

ニュージーランド カンタベリー連続地震における 水道施設の被害調査

○塩浜 裕一 (配水用ポリエチレンパイプシステム協会)
須賀 良平 (配水用ポリエチレンパイプシステム協会)

1. はじめに

ニュージーランドのカンタベリーでは2010年9月、2011年2月、同年6月にマグニチュード6～7クラスの地震が立て続けに発生した。特に2011年2月22日に発生したクライストチャーチ市中心部を震源とする地震ではAVON川を中心に広範囲に液状化が発生しており、多くの被害をもたらした。現在も液状化の恐れがある地域はレッドゾーンに指定し、退去命令がでているが、クライストチャーチ市は液状化現象の調査・研究を進め、地震に強いライフラインの構築を推進している。今回、水道施設を中心としたライフラインの被害調査結果と復興に向けた取り組み状況について報告する。

2. クライストチャーチ市の水道

クライストチャーチ市の水供給システムは、帯水層から良質な地下水を調達し、1600kmのメイン管(本管)と2,000kmサブメイン管(支管)からなる配管網を介して、市内全域に供給される。メイン管は口径100～600mm、主な材質は石綿管、塩ビ管および铸铁管であり、その他管種の内、HDPE管は全体の1.0%(14.6km)程度である。採用されてきた管種は歴史的な背景があるが、近年はダクタイル铸铁管、塩ビ管およびPE管が採用されてきた。一方サブメイン管は、口径50mmと63mmを中心にPE管(84.6%:PP製メカニカル継手)、被覆鋼管(3.3%)および塩ビ管(10.4%)となっている。

3. クライストチャーチ地震の被害状況

表1に2011年2月22日のクライストチャーチ地震によるメイン管の被害箇所を図1に管種別管路延長と被害箇所件数を表1示す。

メインでの各管種の液状化の発生した場所での管路被害は、発生していない場所に比べ、3～17倍の被害率となっている。さらに液状化が発生した140ヶ所の側方流動に関するデータから液状化レベル(liquefaction severity)を細分化し、管種毎の被害率を評価した。これらの結果を基に復興に向けた、管種選定を行っている。またこれらのデータと最大加速度から液状化抵抗指数を算出し、エリアマップを作成することによってインフラ復興計画に役立てている。

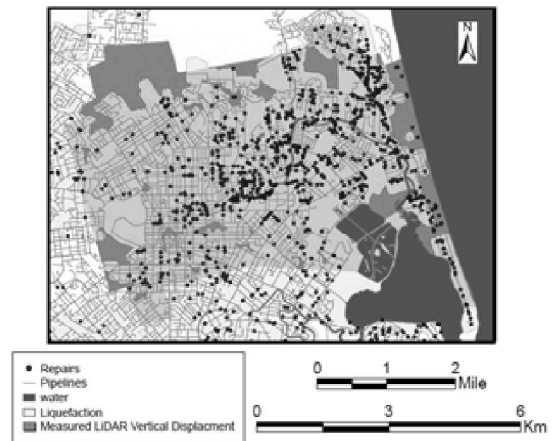


図1. 液状化地域と被害箇所

表1 2011年2月22日に発生したクライストチャーチ地震による管種別被害率

管種	液状化地区			非液状化地区		
	管路延長 [km]	被害件数 [件]	被害率 [件/km]	管路延長 [km]	被害件数 [件]	被害率 [件/km]
石綿管	405.8	965	2.38	455.7	170	0.37
铸铁管	130.9	232	1.77	60.7	36	0.59
塩ビ管	160.9	82	0.51	197.5	5	0.03
その他	141.9	134	0.94	159.4	21	0.13
合計	839.5	1413	1.68	873.3	232	0.27

ニュージーランド カンタベリー連続地震における 水道施設の被害調査

4. 現地被害調査

2010年9月の地震による管路の復旧作業として、液状化発生地域のメイン管に高密度ポリエチレン管HDPE管(融着接合)を2.6km布設していた場所を調査した。(図2)

これらの管路は2011年2月および6月の地震による液状化に対しても被害がなかったと報告されている。この地域は約2mの側方流動が観測され、未だレッドゾーンとなっている地域である。配管は3カ所に分かれていたが、いずれも市の中心を流れるAvon川の流域であり、砂地盤のエリアでもある。道路には埋設後の舗装が確認されたが、道路は3年半たった今も凹凸が激しく、隣接する家屋には大きく傾いているものや、すでに取り壊し撤去されていたりした。管路そのものを直接評価することはできなかったが、調査の途中、市の給水車が消火栓から水を供給している場面に出くわした。管路は問題なく供用できていることが確認できた。

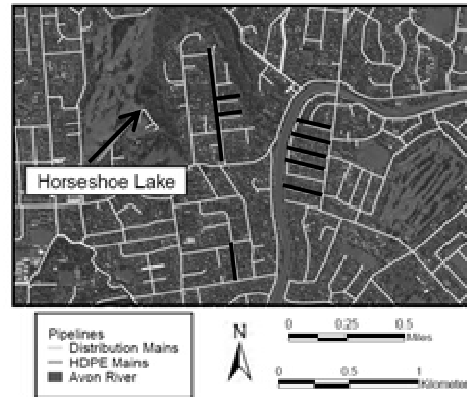


図2 復旧後のHDPE管の配管位置

5. 管路の耐震化の対応

調査に協力いただいたチェブリノフスキー教授と復興組織 SCIRT(Strong Christchurch Infrastructure Rebuilt Team)のキャメロン氏によると、クライストチャーチ市はメインに用いる管として融着接合によるHDPE管を選定し、耐震化を推進している。選定理由としては以下の3つが上げられる。

- ・ガス導管にはPE管が170kmに渡って埋設されており(液状化地域含む)、3回の地震においてもまったく被害がなかった。(口径63~315mm 中密度PEであり、EF融着接合を採用)
- ・水道管(メイン管)として2010年9月以降に埋設したHDPE管が、2回の震災による液状化現象において何ら不具合が生じていない。
- ・カーネル大学で2008年、2010年に行われた大規模な管の側方流動に対するモデル実験の結果が上記の液状化に対する耐性を裏付けるものであることが確認された。

これらに加え、SCIRTでは液状化に関する大規模な再現実験を試みた。この実験は液状化に対し、考案された種々の改良策を検証するために行われた。具体的には液状化のためにレッドゾーンとなっている地域にバット融着で接合した200mmのHDPE管を埋設し、地盤深部に爆破による大きな振動を与え、液状化現象を強制的に引き起こした。その後の掘削により、管路への影響がまったくないことが確認された。実験の詳細については報告書を作成中とのことだが完成次第、入手する予定である。

一方PE管を推進する上での課題として、採用当時材料や施工不良による漏れが多発したとのことであった。それを解決するために、資格認定制度を設け、EFおよびバット融着作業の標準化、教育に注力している。

6. 終わりに

今回の調査は震災後3年半経過していたが、多くの情報が整理され復興に向けた具体的な施策についても有益な意見交換ができた。両国での強靱なライフライン構築に向け、今後も関係を深めていく。

最後に、多くの情報を提供いただいたカンタベリー大学チェブリノフスキー教授、SCIRTのキャメロン氏、同行いただき多くのご助言をいただいた金沢大学の宮沢教授に謝意を表します。

参考文献

T.D. O'Rourke, S.-S. Jeon, S. Toprak, M. Cubrinovski and J. K. Jung. (2012) *Underground Lifeline System Performance during the Canterbury Earthquake Sequence*. 15th world conference on Earthquake Engineering, Lisbon, September 2012.