

盛土地盤上に建設された構造物の降雨による沈下挙動

日建設シビル 正会員 片上典久
理化学研究所 大塚 孝
日建設 山野祐司

まえがき

丘陵地を開発した造成地の盛土地盤において建物が沈下し問題となることがある。この原因としては、水みちによる土砂の吸い込みや、地下水位上昇に伴う有効効力の減少などが考えられる。

本文では、造成後 10 年以上経過した盛土地盤において大型の載荷試験を実施し、沈下計測中に降雨により沈下が発生したのでその現象について報告する。

1. 地盤並びに試験条件

本件で対象となった地盤は、兵庫県佐用町で最大盛土高さ 50m の造成地盤である。

敷地地盤は、礫岩、変斑レイ岩により構成されていた丘陵地を造成されており、盛土材は風化した礫岩や、地表面に分布していた崩積土である。粒度組成は、礫分、砂分、細粒分がそれぞれ 50%、30%、20%で構成される。ここに約 800m の線状構造物の建設が計画された。計画地の地質推定断面図の一部を図-1 に示す。

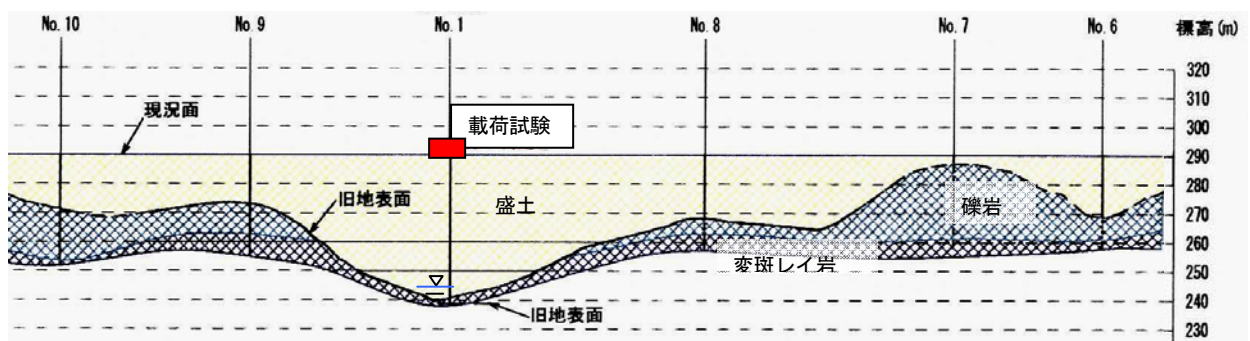


図-1 推定断面図

計画建物は、盛土と切土にまたがっており、建物の基礎構造を検討するために直接基礎を想定した載荷試験を実施し、長期間の沈下を計測した。

載荷試験は、実物の半分程度のスケールを想定して基礎の形状を 5.4×5.4m の正方形とし、計画時の床付け面である GL-2m を載荷面とした。なお、載荷試験を実施した地点の地下水位は、観測の結果 GL-45m 付近であった。

沈下測定は、深さ 55m の地盤調査用のボーリング孔を利用し、孔底の基盤岩を不動点としてカーボンロッドの一方を固定し、他方を載荷ブロック内に設けた変位計に接続した。

沈下量は、載荷ベース (5.4×5.4m) に相当する 0.5m のコンクリート打設後に変位計を取り付け、1 時間に 1 回のピッチで計測した。

コンクリートブロックの建設は、1 日で 2m、中 2 日空けて再びコンクリートを打設し、最終的に写真-1 に示すような載荷ベース面から 6m の高さのコンクリートブロックを建設した。

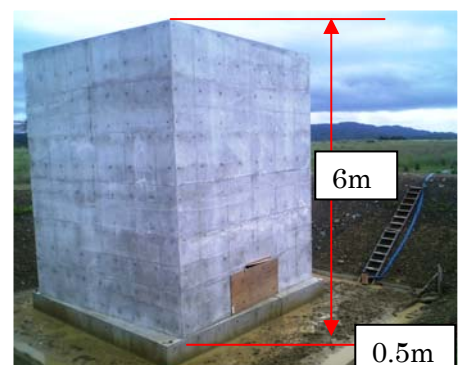


写真-1 載荷試験状況

2. 観測結果

載荷試験中の沈下挙動を降雨量の関係と共に図-2 に示す。同図によると荷重の増大と共に沈下量の増分が相対的に大きくなっていることがわかる。また、沈下挙動はほぼコンクリート打設中に大半が終了する即時沈下盤の変形、載荷試験、盛土

下であり累計 51mm の沈下が確認された。

6m までコンクリートブロックが建設された 10 日後の 8 月 18 日 15:00 から 19 日 9:00 の間に 2~9mm/時間、累計 68mm の降雨があった。この間、降雨が溜まり一時的にコンクリートブロックが冠水しているが、GL-45m の地下水位はほとんど上昇しなかった。

沈下は、降雨が始まって 7 時間後の 8 月 18 日 23 時から始まり、8 月 21 日 12 時までに 11mm の沈下が発生した。その後は、9 月 6 日に 6 時間で 90mm の降雨があり降雨がありコンクリートブロックが冠水したことを確認したが 8 月 18 日に観測したような沈下挙動は確認されなかった。

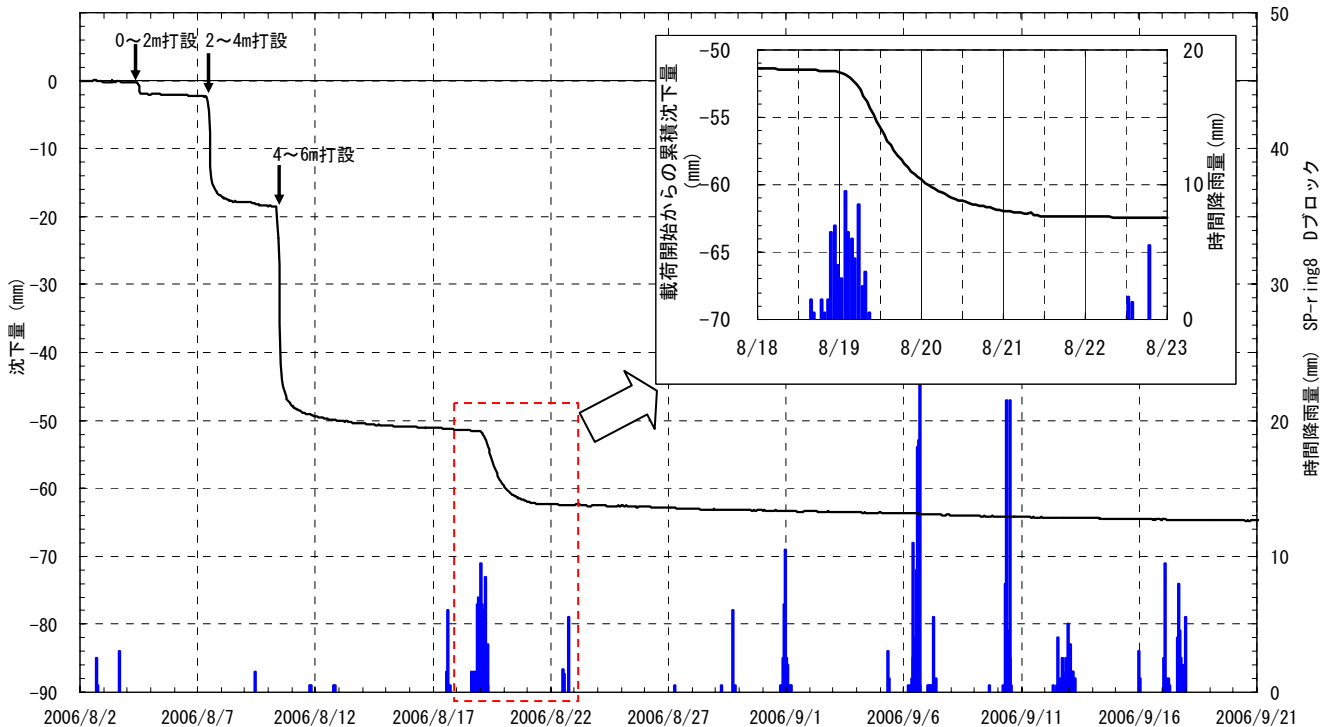


図-2 荷重試験中の沈下挙動と時間降雨量

3. 考 察

コンクリートブロック建設時における地盤の変形係数は、沈下量 (S_E) から (1) 式に基づき、基礎の剛性を無限大 ($I_s=0.88$)、ポアソン比 ($\nu=0.3$)、接地圧 ($q=141\text{kN/m}^2$) として推定すると $E_s=12\text{MN/m}^2$ と計算される。降雨時の沈下挙動を含めた場合には変形係数は 9.8MN/m^2 となり、約 2 割小さな変形係数となる。

$$S_E = I_s \frac{1-\nu^2}{E_s} qB \quad (1)$$

地盤の支持力は、別途締め固めて作製した供試体で実施した三軸 CD 試験の結果によると $\phi_d=34^\circ$ であり、根入れが無いと考えて建築基礎構造設計指針に基づき極限支持力を計算すると 570kN/m^2 である。従って、荷重試験時の最大接地圧 (141kN/m^2) は極限支持力の約 25% に相当する。

既往の研究^{*}によると密締めの砂地盤において極限支持力の 30% 程度の荷重で荷重中に、地表面付近まで地下水が上昇すると沈下が発生しており、この時の挙動は地盤の有効応力の変化に伴う要因であることが指摘されている。

今回の挙動は、既往の研究と同様に地下水の浸透に伴い一時的に有効応力が減少し、その影響で沈下したことが考えられる。これに加えて今回の現象は、荷重面直下で局所的な土塊の再配列が発生したことも考えられる。水侵に伴う沈下は、地盤の透水性や浸透時間、土塊の構成、間隙比などが複雑に関与しているようである。

これらの現象から考えると、造成地で雨水の浸透による沈下が懸念される場合には、基礎直下への雨水の浸透を防ぐ対策や極限支持力に対し余裕を持った接地圧を設定すること、或いは沈下することを念頭におき容易にメンテナンスができるような対策が必要である。

参考文献：片上典久、斉藤邦夫、片桐雅明：地下水上昇と基礎の支持挙動に関する実験的研究、日本建築学会大会学術講演梗概集 B-1, pp669~670, 1999 年 9 月