

ゴムスポンジとゴムチューブを用いた水中部の仮設ドライアップ工法の開発

東亜建設工業（株） 正会員 ○土屋 武史
 東亜建設工業（株） 正会員 宮沢 明良
 東亜建設工業（株） 正会員 羽瀨 貴士

1. はじめに

コンクリート製の岸壁または護岸や水中の橋脚等を補修する場合、前面や周囲に鋼矢板などを打設してドライ空間を確保する仮締切り工法か、または潜水士による水中施工のいずれかの方法で施工されるのが一般的である。しかし、鋼矢板などによる仮締切り工法では、岸壁の前面を長期間占用するため供用が長期間停止し、河川中護岸や橋脚の場合には流れを長期間阻害することにもなる。また、水中施工の場合は品質の確保、確認が難しいといった問題がある。そこで筆者らは、ゴムスポンジとゴムチューブで構成される止水材を対象構造物に密着させることで、簡単かつ短期間にドライ空間を確保できる工法の開発を目指し、止水性についての大型水槽実験および実海洋環境実験による検証を行った。

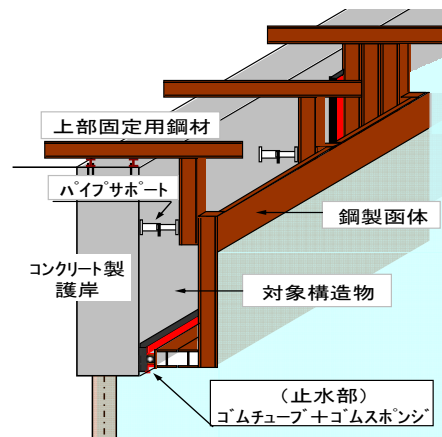


図-1 工法概要

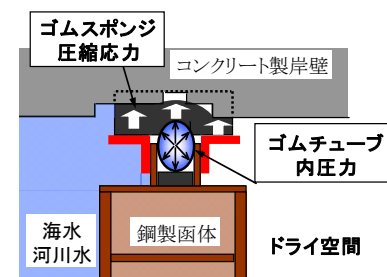


図-2 止水部詳細図

2. 本工法の概要と特徴

本工法の概要図を図-1 に、止水部の詳細図を図-2 に示す。また、表-1 にゴムスポンジとゴムチューブの仕様を示す。本工法は、ゴムスポンジとゴムチューブで構成される止水部をもつ鋼製函体を対象構造物に押付け、ゴムスポンジの圧縮応力とゴムチューブ内の圧力により、鋼製函体と対象構造物の間を止水するものである。本工法により、次の特徴を期待できるものと考えられる。①ゴムスポンジの押付けとゴムチューブの膨張により、対象構造物の凹凸に追従し、止水することができる。②函体の投入、設置、排水、空気の注入だけでドライ空間を確保できるため、設置後早期に、高い品質での施工が可能な気中状態にできる。③同じ形状の函体を転用でき大幅な経済性の向上が図れる。④ドライ空間の維持に必要なものはゴムチューブ内の空気だけであるため、CO₂の排出量も殆どなく、海水や河川への汚染もない。

表-1 ゴムスポンジ、ゴムチューブの仕様

ゴムスポンジ	EPDM系、硬度7±5度 密度0.10g/cm ³
ゴムチューブ	CR系、t=1mm φ32mm

3. 大型水槽での止水性確認実験

(1) 実験概要: 図-3 に示す側面と上面が開口となる鋼製函体(W0.6m×L1.6m×H2.0m)に、図-4 に示す止水材を配置し、大型水槽(W1.8m×L3.7m×D1.8m)内に設置することにより止水性の確認実験を行った。実験ケースは3ケースで、ケース1、2ではゴムスポンジおよびゴムチューブそれぞれの止水効果を確認し、ケース3では凹凸に対する追従性を確認するため、障害物を模擬した合板(t=12mm)を止水部に設置し止水性の確認を行った。

(2) 実験結果: ケース1は、ドライな状態の水槽内で厚さ20mmのゴムスポンジを10mmになるまで水槽側面に押付け、函体を水槽に固定してから水槽内の函体外側を水で満たした。その結果、函体内側への漏水もなくドライ状態を確保でき、ゴムスポンジの圧縮による止水効果を確認できた。ケース2ではゴムスポンジと水槽側面の間に隙間(0~8mm)を保った状態で水槽に固定し注水した。その後、ゴムチューブをφ32mmからφ58mmに膨らませて水槽

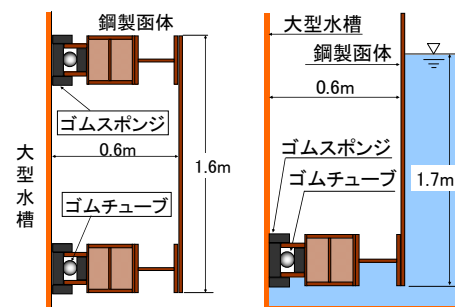


図-3 大型水槽実験平面図・断面図

側面に押付けた後、函体内側を排水した。その結果、ドライ状態を確保することができ、ゴムチューブによる止水効果を確認できた。また、図-6 に排水前後における函体と水槽側面との離隔距離の推移グラフを示す。排水後、函体外側からの水圧によりゴムスポンジが圧縮され止水効果が発揮されていることがわかる。ケース3は図-5 に示すように左右側面と底面の3ヶ所に設置された合板に対して追加スポンジを設置し、ゴムチューブをφ58 mmに膨らませた状態で函体外側から注水を行った。その結果、合板と追加スポンジの隙間から僅かな漏水(0.25ℓ/分・ヶ所)はあったものの、十分な止水性の確保と凹凸に対する追従性を確認することができた。

4. 実海洋環境での止水性確認実験

(1) 実験概要：図-7 に本実験の概要図を、図-8 に止水部を示す。ゴムスポンジの厚さは凹凸の吸収量を増やす目的で28mmとした。また図-7 に示すとおり、岸壁と函体上部を鋼材で固定した。函体下部は固定用治具で固定し、ゴムチューブに空気を注入した後、実海洋環境における止水性および凹凸に対する追従性を確認した。なお、本実験ではゴムチューブ内圧力を計測管理するために圧力計を取付け、データロガーで計測を行った。

(2) 実験結果：(ケース1) 現地コンクリート製護岸は数mmの凹凸があり、最も凹が大きい部分にゴムスポンジを密着(ゴムスポンジ厚20~27mm)させて、函体上部を鋼材で固定した。その後、下部を固定用治具で固定し、ゴムチューブ内圧力を60kPaとして行った。実験の結果、約1日間(2潮汐、満潮時最大水深1.6m)ドライ状態を維持することができた。(ケース2) ケース1と同様に函体を設置し、障害物を模擬した合板(t=12mm)を左右側面と底面の3ヶ所に設置した。その結果、約1日間(2潮汐、満潮時最大水深1.5m)十分なドライ状態を維持することができた。

(3) 止水可能なゴムチューブ内圧力およびゴムチューブ圧縮率

本工法の止水部はゴムチューブとゴムスポンジで構成されており、実施工においてはこのゴムチューブ内圧力とゴムスポンジ圧縮率(圧縮量)を適切に設定し管理する必要がある。図-9 に漏水が無かった場合について、ゴムチューブ内圧力およびゴムスポンジ圧縮応力とその時の水深から求まる水圧との関係を示す。これより、ゴムチューブ内圧力が水深から求まる水圧以上であれば漏水が発生していないことがわかる。ゴムスポンジ圧縮応力の値の一部にゴムチューブ内圧力より小さいかまたは水圧より小さい値があるが、函体内側で測定したゴムスポンジ圧縮量をもとに算出した値であり、直接ゴムチューブの圧力を受けていない箇所での測定値を用いているためと考えられる。今後、漏水させないためのゴムチューブ内圧力やゴムスポンジ圧縮率を精度よく管理していくためには、管理方法や安全率等をさらに検討していく必要がある。なお、ゴムチューブ内圧力の上限值は、事前に耐圧試験等により破裂強度(圧力)を確認し設定する必要がある。

5. まとめ

ゴムスポンジとゴムチューブを用いた水中部の仮設ドライアップ工法において、ゴムスポンジとゴムチューブを対象構造物に密着させることにより、十分な止水効果を発揮することが実験的に確認できた。今後、確実な止水性の実証データを蓄積し、更なる止水性・安全性の向上を図る予定である。

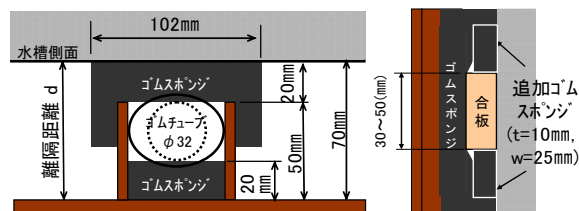


図-4 大型水槽実験止水部

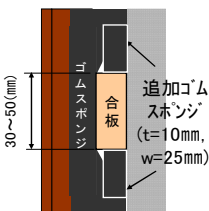


図-5 障害物設置

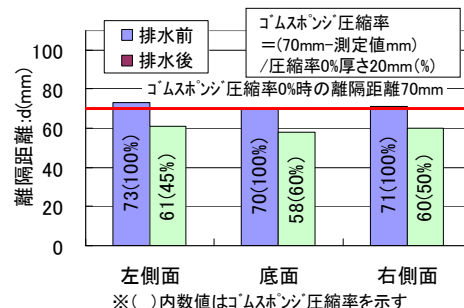


図-6 離隔距離dの推移グラフ(ケース2)

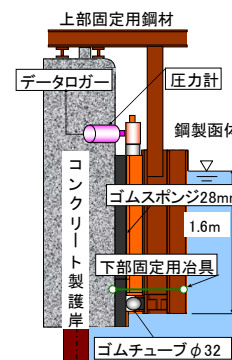


図-7 実海洋実験概要図

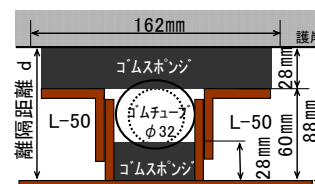


図-8 実海洋実験止水部

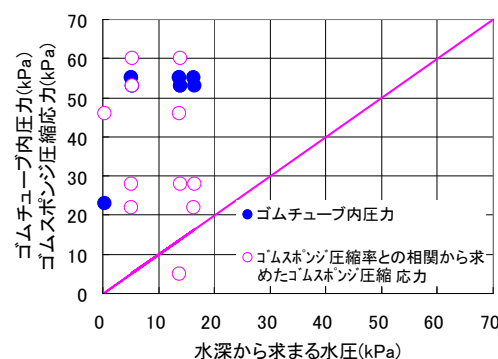


図-9 ゴムチューブ内圧力およびゴムスポンジ圧縮応力と水深から求まる水圧との関係