

家屋変状と膨潤性地盤について

日本地研株式会社 正員・古賀靖人 荒井孝明
下川明人 武野景夫

1. よえがき

今回、私共が変状調査した家屋は古第三紀層の緩やかな丘陵地を約10年程前に切り盛りして作られた造成地に建てたもので、変状はノーティング上の床梁が浮き上がり、ふすまや扉には最大3cmの開きがあり、外周の基礎ブロックにはフラックが生じ、庭先の表面は膨れ上がり乾燥した水田に見られるような亀甲形のヘアークラックも認められる。屋内の水準測定の結果、高低差は6.5cmあり、中心部で高くなっている。

一般に家屋の変状は上部構造に欠陥をもつ変形と、基礎に問題をもつ変形の二つが考えられる。後者では更に単純ミス(例えば不十分な転圧による沈下)によるものと、地形の変化や風化作用などの外的要因によって地盤そのものが変質して起こるものに分けられる。

当家屋の変状は、変状の形態から推定して、地盤の膨張による基礎の浮き上がりが原因と判断された。そこで判断資料の裏付けとして、現地試料と採取して基礎地盤の膨潤特性を実験的に検証した。

2. 基礎地盤の膨潤特性の検証

基礎地盤の地層は敷地内3箇所の堀削によれば、地表より1.0mまでは白色凝灰質頁岩の風化層で、上部0.5mは粘土化している。風化層の下位には暗褐色の未風化頁岩が認められる。試験は前述の風化層で採取した試料を用いた。現地盤の物理試験結果と表-1に示す。

2-1. 粘土鉱物の分析方法と結果

(i) X線分析。粘土鉱物の層構造の違いによりX線をあけると回折をし、その回折X線をディフラクトメータで自記記録した結果、主な粘土鉱物はモンモリロン石でその中の10%前後は絹雲母成分を含むことが確認された。(ii) 示差熱分析(D.T.A)。約100~300℃の吸熱ピーク、650~700℃の吸熱、それに900℃から始まる発熱ピークのモンモリロン石特有のD.T.Aパターンが認められた。(iii) 電子顕微鏡観察。どの試料とも葉片状のモンモリロン石が認められ、その大きさは1μm程度であった。

以上の粘土鉱物の分析より、風化層の粘土鉱物はモンモリロン石で、当地盤の上部土性と支配していると判断される。

モンモリロナイトが膨潤性粘土であることはよく知られているが、現場での風化、膨潤過程を見るために膨潤特性試験として、乾湿繰返し、吸水膨張量、膨潤圧試験を行った。

2-2. 膨潤特性試験の結果

(i) 乾湿繰返し試験。一回の乾湿で岩片は土状になり、乾湿に対して著しく弱い基礎地盤といえる。(ii) 吸水膨張量試験。CBR用モールドで採取した試料を96時間水浸して鉛直方向の変位量を測定した。図-1に試験結果を示す。乾燥密度が大きい程膨張

表-1 物理試験結果一覧

項目	地点	NQ 1	NQ 2	NQ 3
G _s		2.80	2.82	2.80
W _L (%)		83.4	78.4	69.2
W _p (%)		35.2	32.5	29.1
I _p (%)		48.2	45.9	40.1
粒度 (%)	礫	10.9	5.4	13.3
	砂	15.4	20.9	20.0
	シルト	52.7	41.7	52.7
	粘土	21.0	32.0	14.0
W _n (%)		45.4	48.3	31.5
ρ _t (g/cm ³)		1.707	1.669	1.682
日本統一土質分類		CH	CH	CH

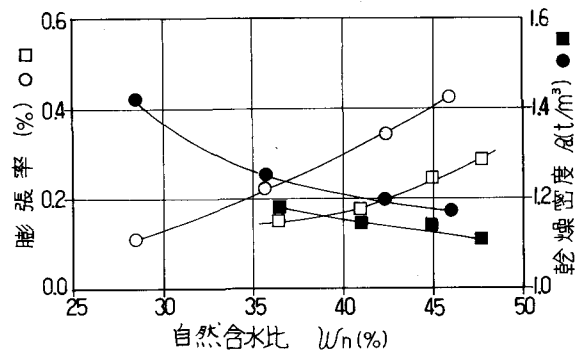


図-1 含水比と膨張率の関係図

率は小さい。これは密度が高い程透水が悪くなり膨張に必要な水分補給に長時間必要となるためと考えられる。又、切土時の応力解放などの程度初期の膨潤に影響を与えていたかを知るため、切土時の上被りに相当する荷重を載せ圧密したのち荷重を除去して水浸させたときの結果を図-2に示している。載荷重のない場合に比べて大きな膨張量を示しているが含水量の増加は小さいことより、この膨張量は弾性的復元によるものと考ええる。(ii)膨潤圧試験。膨潤圧試験は圧密試験機に含水比を調整した試料と一定密度になるように静的に圧入して、鉛直方向の変位と拘束し、24時間水浸させたときの最大圧を測定した。図-3に示すごとく初期含水比が大きくなれば膨潤圧は減少し、試料が厚いほど膨潤圧が大きくなる。今回の試験は24時間で測定を中止しているが、初期含水比が大きく試料厚が薄いほど膨潤圧が一定になる時間は短くなっている。

3. 家屋の膨潤に及ぼす影響

図-4に現地盤の深さ方向の自然含水比分布を示すが、家屋で表面と被覆された所と露出した所では異なった分布としている。特に深さ50cm以深ではその違いが明らかである。この深さは風化の著しい粘土層の下限位置と一致し、地表水や雨水等の自由な浸入深さと考えられる。

自然状態でも地盤内の自然含水比は季節的に変化し、表層地盤では、収縮と膨張が繰り返されている。膨潤に必要な含水量の増加は自由水の移動だけでなく、家屋建設によって地盤に温度差が生じれば起こり、同一地盤内でも地表条件の差によって不平等な膨潤作用が発生したと考えられる。

4. むすび

以上の実験及び粘土鉱物の分析結果と踏まえ、家屋の変状に致るまでの過程を考察すれば、モンモリロナイトを含む膨潤性をもった地盤が切土による応力解放によって、亀裂の発生、有効間隙の増大を生じ、雨水などの浸透を容易にし、家屋建設までの約2年間、表層地盤は乾湿繰返し作用で風化した。家屋建設後は膨潤の進行が同一地盤内でも違いを見せ、拘束圧の違いもあって不平等な膨潤圧が生じ、家屋に変状をもたらしたと考えることができる。今回のように造成後約10年、家屋建設後8年にして家屋に被害をもたらしたことは、膨潤に必要な水分の移動が比較的遅く、相当な時間を必要とすることと物語っている。

参考文献

- 1) 「土の物理学」土壌物理研究会編
- 2) R.N.ヤング, B.P.ワケン著; 「新編土質工学の基礎」

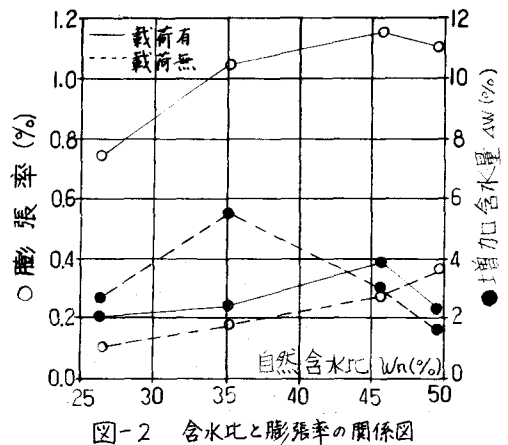


図-2 含水比と膨張率の関係図

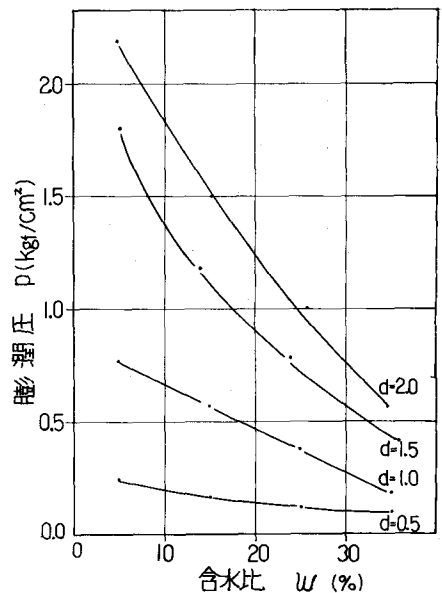


図-3 含水比と試料厚と変化させた場合の膨潤圧

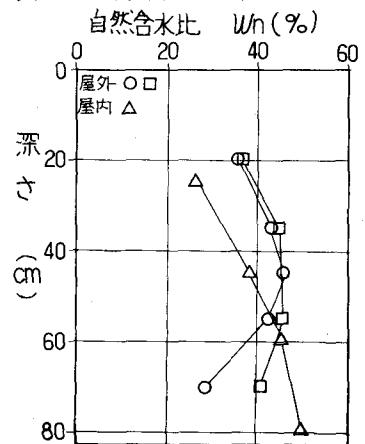


図-4 深さによる含水比変化