

シールド坑内への出水時における緊急止水隔壁（止水バルーン）の開発 — その2 モックアップ実験 —

鹿島建設(株) 正会員 ○本田和之 永谷英基 中島拓巳 川野健一 福田勝仁
(株)ホーシン 亀井 進 長岡隆一 甲斐 明 森 健 井餘田浩二 小澤和史 工藤慎也 市原元紀
大阪ガスネットワーク(株) 村瀬 賢 石谷将大

1. はじめに

前報¹⁾にて、緊急止水隔壁（以下、止水バルーン）の技術概要を報告した。止水バルーンは現場適用に際し、0.20 MPa の耐水圧性能が求められている。そこで、モックアップ実験を実施して止水バルーンの耐水圧性能を評価した。本報では評価結果ならびに現場適用実績について報告する。

2. モックアップ実験装置

図-1 に示すとおり、外径 2 m×幅 0.9 m の鋼製セグメントを 7 リング地組みして溶接補強し、耐水圧性能を評価するためのモックアップ実験装置を製作した。地組後の実験装置は円筒状であり、片面をコンクリート棲壁として閉塞した。また、水圧作用時の止水バルーンが水平方向に滑動する可能性があるため、坑口側にアルミ製の滑動防止治具を設置して滑動を防止した（図-2）。実験では、止水バルーンを空気で膨張した後に棲壁側から注水し、実験装置内部に水圧（以下、背圧）を作用させた。また、止水バルーン内に作用する圧力（以下、内圧）を高めるため、注水と同時に止水バルーン内空気の水置換を開始した。なお、内圧が 0.10 MPa を超えると止水バルーン筒外周部のドロップステッチ構造が破断する可能性があるため、内圧は 0.10 MPa を維持した。実験時の止水状況と止水バルーンの構造²⁾を図-3 に示す。

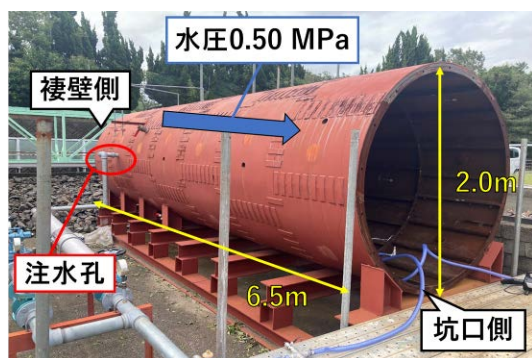


図-1 モックアップ実験装置の外観

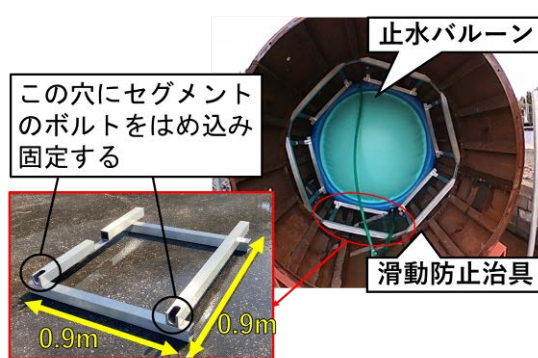


図-2 止水バルーン設置状況（坑口側）

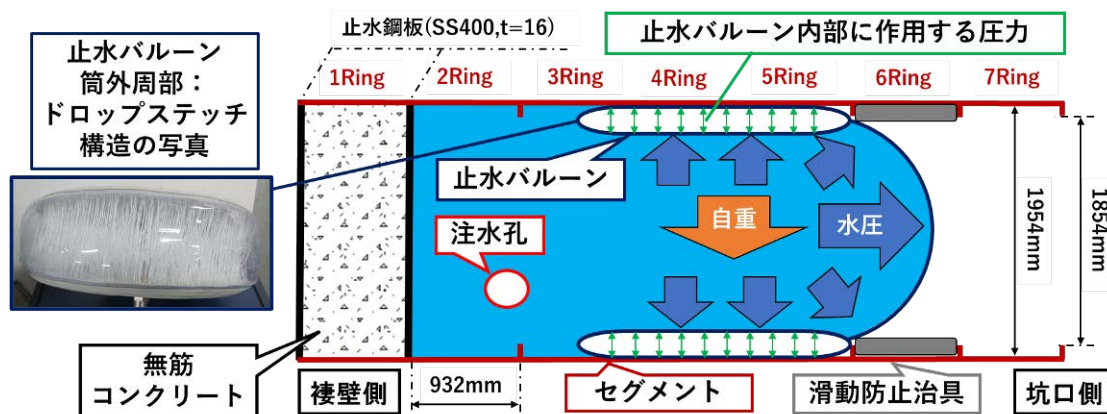


図-3 モックアップ実験時の状況と止水バルーンの構造

キーワード シールド工法，出水対策，緊急止水隔壁，バルーン方式

連絡先 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見2-2-22 マルイトOBPビル 鹿島建設(株)関西支店 TEL06-6946-3311

3. モックアップ実験の結果

モックアップ実験装置内で止水バルーンを 0.03 MPa の空気で膨張させた後、耐水圧性能評価実験を開始した。棲壁側から 1 m³/分で注水して背圧を上げていき、最終的に 0.20 MPa まで高めた。実験中は背圧と内圧を 0.1 秒間隔で連続計測した。

写真-1 に(a)実験開始直後、(b)背圧上昇開始時、(c) 背圧 0.20 MPa 作用時の実験状況、図-4 に内圧と背圧の計測結果を示す。実験開始 1,030 秒後にモックアップ実験装置内が満水となり、背圧が上昇し始めた。また、1,080 秒後に止水バルーン内の空気が完全に水で置換され、内圧は 0.10 MPa となった。なお、水置換にかかる時間を早めるため、手動で定期的に注入口付近の空気だまりを抜いたことから、水置換時に内圧が変動した(660～1,080 秒後)。1,350 秒後に背圧が 0.20 MPa になったが、滑動と出水は生じなかった。以上より、今回の実験で止水バルーンが 0.20 MPa の耐水圧性能を有することを実証できた。

4. 現場への実適用

止水バルーンを尼崎・久御山ライン高圧ガス導管敷設工事 B-1 工区のシールド工事（セグメント内径 2,150 mm）に適用した。淀川直下の深度 20 m を横断する工事であり、出水した際に坑内へ作用する最大静水圧は 0.20 MPa になるが、今回の実験結果から止水バルーンで問題なく止水できることが分かった。現場坑内で膨張した止水バルーンの設置状況を写真-2 に示す。止水バルーンと坑内配管との空隙は認められず、密着性も実証できた。



(a) 注水開始時(0秒後) (b) 背圧上昇開始(1,030秒後) (c) 背圧 0.20 MPa 作用(1,350秒後)
写真-1 実験状況

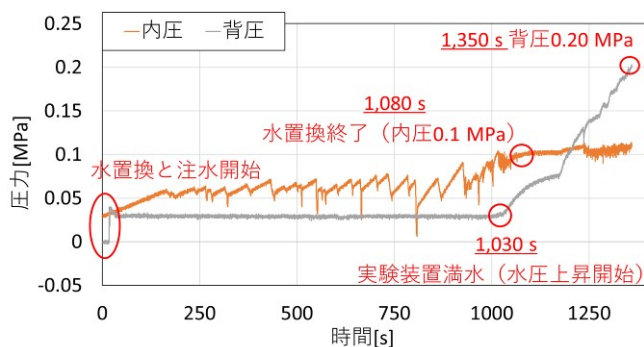


図-4 内圧と背圧の計測結果



写真-2 止水バルーン膨張実験

5. おわりに

モックアップ実験の結果、止水バルーンは 0.2 MPa の耐水圧性能を有することを実証できた。また、配管等がある現場坑内でも止水バルーンは空隙がない状態で膨張することを実証できた。以上のことから止水バルーンは尼崎・久御山ライン高圧ガス導管敷設工事 B-1 工区への適用要件を満たしており、本現場へ止水バルーンを実適用した。今後は耐水圧性能を目指した改良を進めるとともに、多くの現場に展開していく所存である。

参考文献

- 1) 永谷ほか: シールド坑内への出水時における緊急止水隔壁(止水バルーン)の開発— その1 技術概要 —、土木学会全国大会第 78 回年次学術講演会（投稿中）、2023。