

港北区樽町におけるバルブ破損を踏まえた再発防止の取り組みについて

1 趣旨

港北区樽町二丁目において、バルブの破損により、平成28年1月22日に漏水が発生しました。このバルブの破損原因の究明及び今後の対策を検討するため、28年9月より、「樽町二丁目バルブ破損原因調査検討委員会」（以下「委員会」という。）を設置し、その検討結果について、29年9月の水道・交通委員会にて報告しました。29年11月30日には、「樽町二丁目バルブ破損原因調査報告書」（以下「報告書」という。）及び「概要版」（参考資料）を公表しました。

報告書に示されている再発防止に向けた対応の方向性に基づき、29年度に実施した取組と、30年度以降の取組について報告します。

2 具体的な再発防止の取組

(1) 平成29年度の取組

ア 既存の水道施設への対応

口径400mm以上のすべてのバルブ4,281基から、対策が必要なバルブの絞込みを迅速に行うために、第一段階として、破損したバルブと同様の条件、(1)軟弱地盤に設置されている、(2)弁室に杭が打たれている、(3)鋼管で配管されている、(4)伸縮管が設置されていない、で絞込みを行い、100基のバルブを抽出しました（表1）。

表1 バルブの抽出フロー

口径400mm以上	(1)軟弱地盤	(2)弁室に杭	(3)鋼管で配管	(4)伸縮管がない	同様の条件
4,281基	2,073基	1,340基	130基	100基	100基
差	△2,208基	△733基	△1,210基	△30基	

次に第二段階として、第一段階で抽出された100基を対象に、優先順位を付けて対応していくため、優先度AからCに分類しました（表2）。

優先度は、バルブから最も近い水準点での沈下量を、バルブの位置での沈下量と想定し、工事完成図面から鋼管の長さを求めた上で、バルブの危険度を配管ごとの計算式にあてはめて分類しました。

表2 優先度別のバルブ数

優先度	分類	バルブ数
A	地盤沈下による影響が大きく、最優先で調査が必要なバルブ	7基
B	今後、地盤沈下の進行が想定され、継続的な監視が必要なバルブ	73基
C	破損の原因となった地盤や配管の影響がないと想定されるバルブ	20基
合計		100基

「優先度A」に分類された7基のバルブについては、破損につながる原因の中で、いち早く確認することができる防護コンクリートのひび割れを調査しました。

この調査により、ただちに破損につながるようなひび割れは確認されませんでした。安全を考慮して、30年度にさらに詳しい調査を行うこととしました。

なお、「優先度 A」の 7 基のうち 1 基は、29 年度の老朽管更新工事で撤去する予定のため、30 年度以降は、6 基の調査を行っていきます。

イ 職員への研修等による対応

新設する水道施設への対応として、30 年 1 月には、技術系職員 94 名に対し研修を実施し、2 月には水道局水道研究等報告会で報告し、今回の調査結果から想定された破損原因や、再発防止に向けた対応の方向性を局内で共有しました。

さらに今回の経験を踏まえ、口径 400mm 以上の管路設計をする際に伸縮管の必要性を判断できるチェックリストを作成しました。

(2) 平成 30 年度以降の取組

ア 対策が必要なバルブの絞込み

30 年度は、破損につながる原因である地盤の沈下量やバルブからの配管を実際に確認する目的で、試掘及び弁室内の目視による調査を行います。

試掘による調査では、工事完成図面と実際の配管の違いや、地盤沈下の状況を管路の位置等で確認していきます。目視による調査では、弁室内の防護コンクリートのひび割れなど異常がないかを確認していきます。

これらの調査を行い、「優先度 A」のすべてのバルブ 6 基について、破損につながるような異常がないかを確認し、異常があれば更新等により早急に対応します。異常がない場合であっても点検周期を短くするなどし、継続的に監視していきます。

次に、「優先度 B」のバルブの中から、沈下量が大きく配管の状況が異なる 4 基を選定し、同様の調査を行った上で、「優先度 B」のバルブ 73 基の点検の優先順位を付けていきます。

イ 点検業務の見直し

口径 400mm 以上のバルブに対し、概ね 5 年周期で行っている点検業務委託の点検項目に、防護コンクリートのひび割れの確認を追加します。また、「優先度 A」のバルブは 3 年周期での点検に見直し、「優先度 B」のバルブは、3 年間ですべてのバルブの点検を行います。

さらに、日常の業務において、バルブを操作する際にも、職員により防護コンクリートのひび割れ等を確認することで既存のバルブの監視を強化します。

ウ 新設する水道施設への対応

29 年度にすでに作成したチェックリストを研修等で職員に周知を図るとともに、30 年度から新設する管路設計に活用し、伸縮管の必要性を確実に判断していきます。

3 まとめ

試掘や目視による調査の結果に基づいた優先順位付けや、点検項目の一部を追加し、予定を前倒して対応していきます。バルブの監視を強化することにより、変化が確認された場合には、点検周期の見直しを行い、さらに、異常が確認された場合には、バルブの更新等により柔軟に対応していきます。

今後も公表した報告書に示した方向性に従い、既存の水道施設や新設する水道施設への具体的な取組を継続し、再発防止を図っていきます。

樽町二丁目バルブ破損原因調査報告書（概要版）

【平成 29 年 11 月 樽町二丁目バルブ破損原因調査検討委員会】

1 バルブ破損に伴う漏水への対応状況

(1) 漏水の発生日時と場所

平成 28 年 1 月 22 日(金)に港北区樽町二丁目において、バルブの破損による漏水が発生した。破損したバルブは、約 13 万戸に送水している口径 1800mm の送水管から分岐した、口径 800mm の水道管に設置されていた。破損したバルブの位置図を示す。



破損したバルブの位置図

(2) バルブ破損に伴う対応状況

- | | |
|------------------|--|
| 平成 28 年 1 月 22 日 | 道路上への漏水発生、応急措置(バルブ操作)により漏水量低減する。 |
| 1 月 26 日 | <u>下水道管へ排水を開始し、道路上への漏水はなくなる。</u> |
| 2 月 上旬 | 応急措置として破損したバルブの止水と防護等を検討する。 |
| 3 月 15～16 日 | 応急措置の結果、止水できなかつた。そのため、給水ルートを変更し、断水を可能とし、破損バルブを交換することとした。 |
| 3 月中旬～6 月上旬 | 給水ルートの変更方法を検討する。 |
| 6 月 17 日 | 管内カメラによる調査を実施、亀裂の状況が判明する。 |
| 6 月 27 日 | <u>給水ルート変更に向けた作業を開始する。</u> |
| 平成 29 年 1 月 31 日 | 給水ルート変更作業が完了する。 |
| 2 月 10 日 | <u>破損したバルブからの漏水が停止する。</u> |
| 5 月 24 日 | <u>破損したバルブの撤去、破損したバルブの詳細調査を開始する。</u> |

平成 29 年 11 月現在、破損したバルブに替わるバルブの設置、バルブ周辺の管路の新設工事を経て、変更した給水ルート、当初の給水ルートに戻す作業を行っている。


2 委員会の概要

破損したバルブの破損原因によっては、その他のバルブも同様に破損する危険性を抱えている可能性があった。そのため、委員会を設置し、原因について調査するとともに、今後の対応について検討した。

委員会は、水道局職員 6 名で構成し、さらに学識経験者 1 名から専門的な意見を聴取しながら、6 回の委員会を開催した。

3 調査結果

破損の原因調査は、計画・設計・工事・維持管理までの広範囲におよぶため、原因が特定できない事象が発生した際の原因分析に幅広く適用されている、FTA 調査手法を採用した。この調査手法を用いて、「計画」、「設計」、「仕切弁」、「工事」、「運用」、「周辺環境」、「維持管理」の7つの項目に分類し、これらをさらに細分化した30項目の調査を行った。



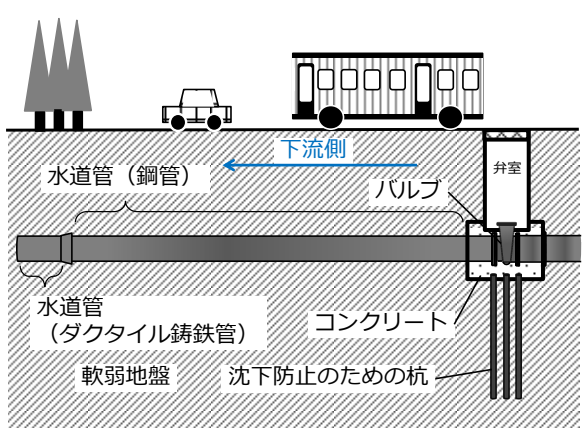
(1) バルブ破損状況

ひび割れは、バルブ弁箱の下流側の上部から左右の側面に斜めに入り、弁箱の底部まで到達していた。

このようなひび割れは、バルブ弁箱に対して引張る力が働いたためと推定した。

また後日、一部部材を切出して行った強度試験の結果、設置された当時の基準を概ね満たしていることが分かった。

バルブの破損状況写真（左：南側 右：北側）



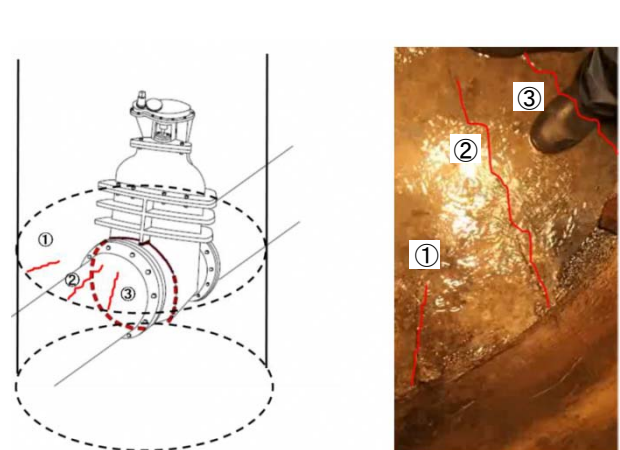
(2) 設置状況

破損したバルブが設置されていた地盤は、軟弱地盤であったため、バルブには沈下防止のための杭が打たれていた。

また、バルブの周囲には、弁室の土台となるコンクリートがあり、破損したバルブから下流側は、鋼管が19m配管され、その先はダクタイル鋳鉄管で配管されていた。

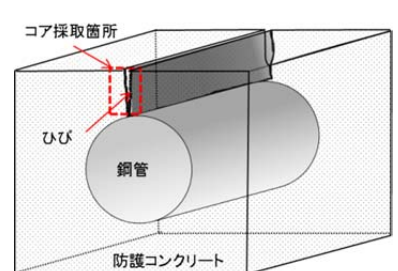
周辺地盤の沈下量を確認したところ、昭和44年の竣工当時からの47年間で約22.4cmの地盤沈下が認められた。

破損したバルブの設置状況



(3) コンクリート破損状況

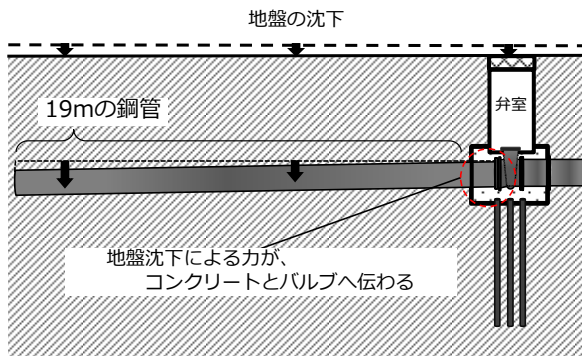
防護コンクリートは目視により、3本の幅3mm程度のひび割れが確認された。後日、ひび割れの箇所でコアを採取し、分析した結果、ひび割れの深さは管体上部まで達していたことが判明した。



コンクリートの破損状況

4 想定される破損メカニズムと分析

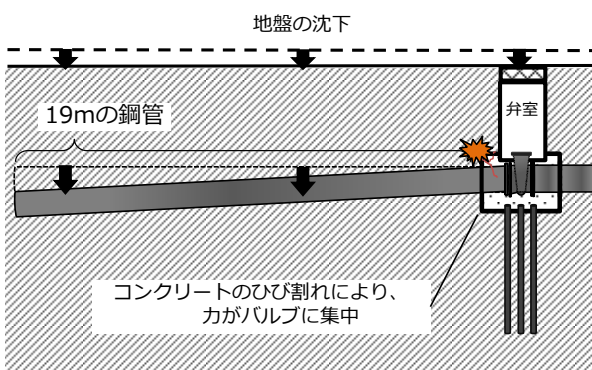
調査結果から、バルブが破損した原因は、①バルブ下流の配管が継ぎ目のない19mの鋼管であったこと、②バルブ周辺地盤の継続的な沈下の進行により、鋼管とバルブで沈下量に差が発生したこと③防護コンクリートのひび割れによりバルブに力が集中したことに加えて、沈下抑制対策として伸縮管が設置されなかったことが関連したと想定した。想定される破損メカニズムを示す。



「地盤沈下の発生」説明図

(1) 地盤沈下の発生

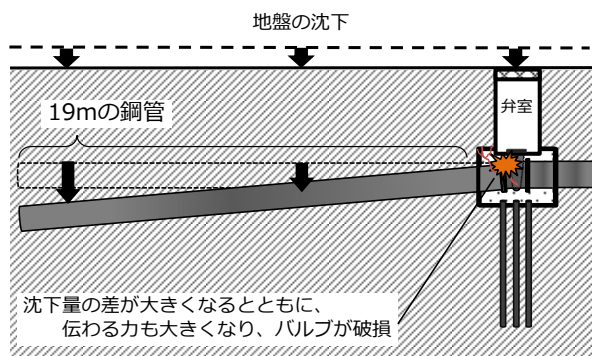
- 破損したバルブ付近の水準点の沈下量を調べた結果、昭和44年当時、急激に地盤沈下が発生し、その後継続的に沈下しており、沈下抑制対策が施されたバルブと、継ぎ目のない19mの鋼管との間に沈下量の差が生じて力が発生した。
- 発生した力は、鋼管からコンクリートとバルブに伝わるようになった。



「コンクリートのひび割れ発生」説明図

(2) コンクリートのひび割れの発生

- 時間の経過とともに地盤沈下が進行し、発生する力は大きくなった。
- 大きくなった力は、支えていたコンクリートの強さを超えるようになり、コンクリートにひび割れを発生させた。
- コンクリートにひび割れが発生したことで、力が鋼管からバルブに集中するようになった。



「バルブの破損」説明図

(3) バルブの破損

- さらに地盤沈下が進行し、沈下しないバルブと沈下する鋼管の沈下量の差が徐々に大きくなるのに比例してバルブに伝わる力が大きくなっていき、バルブの材料強度を上回った。
- 鋼管にも沈下抑制対策が施されていれば、バルブの破損は防げたと考えられる。このような場合、一般的には伸縮管を設置する。

5 再発防止に向けた対応の方向性

今後はこのような原因をふまえ、市民給水に影響をおよぼすことのないよう安定した給水を行うため、適切な対応をとることが重要である。以下を今後の対応の方向性として示す。

(1) 既存の水道施設への対応

ア 対策が必要なバルブの絞込み

既に設置されている水道施設に対しては、まず対策が必要なバルブを把握するために、破損したバルブと同様の条件で設置されているバルブを抽出し、段階的に絞込みを行い、対策を講じる。

以下に対策が必要なバルブの段階的な絞込み方法と対策について示す。

絞込みの対象とするバルブは、水道局で管理している、全約 78,000 基のうち、水運用上の影響の大きい口径 400mm 以上の全てのバルブ 4,281 基を対象とした。

- (ア) 第一段階として、軟弱地盤にあり、弁室に杭が打たれており、前後の配管が鋼管で伸縮管がないことなどを条件に、既存のデータを基にバルブを抽出する。
- (イ) 第二段階として、第一段階で抽出されたバルブを対象に、工事の完成図面を基に配管の延長などを精査することや、それぞれの地域の水準点を基に沈下量を個別に精査し、対策が必要となるバルブを絞込む。
- (ウ) 第三段階として、コンクリートのひび割れや管の変形などを、試掘や目視調査で確認する。
- (エ) 対策が必要となるバルブが設置されている管路の更新計画を前倒しするなどの、優先順位の見直しを行う。

イ 点検業務の見直し

既設のバルブについては、点検内容の見直しや点検周期を短くするなどして監視していく。

以下に具体的な見直し内容について示す。

- (ア) バルブの点検だけではなく、弁室内に打設されているコンクリートのひび割れの形状やひび割れ幅を点検項目に追加し、データ化する。
- (イ) 口径 400mm 以上のバルブに対し 5 年周期で行っている「大口径バルブ保守点検業務委託」の点検周期を軟弱地盤に設置されているものについては、短くする。

(2) 新設する水道施設への対応

これから設置する水道施設に対しては、不同沈下対策の必要性を判断する基準の明確化を行うとともに、計画段階から不同沈下対策への検討が確実に行われるようにし、あわせて今回の経験を職員へ周知徹底を図る。以下に具体的な新設する水道施設への対応を示す。

- (ア) 今回の経験から、埋設地盤の状況や杭の設置の有無、使用管種などから伸縮管の必要性を判断できる客観的な基準を設け、チェックリストを作成し、組織として再発防止に取り組む。
- (イ) 次期工事のための予定線として鋼管を配管する場合は、工事の間隔が空かないようにするとともに、それまでの間の地盤沈下の影響についても十分に検討する。
- (ウ) 想定された破損原因や再発防止に向けた対応の方向性を局内で共有するため、職員に対し報告会を実施し、意識の醸成を図る。