

# 住宅基礎地盤の盤ぶくれに関する事例

(株)仙台技術サービス 高桑 卓也・佐藤 一夫・斎藤 重則

## 1.はじめに

本報では、宮城県内のある戸建住宅において、原因不明な変状が継続して発生していた宅地について、変状要因究明のために各種詳細調査を実施した結果、泥質岩(軟岩)の化学的風化に起因した盤ぶくれと想定され、応急措置による変状抑制の効果を確認した事例を紹介し、今後の課題に関して、過去の研究例<sup>1)2)3)</sup>も勘案し、報告するものである。

## 2.地形・地質的な位置づけ

調査地周辺の地形は、河川沿いに発達した段丘、標高100m以下の丘陵地、丘陵地間を本流へと流下する枝沢および宅地造成等に伴う人工的な土地改変地で特徴づけられる。当該地は、南東方向に伸張する尾根(丘陵地)の末端を切土により造成された人工的な土地改変地に相当し、日当たり、風通しともに良好であり、地盤の排水性にも問題はない。当該地に近接して切土のり面が認められ、ここではほぼ水平方向の堆積構造を有する泥岩が分布している。新生代東北本州弧地質資料集<sup>4)</sup>によると、この岩盤は中新世の槻木層上部砂岩・シルト岩に相当するものと判断された。

## 3.考えられる変状要因および調査方針

まず、変状状況を聞き取り及び現地観察により以下の事柄が確認できた。

- ①新築時より床下の間隔が狭まっている。
- ②床はいたるところ波打っている。
- ③数年間、継続して変状が発生している。
- ④住宅基礎は切土のり面に分布する岩盤と同様の泥岩(N値50以上)に、直接基礎形式で支持させている。
- ⑤床下は乾燥条件下にあり、床下の泥岩に吸水膨張を起こした形跡がない。

以上のことから、この地盤の地耐力に問題はなく不同沈下は考えにくい地盤であるため、変状要因は盤ぶくれによるものと判断した。

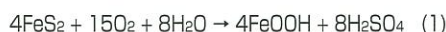
建築物基礎の盤ぶくれによる被害は、諸外国や日本でも報告されており、この要因として従来から膨潤性粘土鉱物によるもの<sup>1)</sup>と考え

られていた。しかし、福島県いわき市における盤ぶくれでは、膨潤性粘土鉱物を要因とした場合に説明できない種々の現象が認められた。このことから、大山他(1998)<sup>2)</sup>は、化学変化と微生物の関与による盤ぶくれの機構を解明している。

今回のような特徴を持つ盤ぶくれは、岩石の単純な吸水膨張では説明できないが、大山他(1998)<sup>2)</sup>により報告された事象に酷似していた。

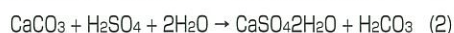
それは、黄鉄鉱を含む泥質岩(軟岩)において、微生物が触媒の役割を果たし、化学変化により石膏を析出し、その結晶圧で盤ぶくれが発生するものである。この機構の盤ぶくれは、数年以上も継続すること、乾燥条件下(酸化領域)の床下で発生することおよび、泥岩を盛土材として使用した場合にも発生することが特徴である。変状が顕著な場合には、床下に石膏の結晶が析出している場合が多い。

黄鉄鉱は地表より供給される酸素により酸化され、酸化鉄や水酸化鉄と硫酸が生じる。



黄鉄鉱 酸素 水 水酸化鉄 硫酸

黄鉄鉱の酸化により生じた硫酸は、方解石などの鉱物を溶解させる。溶解した化学成分は、屋外では雨水が浸透するため流出するが、床下では地面からの水の供給がなく床下が乾燥しているために、水は下から上へ移動し蒸発するため化学成分も水分とともに浅部に移動濃集し石膏などの硫酸塩を析出する。



方解石 硫酸 水 石膏 炭酸

大山他(1998)<sup>2)</sup>によると、石膏の結晶成長圧は晶出実験では20kPa程度、盤ぶくれを起こした地盤の上載圧からは70kPa程度、の圧力を発生する。これまでの事例では、戸建住宅などの軽量な構造物を押し上げる力はあるが重量構造物には影響を与えていない。

そこで、今回は基礎地盤の構成鉱物をX線回折による同定を行うことにした。

#### 4. 調査結果および考察

##### (1) X線回折結果

過去の事例<sup>2)</sup>より、変状要因となる鉱物である黄鉄鉱、方解石、石膏の存否を確認するためX線回折を実施した。その結果を表-1に示す。

表-1 X線回折結果

試料採取位置	試料の状況	黄鉄鉱	石膏	方解石
床下20cm	風化	×	◎	×
床下10cm	風化	×	◎	×
露頭	風化	×	◎	×
露頭	風化	×	×	×
NO.1孔	未風化	○	×	×

◎：バルクで普通に検出 ○：バルクで僅かに検出  
 ×：バルクで検出されない

##### (2) 考察

以上の調査結果および過去の事例<sup>1)2)3)</sup>を総合的に勘案すると、変状要因は泥岩中の黄鉄鉱の酸化により生じる硫酸と基礎地盤中の何らかのカルシウム分が化学変化をおこし、析出した石膏の結晶圧によるものと想定される。(図-1参照)

石膏生成の原材料となるカルシウムの供給源を特定することは出来なかったが、調査地周辺の露頭より貝殻細片が確認されていることから、基礎地盤中に何らかのカルシウム分が存在しているものと考えられる。また、床下の試料について、土懸濁液のpH試験を実施したところ、pHは3.6~4.4と低い値を示し強い酸性土壌であることが確認された。これも黄鉄鉱の化学的風化が影響している可能性が考えられる。

##### 5. 対策

以上の結果から、当該地における盤ぶくれは泥岩の化学的風化によるものと判断し、昨年8月床下の泥岩を化学変化から防ぐための応急措置として、床下からの水分の蒸発を防ぐ目的でビニールシートを被覆した。その後、変状の進行しやすい秋雨を経過した時点でも異常は認められないため対策工としての成果は確認されている。

今後、変状の進行しやすい季節(梅雨時期)を経過しても異常が認められないようであれば、恒久的な対策工を考える必要があり、その方

法としては床下をコンクリートなどで密閉する案が考えられる。

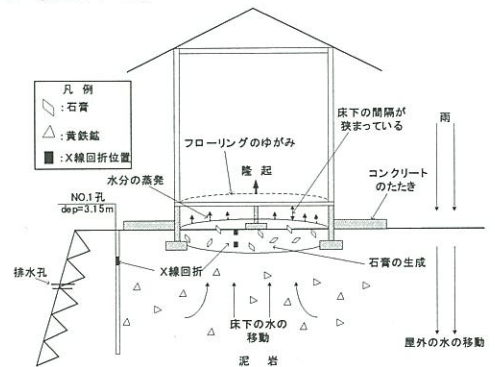


図-1 地盤変状機構の模式図

##### 6. おわりに

今回の調査は、黄鉄鉱を含有する第三系泥質岩分布域での盤ぶくれ発生の危険性を示唆するものである。

この種の変状に対する設計・施工上の留意事項として次のことが挙げられる。

- ① 新第三系泥質岩の分布域である丘陵地や山地で掘削を伴う土木工事の場合、盤ぶくれが発生する可能性があることを認識する。
- ② 基礎掘削に伴い岩盤の新鮮部を露出させた場合に盤ぶくれが発生する例が多い。したがって、基礎底面における岩盤の風化の程度を把握する。
- ③ 露頭において、泥質岩がスレーキングを起こしやすいものか、黄鉄鉱を含有するか、石膏が析出されているかを確認する。

##### 参考文献

- 1) 石田良二, 神藤健一: スメクタイトを含む軟岩の劣化防止に関する研究, 応用地質, 第35巻, 第5号, pp1-14, (1994)
- 2) 大山隆弘, 千木良雅弘, 大村直也, 渡部良明: 泥岩の化学的風化による住宅基礎の盤ぶくれ, 応用地質, 第39巻, 第3号, pp261-272, (1998)
- 3) 高森洋 積水ハウス: 特集住宅の基礎(戸建住宅の基礎) 戸建住宅における基礎の事故と対策, 基礎工, VOL.20, No.12, pp52-61, (1992)
- 4) 北村信: 新生代東北本州弧地質資料集, 第3巻-その4-, 島弧横断ルートNo.25, (1986)