

管路防災研究所

NEURON Pipeline Resilience Laboratory

NEWS LETTER

Vol. 25 2024.6

ベローズの限界性能

ベローズの失われた30年

管路防災研究所 研究員 西 勇也

神戸の震災以来、水道管路のベローズが常用性能を遙に超える大変位に対して強靱性を発揮し通水機能を維持した事例は広く知られている。これがベローズ業界の謳い文句である。しかし、果たしてベローズがどこまで通水を維持し得るのか、その限界性能は未だ明らかにされていない。豈図らんやで済ませてしまった当時のベローズ技術者たちの楽観的境地には閉口するばかりであるが、その遺産を無思慮に受継いだ筆者らもまた倫理の欠如を猛省せねばなるまい。

地震時の限界状態を“ばね”に擬えて

地震時におけるベローズの限界性能を定めるにあたり、筆者らの研究グループでは“地震動に対する極低サイクル疲労”と“地盤変状に対する大変形モード”の二つの限界状態について議論すべきだと考えている。これらの平易な解説を試みよう。読者諸賢は手近にノック式ボールペンをお持ちだろうか。その中の小さなコイルばねを想起いただきたい。ペン先を出し入れする度にこのばねは何度も伸縮するが、インクを使い切るより早く疲労寿命を迎えることは先ずないだろう。ベローズも同様、常用時に作用する小さな変位に対しては供用期間内に疲労寿命を迎えないように設計が為されている。次にボールペンからばねを取り出して考える。指で両端を摘まんで、ある程度まで引き伸ばすと指を放しても元の長さに戻らなくなる。無理に戻そうと縮めるとコイルの巻きがずれて不揃いになる。また同じだけ伸ばして縮めると繰り返すうち、直にプツンと切れてしまう。この例はベローズに地震動が作用するときの限界状態に似ている。地震の大きな揺れによってベローズが不均一な塑性変形を繰返し疲労寿命に至るのである。最後に新たなばねを両手で力いっぱい引き伸ばすことを想像いただきたい。ばねはコイルの様相を失い真直に成ろうとし、所々に形状の残滓として鋭角な折れ曲りを生じるだろう。そして人力では困難だが機械的にさらに伸ばせば折れ曲りを基点にして破断に至る。これが地盤変状に対する大変形モードの類型である。地滑りや液状化などといった地盤変状によって管路が大きく移動するとベローズは追従して変形し続け、やがて破断に至るのである。

限界性能を知ることが何につながるのか

先に述べた二つの限界状態に至る変位量の大きさこそがベローズの限界性能といえる訳であるが、僥倖として是迄の我々の研究では一般的に使用されている旧来のベローズであっても非常に大きな限界性能を持つことが明らかになりつつある。工業製品の性能向上に大型化や重量増の伴うことが世の常であることを鑑みるに、これはベローズの性能向上と小型軽量化を同時に実現する可能性の天啓である。

水道管路の耐震化を阻む要因として老朽化した既設管路が新技術、新製品にとって過度に狭隘であるが故に更新が進まないといった課題が散見される。あらゆる防災技術は普及によってはじめて真価を発するものであり、明確な耐震性能を有しかつ小型軽量のベローズの登場はひとつのブレークスルーとなるだろう。「天災は忘れた頃来る」とは寺田寅彦の言であるが、忘れる暇もないほど自然災害の激化する昨今に逸速く実現を目指したい。



〒619-0237
京都府相楽郡精華町光台2-2-5
日本ニューロン株式会社
けいはんなサウスラボ
『管路防災研究所』

お問い合わせ先
info@neuron.ne.jp



環境条件

地震災害
過酷環境
気候変動

Core技術

Resilientな
伸縮可撓継手
終局限界性能
確認実験技術

管路防災技術

管路系システムの
耐震・性能設計
防災
エンジニアリング