

飛鳥建設株式会社 正会員 ○ 関 眞一
 正会員 森 伸一郎
 正会員 立花 秀夫

1. はじめに

筆者らは、液状化による地盤変状のメカニズムや液状化した砂の強度に関する時間効果について研究することを目的に、千葉県関宿町において掘削調査を実施し、1923年の関東地震の際に発生した液状化跡を発見した^{1) 2) 3)}。調査溝内では、液状化により砂が噴出し砂脈を形成した様子や地割れにともなう通路の陥没跡が明瞭に確認できた。前報¹⁾では、調査位置の決定方法や掘削方法を中心に報告している。ここでは、液状化による噴砂や砂脈の形状を示すとともに、陥没した通路や調査地周辺の地盤変状等から液状化の発生状況について考察する。

2. 事前調査より得られた被害

掘削調査を実施したのは震源から約 100km離れた千葉県東葛飾郡関宿町三軒家であり、利根川と江戸川が分岐する、河川の氾濫域である。図-1 に関東地震調査報告（大日本帝国地質調査所）⁴⁾に記されている三軒家周辺の亀裂発生状況を示す。掘削調査は、これらの亀裂の内、三軒家東部で最も大きな亀裂について実施している。なお、掘削位置の決定は、詳細な文献調査^{4) 5) 6)}および聞き取り調査により行った。文献4)には、三軒家周辺において亀裂や井戸からの砂や水の噴出が記されており、広範囲で液状化が発生していることがわかる。また、三軒家や新川岸では利根川と逆川の堤防が崩壊しており、液状化による河川方向への地盤流動が発生している可能性がある。さらに、図-1に示すように調査した亀裂は、利根川と平行に走る亀裂の内最も後方にあり、この亀裂は地盤流動の発生限界と考えられる。

図-2は、調査溝の平面図と聞き取り調査等より得られた結果を示している。調査地東側隣地に住む古老（植竹キヨさん：調査時93歳，地震当時23歳）より、「民家Aの母屋と納屋の間に亀裂が生じ、その亀裂は隣家とをつなぐ通路を陥没させ、利根川の堤防方向に発生した。また、陥没深さは30～40cmで、リアカーがその間にはさまり動けなかった」との証言がある。掘削調査では、陥没した通路や噴砂がこの位置で確認でき、1923年の関東地震の際に発生した液状化跡であることが裏付けられた。また、民家Bの住人より、民家

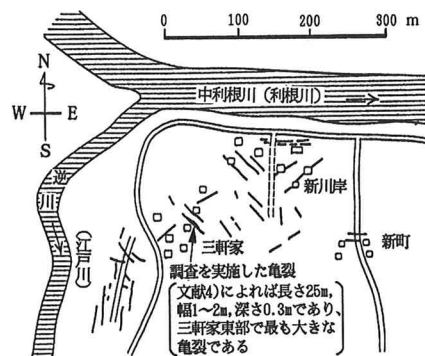


図-1 調査地周辺で発生した亀裂^{3) 4)}

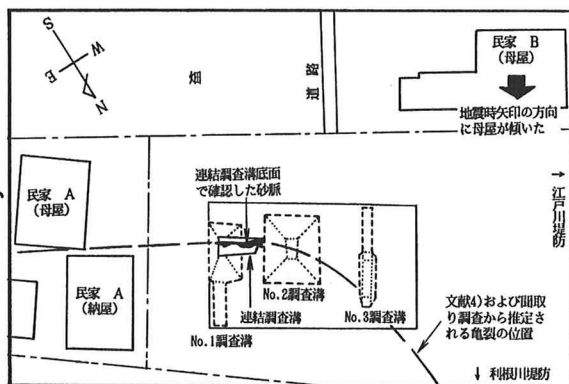


図-2 調査地平面図と被害状況

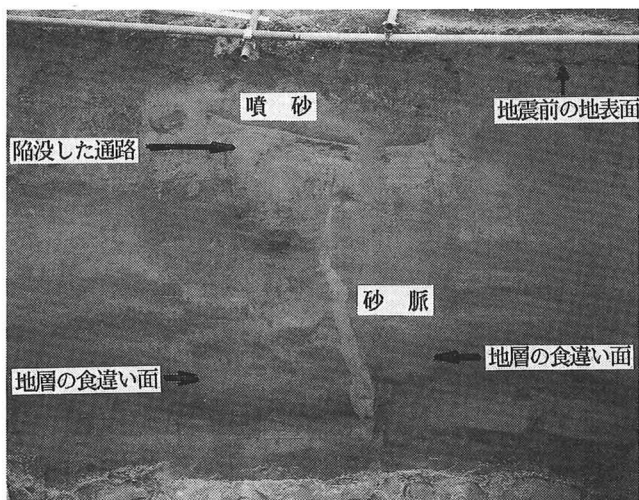


写真-1 調査溝側面で確認された砂脈（No. 1 東面）

Bは図-2に示す矢印の方向に母屋が傾いたとの証言を得ている。

3. 掘削調査より得られた被害

調査地点では、図-2に示す3つの調査溝を深さGL-2.3mまで掘削した。砂脈は、No.1, No.2調査溝で確認することができ、このうち最も大きなものはNo.1調査溝の東面で確認できた（写真-1）。砂脈は陥没した通路部を真上に貫通し、形状はGL-0.8~-2.3mまでが幅2~14cmで、GL-2.5mでは、幅40cmになる。また、陥没した通路部の上には、噴砂が約30cmの厚さで堆積していた。引き続き、砂脈の方向性を確認したのち、三次元構造を詳細に観察をするためNo.1とNo.2調査溝間の連結調査溝を掘削した。この調査溝底面（GL-2.5m）では、砂脈が北西から南東方向に約9m（主要部分は7.8m）の長さで確認でき、幅は約40~120cmであった。さらに、砂脈の両側では陥没した通路部を頭部にしてくさび状に地層の食い違い面が見られ、亀裂に引張り力が作用したと考えられる。

陥没した通路は、No.1調査溝の東面およびNo.1調査溝とNo.2調査溝の間で確認でき、その変状を図-3のa)b)c)および写真-2に示す。通路は、ローム質の客土で踏み固められており、幅1~1.3m、陥没深さ30~50cmであった。さらにc図に示すように、通路はB点に向けてほぼ同角度で傾斜している。a図には、連結調査溝底面を確認した砂脈の形状を示すが、B地点に相当する位置の砂脈の幅が最も大きい。このことより、c図に示すB地点付近が最も砂の噴出が激しかったことが推定できる。

以上のことより、今回の掘削調査で確認した液状化跡は次のような過程で発生したと考える。①砂層が液状化し、河川方向への地盤流動が発生した。②調査した亀裂には引張り力が作用し、通路を陥没させた。③その後この亀裂の弱部より砂や水が噴出し、砂脈を形成した。

4. まとめ

千葉県東葛飾郡閩宿町三軒家において、1923年の関東地震で発生した液状化による噴砂跡や砂脈を掘削調査により発見した。調査面では、砂が噴出し砂脈を形成した様子や通路部が陥没した様子が確認できた。さらに、通路部の地盤変状から地震時の噴砂状況を推定することができた。また、噴砂は、周辺地盤の地盤流動を伴っていることが推測できた。

謝辞 今回の掘削調査を実施するにあたり、多くの方々に御指導いただいた。記して感謝いたします。

<参考文献> 1) 関, 森, 立花:「千葉・閩宿における1923年関東地震による液状化跡の掘削調査の方法」, 第28回土質工学研究発表会講演集, 1993. 6 2) 森:「1923年関東地震の液状化の跡」の掘削調査が公開される, 土木学会誌, vol. 78, 1993. 2, pp. 29~30 3) 森:大正12年関東地震の液状化跡の掘削と現場公開, 土と基礎, vol. 41, 1993. 5, pp. 5~6, p. 96 4) 大日本帝国地質調査所:関東地震調査報告, 1925, pp. 85~87 5) 栗林, 龍岡, 吉田:明治以降の本邦の地盤液状化履歴, 土木研究所彙報, 第30号, 1974. 12, pp. 45~62 6) 若松:日本の地盤液状化履歴図, 東海大学出版会, 1991. 12, pp. 110~148

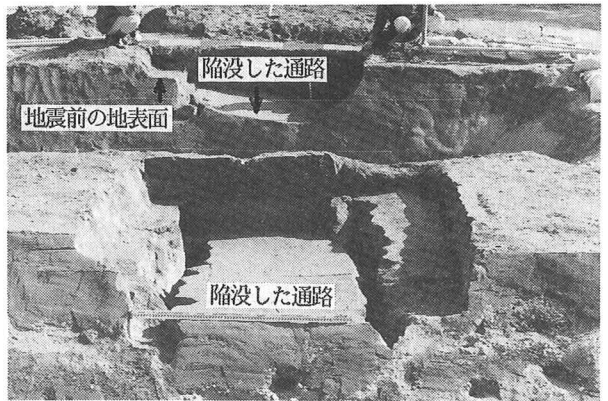


写真-2 陥没した通路

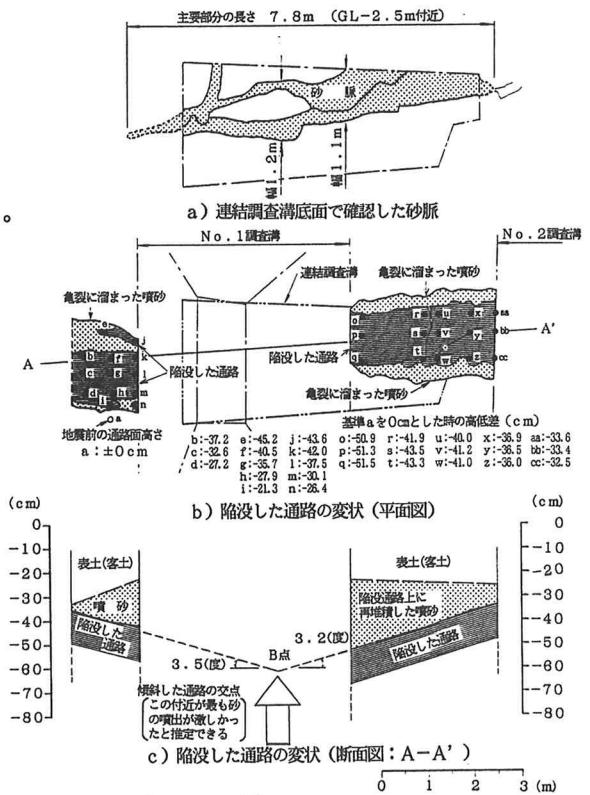


図-3 陥没した通路の変状