

報文

宅地造成地における空洞化の事例

高田 徹*

1 はじめに

本特集号の報文の多くは、比較的大規模な陥没や空洞を対象とした事例が多いと推測する。一方では、宅地の一角など極めて局所的に生じてしまう陥没事例も多く存在し、このような小さな陥没への対応に関するコンサルティング業務も比較ある。宅地内で生じる陥没事例は、建設時に把握できるものから、建設時は把握できずに突然生じてしまう事例などいろいろある。

ここでは、宅地造成地の陥没と空洞に関する事例についていくつか紹介する。

2 事例1：井戸跡の埋戻し

2.1 建物概要

- ・用途：住宅
- ・階数：地上2階
- ・構造種別：木造
- ・基礎形式：べた基礎
- ・建築面積：99.4m²
- ・その他：木造住宅の建替えに伴う新築工事

2.2 地盤の概要と考察

図-1にスウェーデン式サウンディング試験結果（以下、SWS試験）の調査位置を、図-2にSWS各測点の深度分布を示す。当該地の地形は、台地・段丘中位面に位置する。図-2の建物4隅中央の結果（測点A～E）より、GL-0.75m以浅が旧盛土と推定され、強度のばらつきや建物解体工事に伴った埋戻しによる緩みが生じているが、それ以深はローム層が厚く堆積している。

また詳細は定かでないが、施主とのヒアリングにより過去に使用していた井戸が雑排水用の浸透枳らしき槽が

宅地内にあったという情報があり、その位置で追加調査を行っている（図-1中の測点F～H）。この位置は、その使用をやめた時代に土砂を投入して埋め戻していたが、過去にも局所的に地盤の沈下が生じていたようである。

図-2より測点Fは $W_{2w}=0.5\text{kN}$ がGL-4mまで見られ、他測点と比較しても明らかに軟弱なことが分かる。これに関しては建築当時の判断として、①既に埋戻し処理がなされていること、②建物直下のデータではないこと、③補足調査で実施した測点G、Hより離隔1m付近での緩みは浅層部に限られ、かつ局所的だとして地盤改良不要で建設された。

2.3 被害の概要と対処方法

建築後、約1年経過した際、図-2で示した測点F付近で地盤沈下が生じた。また建物の不同沈下は見られなかったが、建物外周基礎の一部に地盤の陥没が生じた。

これに対し、陥没の範囲や深度について調査して対応するのが一般的だが、建物下であることから十分な調査は困難であった。ここでは、陥没箇所から鉄筋棒を挿入するなどしておおよその深さや範囲を設定し、写真-1に示すように、懸濁型瞬結性薬液にて空洞と想定される範囲を注入して作業を終了した。

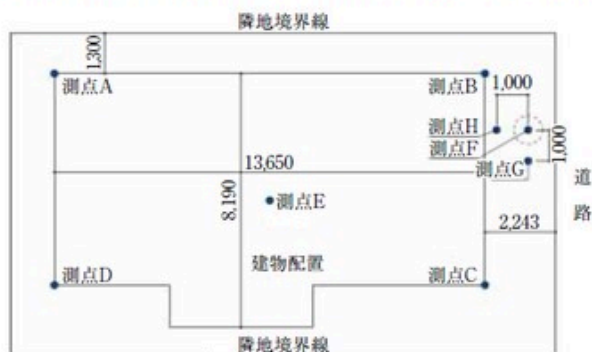


図-1 SWS測点位置

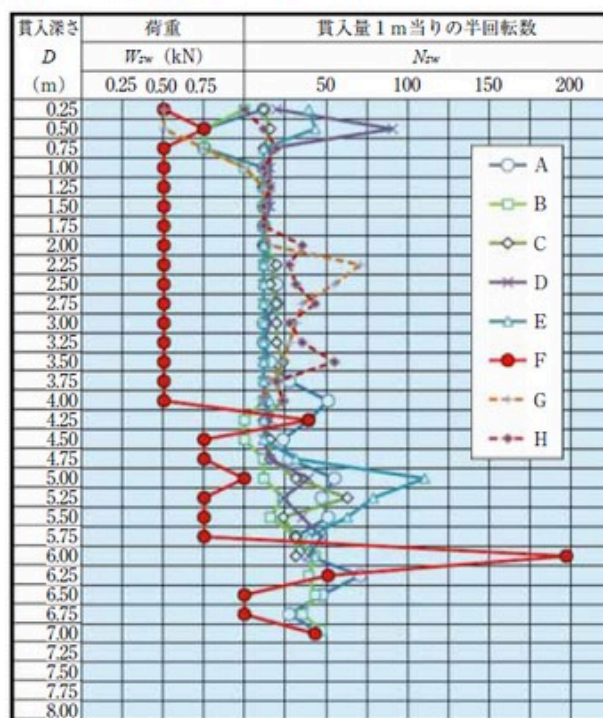


図-2 SWS試験結果

*TAKATA Tōru (株)設計室ソイル, 博士(工学)技術士(建設部門) | 東京都中央区日本橋 3-3-12



写真-1 建物基礎下への空洞充填注入状況
(2液混合タイプの薬液使用)

表-1 エアミルクの配合と品質仕様

	名 称	数 量
配合 (1 m ³ 当り)	セメント	350.00kg
	水	287.26kg
	起 泡 剤	2.15kg
品質基準値	生 比 重	0.64±0.1
	空 気 量	60±5 %
	フ ロー 値	180±20 (mm)
	圧縮強度	1.0N/mm ²

3 事例2：むろの埋戻し

3.1 建物概要

- ・用 途：住宅
- ・階 数：地上1階
- ・構造種別：木造
- ・基礎形式：布基礎
- ・建築面積：84.7m²

3.2 地盤とむろの概要

当該地の地形は台地・段丘である。図-3に示すように、旧建物下に食材などの貯蔵庫として利用していたむろ（洞穴）があった。むろは、空洞入口が縦孔で、そこから横孔となって十字の形状をしていた。

今回、その建物を解体して新築住宅を建設するために、建物荷重がむろに加わることで、貯蔵庫として使用しないことから、この空洞を埋め戻すこととなった。

このような地下空洞の埋戻し処理は、可能であれば開削して確実に埋め戻すことが有効だと思われたが、空洞範囲が敷地境界に近接し、隣地住宅などの構造物への影響が懸念されたことから、開削は難しいと判断した。ここでは、エアミルクにて空洞充填することとした。

3.3 施工概要

表-1に空洞充填に使用したエアミルクの配合と品質仕様を示す。エアミルクを使用した主な理由は、①流動性に優れていること、②硬化後に十分な強度を有してい

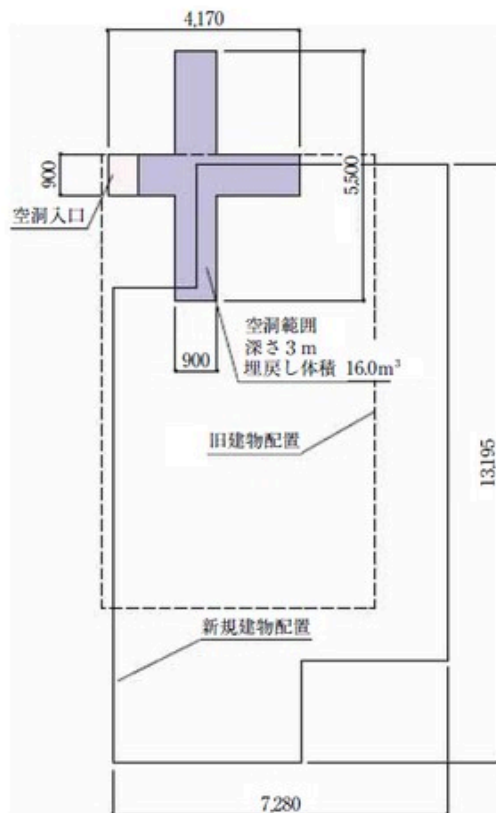


図-3 建物配置と空洞（むろ）の位置関係



写真-2 注入管配置状況（縦孔部）



写真-3 注入管配置状況（奥側）

ること、③軽量な比重などがあげられる。

注入前の処理として、写真-2、写真-3に示すように塩ビ管を空洞内に人力にて敷設し、この塩ビ管を注入管



写真-4 1日目の充填注入完了状況（横孔）



写真-5 最終日の充填注入状況（縦孔）

として用いた。塩ビ管先端は、十字の空洞の最奥天井部にそれぞれ配置し、奥側から確実に充填するように工夫した。

写真-4は1日目の充填注入完了状況、写真-5は最終日の縦孔充填注入状況を示す。空洞充填量は16.0m³で、これを2日工事で行った。

充填注入工事完了後、旧建物を解体して新築住宅の建設がなされている。なお新築住宅の地耐力は、空洞部以外では十分な耐力があったため、これ以外の地盤補強工事は行わずに直接基礎にて建設した。

4 事例3：排水管破断による陥没

4.1 建物概要

- ・用途：住宅
- ・階数：地上2階
- ・構造種別：木造
- ・基礎形式：布基礎
- ・建築面積：77.5m²

4.2 地盤と陥没被害の概要

本件の地形は、河岸段丘を切盛造成された宅地である。建物は築20年経過していたが、不同沈下は見られなかった。施主とのヒアリングによると建築後20年の間に2～3回、建物外周の一部で陥没が生じた。陥没位置はほぼ同じで、陥没が生じるたびにスコップなどを用いて土砂を投入していたようだが、何故に繰返し陥没が生じるのか、その要因も分からないでいた（写真-6）。



写真-6 建物周囲の陥没箇所状況

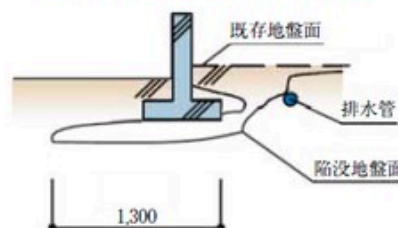


図-4 陥没位置のスケッチ

4.3 陥没要因調査と対策

陥没位置からコンベックスを差し込んだところ、基礎下より水平方向に1.3m挿入できた（図-4）。また、給排水設備図より、陥没箇所の建物外周部と平行に排水管が敷設されていた。

陥没部周辺の配水管の損傷を観察すると、管の一部に亀裂が認められた。ここからは、あくまでも推測であるが、桑野¹⁾が示した陥没要因の1つとして、この配管の破断部から土砂が入り込む、排水が敷地内に水みちとなって流出するものと思われた。本調査ではそれ以外の明確な要因が見つからなかったため、損傷した排水管を交換し、見える部分で土砂を投入して工事を終了した。現状は、工事3年経過しており、まだ経過観察段階ではあるが、その後の陥没は見られていない。

5 おわりに

ここで紹介した地盤の空洞化事例は宅地内の空洞であり、その空洞が建物直下にまで到達している事例もあったが、宅地の不同沈下には至っていない事例である。よって建物の不同沈下に比べると、比較的安価に対処できている。しかしながら、こういった空洞化が生じている段階で大地震などが発生した場合には、被害が増大した可能性も否めない。陥没しても安価に修復できるからといって、陥没を軽視すべきでないと考えている。

〈謝辞〉 本報文作成に当たり、事例資料の提供をいただきました(株)グラウト工業に、ここに記して深く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 桑野玲子：地盤陥没の起因となる地中空洞の生成・発達メカニズムとその調査事例、「神戸の減災研究会」主催セミナー、2014.1.