

本号[連載3]では、内灘町における、地震による地盤の液状化と側方流動でもたらされた被災地について、被災実態と今後の復興のあり方を報告する。

■液状化による被災の概要

今回の地震は、震源地から100km以上離れた地域でも液状化による大きな被害が発生したことが特徴である。防災科学技術研究所先名重樹氏によると、[図1]に示すように、液状化による被災は4県32市町で確認され、震源から最遠地は福井県坂井市と新潟市中央区であった。また、250mメッシュ単位での発生数は、石川県1,206、富山県289、新潟県214、福井県15と推定されている。多い市町は七尾市343、珠洲市213、新潟市153、輪島市134であった。

先名氏によると一般的に液状化は以下の要因により発生するとされている。

- ①地下水位が高い(水位が地表に近い)
- ②砂地盤(特に砂の粒形が均一)
- ③震度5強(最大加速度150gal、最大速度15cm/秒)程度以上

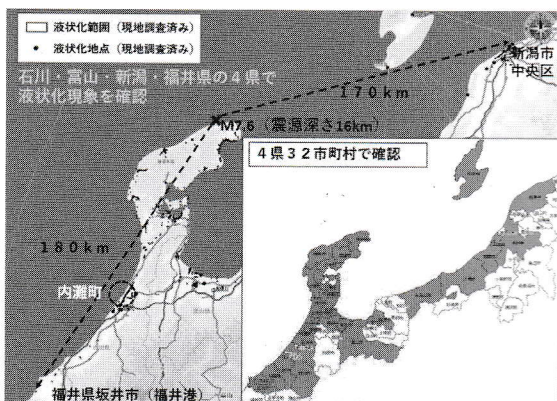
そのため、これまで液状化は、埋立地、旧河道、干拓地、砂丘の低地部にみられるという。今回は、液状化が、埋立地、干拓地、砂丘、砂州・砂礫州、三角州・海岸低地で発生した割合が75%であった。また、今回は震度4-5弱でも発生しているが、その要因として、液状化しやすい地盤であり、地震動が長かったことによると推定されている。

地盤の側方流動は、液状化により泥水状になったものが傾斜により低地へ移動するもので、1%程度の小さい勾配でも発生することが観測されている。地盤が横方向に移動することにより建物が傾斜、破損、基礎が破断するようになる。

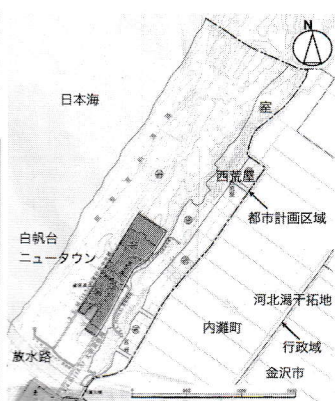
■内灘町の被災状況

内灘町は、[図1]に位置を示しているが、金沢市の北西に隣接し、金沢都市圏の郊外住宅地として発展してきた。震源地から100km以上離れているが、今回の地震により液状化と側方流動により大規模な被害を受けた。筆者による石川県内の現地調査および被災地区の報告を参照した印象では、今回の液状化の被災地の中ではその大きさと集中度が最も大きい地区である。

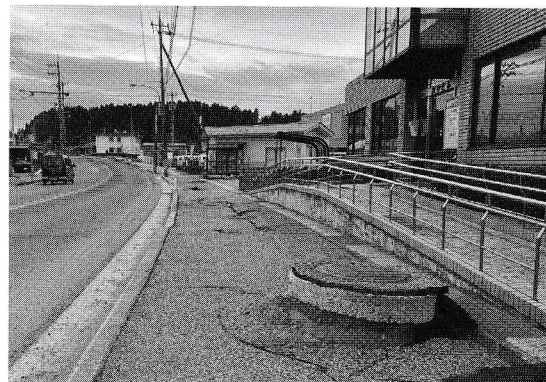
[図2]に金沢都市計画図より作成した内灘町北部地区を示している。な



[図1]液状化地点の分布(2024年2月26日時点)注*1



[図2]内灘町北部(金沢都市計画図より作成)



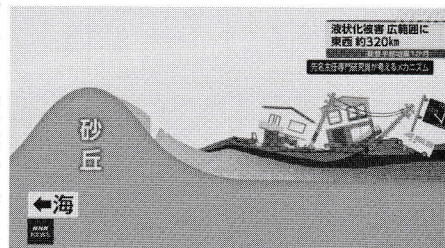
[写真1]液状化によるマンホールの突出(珠洲市若山町)

お、内灘町は金沢市、野々市市とともに広域都市計画区域を構成している。内灘町は日本海からの季節風による砂丘により形成された地形で砂丘は「内灘砂丘」として知られ比較的大規模なものである。砂丘の標高は50m程度であり、その北西側が日本海、南西側に河北潟があったが、河北潟の大部分が干拓されて農地となっている。

干拓地から海への放水路により南北に分かれ、南部地区は市街化区域で主に住宅地として開発されてきた。北部地区は市街化調整区域である。歴史的には、砂丘の陸側に農漁村集落が形成されてきたが、近年は幹線道路(県道)の整備とその両側に住宅地の開発が進められてきた。なお、[図2]に示す「白帆台ニュータウン」は、石川県住宅供給公社が土地区画整理事業により砂丘上に内灘町内としては最も新しい住宅地として開発整備されたものであり、第一種低層住居専用地域、第一種中高層専用地域が指定された飛び市街化区域となっている。

地震による被災は北部地区の県道とその両側の住宅地にみられ、とくに[図2]に示す西荒屋と室が激しい。[図3]に内灘町の断面概念図を示すが、砂丘の陸側で被災が発生している。砂丘の陸側は、流動化しやすい、粒子の細かい砂が集積していると推定されている。

[写真2]に示すように、地盤の液状化と左側からの側方流動により県道が大きく移動し傾き、電柱も斜めになっている。側方流動の様子がよくわかるのが写真3である。後方に砂丘が見えるが、手前の県道側に地盤が大きく移動したため、道路のアスファルトが折り畳まれるように波打っている。



[図3]内灘町における液状化と側方流動(NHK作成)

内灘町の液状化被災地を考える

能登半島地震 現地からの報告3

川上光彦
かわかみみつひこ
金沢大学名誉教授

少なくとも数メートルの地盤の移動が発生していると思われる。

【写真4】は県道に面する砂丘側の建物の被災例であるが、建物が液状化で沈下しながら後方から押されるようにして前方へ移動、その結果、建物も破損、前庭やコンクリート壁も大きく破損している。なお、この建物は、応急危険度判定により「赤(危険)」と判定されている。この建物の被災例のように、建物が液状化により沈下しながら傾いたり破損している事例が多い。西荒屋のように被災が大きい場合、応急危険度判定の「赤(危険)」が4割にも達している。ただし、応急危険度判定が「黄色(要注意)」、「緑(検査済)」も混在しており、今後の復興計画の検討にはそうした混在の度合いに留意していく必要がある。

■被災地区における計画策定の留意点

地震による液状化は、1964年新潟地震による集合住宅の倒壊により注目されるようになり、そのメカニズムなどの研究が進められて来た。2011年東北地方大震災では関東地方で広く液状化による被災が発生し、その復興や防止対策が検討されてきた。

国土交通省においては、地震による液状化の防止や復興の観点から、液状化し易い地形や地盤の判定やその改良方策などについて指針などをとりまとめている。その中で、「市街地液状化対策推進ガイドンス」^{文2}では防止や復興の方策として以下があげられている。

- ① 地下水水位低下工法:地下水水位を地表面から3m以下などに低下させて液状化し難い地層に変える。
- ② 格子状地中壁工法:現地盤の軟弱土と改良材を混合攪拌して敷地や街区の周囲に格子状の壁を形成する。

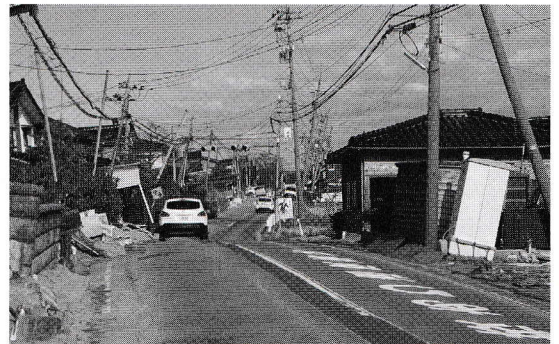
これらのほか、河川に隣接する地域では、河川沿いに鋼鉄製矢板により遮断し河床の土壌を改良する工事がなされた事例もある。

いずれにしろ、対象地域ごとに専門家により対応を検討する必要がある。今回の内灘町の場合は、大規模な側方流動がみられたことから、西荒屋や室などの地区単位での検討が必要であり、また、できるだけ迅速な復興を目指すには、コミュニティ単位を考慮してさらに工区、ブロックなどに分け、それぞれで検討を進めるのがよいと思われる。なお、被災地に隣接して河北潟干拓地からの排水路があることから、これについて前述の矢板による遮断と水路下部の土壌改良が必要ではないかと思われる。

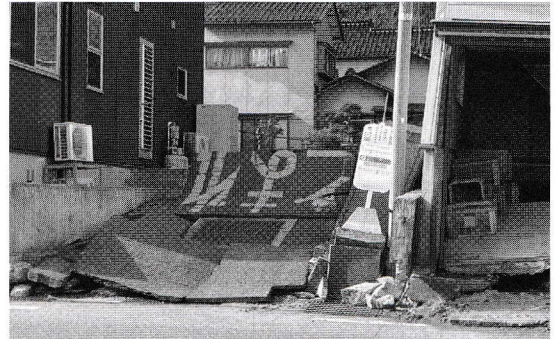
さらに、面的な復興整備のため土地区画整理事業を並行して進めていく必要がある。その検討は、前述のコミュニティ単位を考慮した工区、ブロックと重複するようにするとよい。

以上のように、地盤への液状化および側方流動への対策と土地区画整理事業を同時並行的に進めていくことが必要であると思われる。前者については公共的な震災復興事業として地元負担ができるだけ小さくなるよう取り組み、後者についても、原則として震災復興事業とし、地権者の減歩による負担をなくし、建物の補修、建て替えも支援して経済的負担を少なくして進められるようにする必要がある。

上記のほか、自力による再建が困難な世帯については、災害公営住宅による対応を検討すべきであろう。また、現在地からの転出希望者については、受け入れのために、白帆台ニュータウンの隣接地などへの集団的移転事業の検討も行う必要がある。なお、災害公営住宅の建設地としては、同様に白帆台ニュータウンの隣接地も候補地となるとと思われる。



【写真2】内灘町西荒屋の被災状況



【写真3】内灘町の側方流動



【写真4】内灘町の西荒屋の建物被災例

■これからに向けて

本号では、内灘町の液状化と側方流動の被災地を対象に被災の実態について報告するとともに、今後の復興のあり方について考察、提言した。液状化への対応については、今回の地震で液状化により被災したほかの地域にもあてはまるように思われる。

能登半島を震源とする地震のほかに、政府の地震調査研究本部の長期予測では、金沢平野の南東縁に発達する活断層帯森本・富樫断層帯の地震発生が「30年以内に2～8%の確率で、M7.2程度」で予測されている^{文3}。そのため、内灘町の復興に際しても、今後大規模な地震が発生しても再度同様な被災をまたらさないように検討する必要がある。

注

*1…文2の図を引用、内灘町の位置を追記した。

*2…白帆台ニュータウンは2001年より宅地分譲が開始された。石川県住宅供給公社はその役割を終え2013年に廃止された。

参考文献

❖1…防災科学技術研究所先名重樹、令和6年能登半島地震 液状化被害の分布と特徴、2024年3月5日

❖2…国土交通省、市街地液状化対策推進ガイドンス、2019年6月改訂

❖3…地震調査研究本部、森本・富樫断層帯の評価、2011年