に水道配水用ポリエチレン管、同23年度以降はNS形とK形の併用からφ75以上にGX形ダクタイル鉄管を採用し、下水管渠の布設工事などに合わせ老朽管の布設替え工事を進めている。

八田和也・河南町上下水道課主任が耐震補修弁を知ったきっかけは、昨年度、7市2町1村で構成する河南水道協議会・施設部会のメンバーとして参加した清水合金製作所本社工場の視察だった。

「数多くの製品について説明を受けるなか、特に耐震補修弁の開発コンセプトに感心しました。本管部分のみ耐震継手管で整備しても管路被害を抑えるには不十分であり、過去の大規模地震においても耐震化されていない管路付属具が脆弱部となり、漏水事故が多発しました。マンパワーが逼迫するなかで現場に駆けつけ、応急復旧工事に忙殺される事態を極力避ける必要があり、この点を耐震補修弁に期待しました」と振り返る。

従来製品と同じ手順で円滑に施工

あらゆる現場で施工可能
付属具の被災減少に期待

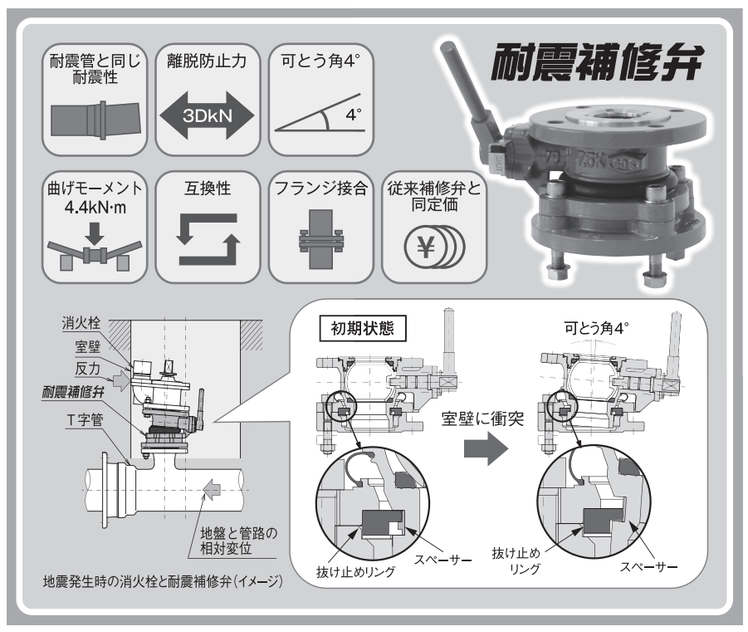
耐震補修弁の使い勝手を確認するため、今年度から試験採用を始めた。配水管の布設替え工事に合わせ、空気弁3カ所、消火栓1カ所の合計4カ所に耐震補修弁を整備した。

「町道は土被り800㎜、府道は1200㎜で、面間寸法150㎜の補修弁を従来使用してきました。耐震補修弁は伸縮可とう機構が搭載されていますが、同じ150㎜に収まっています。また、既設のT字管とはフランジで接合できるため、従来製品を置き換える形で同じ施工手順で作業を完了できます。互換性など考える必要もなく、どの現場でも適用できるのは良いですね」とした上で、

「敢えて指摘するならば、消火栓の下部に設置する際、最初は若干の違和感がありました。開栓器でキャップ部分を操作する時やスタンドパイプを設置する際、可とう部の微量の〝遊び〟が手元の揺れに繋がることがあります。機能に影響があるわけではないため、消防部局の職員と意思疎通を図ることで対応します」と続ける。

本採用に向けた検討作業は今後進められることになる。「平成19年度に開始した緊急遮断弁整備事業などで清水合金さんとは付き合いが古く、安心感もあります。今回の耐震補修弁を早い段階で試験採用した背景でもありますが、こうした良好な関係をベースに、住民からより信頼される強靱な水道施設づくりに取り組みたい」と方針を示した。

㈱清水合金製作所 取締役技術本部長 川﨑 幸一 氏に聞く



地震発生時の消火栓と耐震補修弁（イメージ）

—耐震補修弁の開発経緯をご紹介ください。

川﨑本部長　兵庫県南部地震の発生から約四半世紀が経過し、震度7クラスの巨大地震はその後6回も発生しました。兵庫県南部地震においても空気弁や消火栓、補修弁など管路付属具の破損に伴う漏水事故が多発し、管路被害全体の約2割を占めました。しかし、当時は管路の被害に注目が集まり、耐震継手管の重要性がより強く認識される契機となったことはご案内の通りです。

その後、東日本大震災や熊本地震では耐震管への布設替えが徐々に進み被害率が低下しました。一方、耐震化できない管路付属具の被害が大きくクローズアップされることとなり、熊本地震では被害全体の3割以上を占める結果となりました。

そこで平成24年、管路強靱でレジリエントな管路網を構築するには、脆弱部として残された付属具の強靱化も必要不可欠であるというコンセンサスが水道界で広く得られることとなりました。

管路網全体の耐震化に貢献
新たなニーズに応え続ける

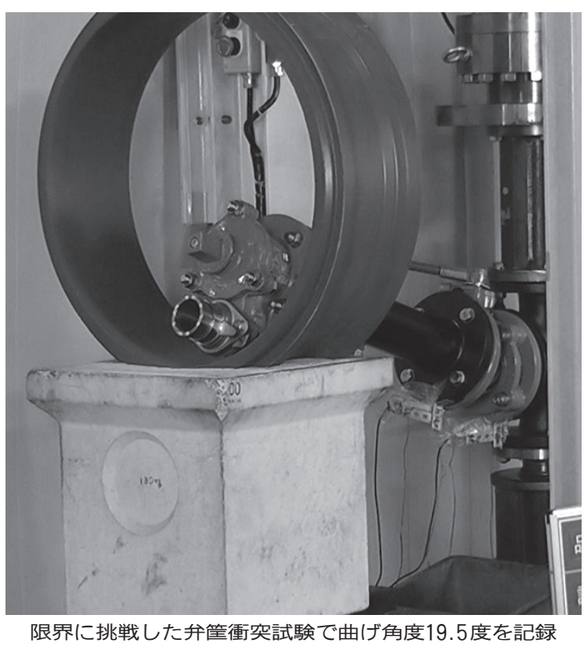
付属具の中でも特に、衝突反力による曲げモーメントが大きくかかるT字管と補修弁のフランジ接合部に注目し、耐震補修弁の設計作業に着手しました。翌年には耐震型ダクタイル鉄管のフランジレス継手でT字管と接合するプロトタイプを製作するとともに、水道事業体の細やかなニーズを把握するためのアンケート調査を実施しています。約8割の方が管路付属具の強靱化を望み、特に補修弁とT字管の接合部を課題と指摘する声が6割以上を占めたことで、強い期待と手応えを感じました。

この結果を受け、開発コンセプトがより明確になりました。少しでも早く、多くの水道事業体に普及し、管路システム全体の強靱化に役立てて頂きたい。そのため、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とし、改良作業に取り組みました。施工性に関する改良点は大きく2点で、据え付け方法を敢えて従来形と同じフランジ接合としたこと。また、伸縮可とう構造を一体化しながら面間寸法を150㎜に抑えました。

その後、耐震継手ダクタイル鉄管の耐震基準に準拠した性能試験を繰り返し実施し、曲げ許容角度4度、離脱防止力3DkN、限界曲げモーメントはφ75で4・4kN・mをクリアすることなどを確認しています。さらに、宮島昌克・金沢大学教授監修のもと、実地震波による弁筐衝突試験も行い、震度7を記録した過去の大地震にも耐え得ることを実証しました。

—耐震性能の限界は。

川﨑　耐震補修弁とSUS製芯金を内蔵したマルチガスケットを併用し、社内で弁筐衝突試験を実施しました。曲げ角度は実に19・5度に達しましたが、漏水などの異常は発生しませんでした。衝突位置から262・3㎜変位した状態です。


限界に挑戦した弁筐衝突試験で曲げ角度19.5度を記録

ただ、現在はよりハイレベルなニーズが生まれています。具体的には、耐震補修弁で漏水事故を防ぐだけではなく、全ての付属具が発災後も機能を維持できるというものです。こうしたニーズに対し、お客様目線で徹底的に作り込むスタンスで新製品開発に取り組み、期待に応え続けられる企業であり続けたい。今後も当社のSGSブランド製品にご期待ください。

—販売開始から1年余りが経過した現在の状況はいかがでしょうか。

川﨑　耐震補修弁を初めて披露した高松水道展や水道研究発表会以降、多くお問い合わせを頂きました。キャンペーンカーによるPR活動の成果もあり、現在は全国53の水道事業体で採用頂いており、一定の評価を得ていると感じています。是非とも安心してお使い頂きたいですね。

—販売開始から1年余りが経過した現在の状況はいかがでしょうか。