

根切り工事における品質保証 (計測管理による山留め事故の未然防止事例)

A Case History of Quality Guarantee in Excavation Work

青 木 雄二郎 (あおき ゆうじろう)

東急建設(株)技術研究所 室長

沼 上 清 (ぬまかみ きよし)

東急建設(株)技術研究所

秋 場 堅 一 (あきば けんいち)

東急建設(株)横浜支店工事計画課 課長

窪 倉 隆 (くぼくら たかし)

東急建設(株)横浜支店工事計画課

1. ま え が き

根切り工事を実施していて、場合によっては問題が発生した工事を、幸いにも計測管理によって未然に防止できた事例を報告する。

山留め壁の変形を計測しつつ工事は順調に進捗していたが、急に壁の変形が管理基準値を上回り始めた。原因を追求した結果、山留め壁の支持層への根入れ不足が分かった。

過去の事故例を見ても、設計施工上の不備に加えて、異常発見の手遅れが致命傷になったケースが多い。今回報告する事例は、支持地盤の急激な変化を事前に把握できないまま着手してしまった根切り工事が、計測管理によって難を免がれた工事報告である。

2. 根切り工事と計測管理の計画

工事場所は、横浜市港北区にあり、多摩丘陵の南東縁で下末吉台地を鶴見川が開析した沖積地に位置する。敷地から台地の裾までは約20mと近く、近隣には倉庫などの建物が多い。敷地内で実施された3本のボーリング調査結果によれば、地表面下3mの埋土層、5～6m厚の沖積砂質シルト層($N=5\sim10$)と続き、地表面下9～11mで固結シルト層(土丹, $N>50$)が認められている。地下水位は、ボーリング孔内水位で2～3mである。図-1は、地盤調査報告書に示された地層断面推定図である。根切りの平面形状は、図-2に示すように、建物の平面形状に沿って26m×42mの辺長をもつL形である。根切り深さは約13mで、建

物の基礎は土丹層を床付け地盤とするべた基礎(設計地耐力度 50tf/m^2)で設計されている。

沖積地盤での13mの根切り工事は、ごく普通の中規模の工事である。山留め壁はソイルセメント柱列

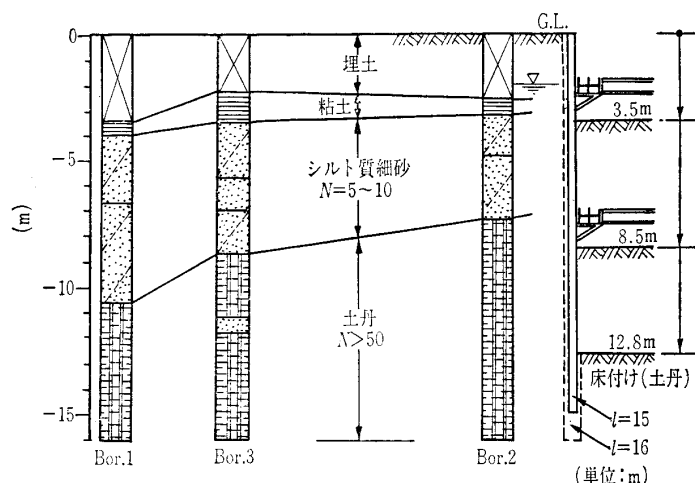


図-1 地層断面・根切り断面(計画時)

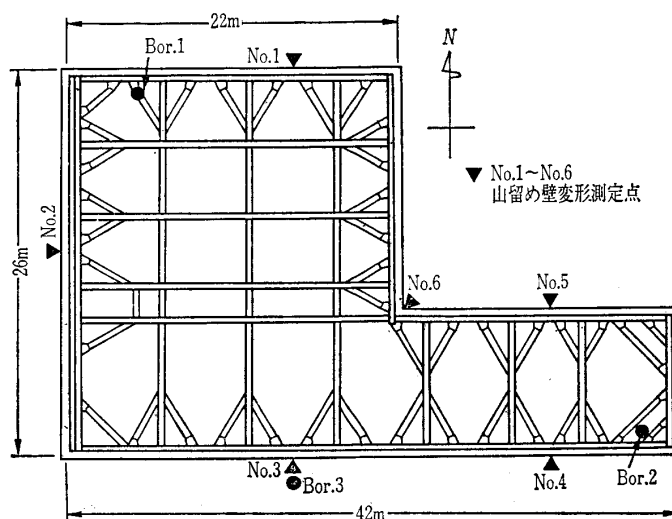


図-2 山留め平面

事例報告

の止水壁とし、切梁・腹起しは鋼製2段で計画した。山留め壁は16mで、山留め壁の芯材(H-450×200)は15mとし、最終根入り底より土丹層に2m根手れすることによって、大きな受働抵抗と締切り工法を期待した。排水計画は、締切り内での釜場排水とした。

計測管理の規模は、一般的には、根切り工事の規模と難易度から決められる。この程度の現場では、筆者らは隣接表層地盤の変位計測に加えて壁の変形計測を2箇所程度実施していることが多いが、それでも今日の数多い根切り工事現場の中では、密な管理の部類と思われる。

山留めの設計は、一般的には二次元で検討されている。今回は現場の根切り平面がL字型をしていることから、挿入式傾斜計を用いた壁の変形計測箇所を平面的に6箇所とした。そのほかにも、壁の応力、切梁荷重、地下水位、周辺地盤変位などを計測し管理した。

山留めの計画設計は、土質定数に基づく土圧計算結果を踏まえ、側圧係数を0.5とし、山留め壁の応力と変形を弾性法で計算した。その結果、2段切梁架設直後の最大変位量は約2cmと求まっている。

3. 根切り工事の進行と計測値の異常

ソイルセメント柱列壁の施工機種は、150VAと呼ばれるもので、この現場での地盤と壁長からは多少過能力の機種であった。1次根切り(GL-3.5m)は、西側から始まり、1段切梁の架設から2次根切りと工事は順調に進んだ。1次根切り直後は、いずれの測点においても、山留め壁頭部の最大変位量が、管理基準値(管理値)を下回った。No.2測点では、根切り底以深でほかの測点より多少大きく変形したが、根切りがこの部分から着手されたことによる影響と考え、それ以上の検討をこの時点では加えなかった。

図-3に、1段切梁プレロード後から、2次根切り終了までの山留め壁変形の変化を、各測点ごとに管理値と比較して示した。No.2測点とNo.5測点を除いては管理値を大きく下回り、全く問題はない。しかし、No.2では根切りの進捗とともに変形が着

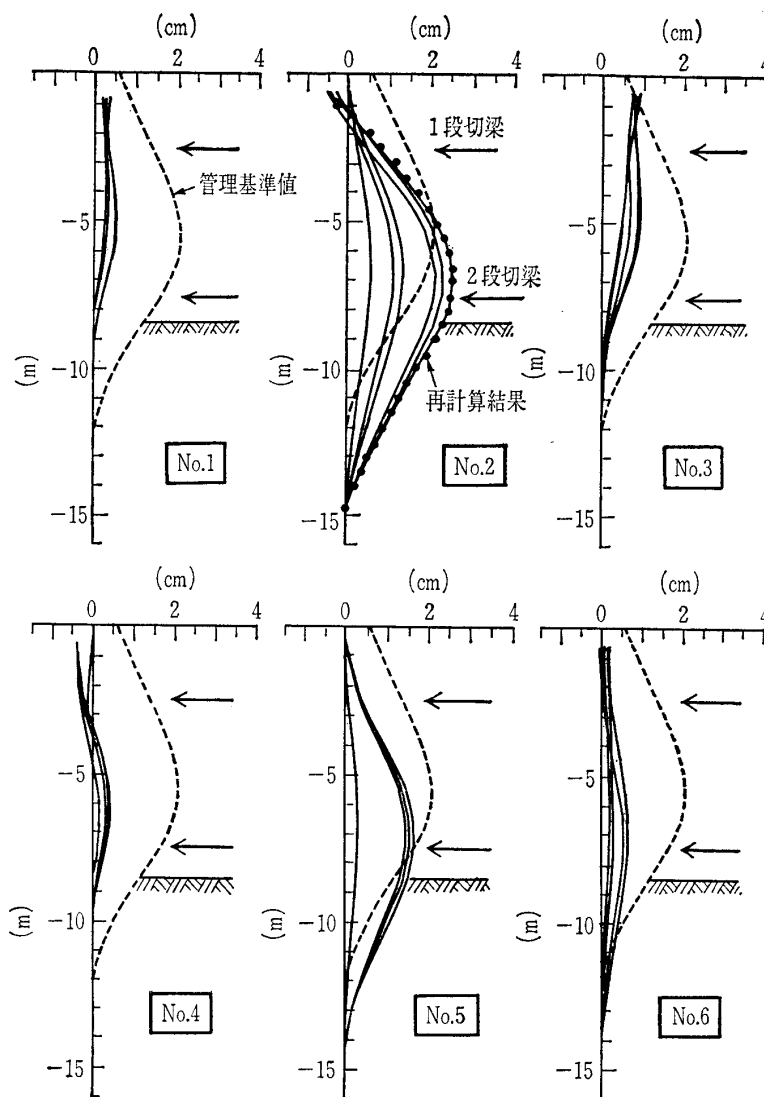


図-3 2次根切り時の変形経過

実に進み、根切り底以深での変形が管理値を大きく上回ってきた。No.5では、最大変位量こそNo.2より小さいが、下方部でのほらみ傾向はNo.2と同じである。

管理基準値は、設計値に対する80%値と100%値の2段のステップを設けた。第1ステップでは、設計者と施工担当者が協議し以降の管理をより慎重にして施工を続けることとし、第2ステップでは、原因を調査し必要に応じて施工法を変更するなど対策を検討することとしていた。

2次根切りの終了段階で、2箇所の測点の変形量が管理値を上回ったのをうけ、2段切梁を架設した後、その原因と対策を検討した。

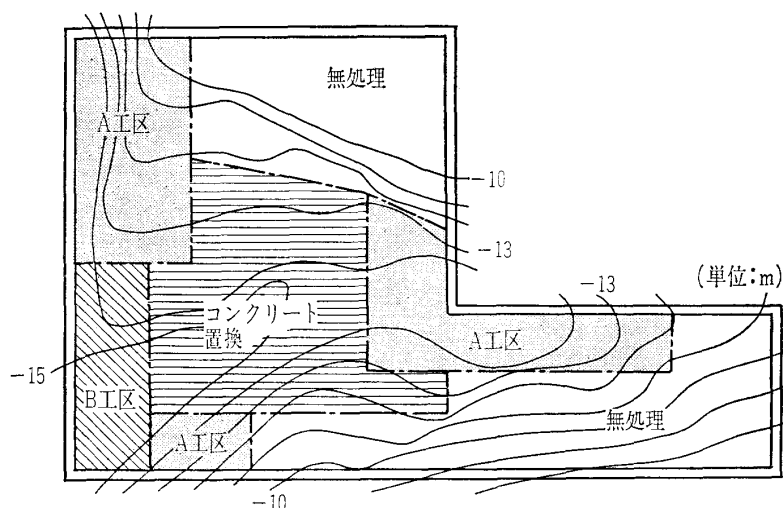


図-4 土丹層推定等深度線・対策工事区分

4. 過大変形の原因調査

計測データにまちがいのないことを確認した後、原因を現場に求めた。

変形が設計値を上回ったのが一部の壁であること、さらに根切り底以深で大きく変形していることから、山留め壁下端の支持層にまず疑いをもった。ボーリング調査に先だって、即時に実施できるサウンディング調査を行った。その結果、変形の大きい箇所では、山留め壁の下端に設計上見込んだ土丹のないことが分かった。

引き続き計14本のボーリング調査を実施した。図-4は、その結果に基づいて描いた土丹層上位面の推定等深度線図である。敷地の東方は洪積台地であり、西方は南から北の方向に台地の開析谷が走って

いる地形であるから、台地を刻んだ川の小さな枝が敷地の中へ入り込んだために土丹層が急激に長細く洗掘されたものと考えた。その後の根切り工事中、敷地内の谷部に半ば腐植した流木が埋没していた。追加ボーリング調査から、土丹層の上には締まった礫まじり細砂層が堆積していることも認められた。追加調査で明らかになった土丹の深度を用いて山留めの設計計算¹⁾をやり直すと、図-3 (No.2) に示したように、現状の変形形状と良く一致する。

当初の根切り計画では、止水壁を土丹層に根入れした締切り工法としたことから、地下水位面(GL-2m)からの静水圧を外力として設計に取り入れただけで、地下水に関してはそれ以上特別の調査は行っていなかった。しかし、壁の根入れ不足から締切り工法でなくなったため、これからの対策を検討していく上で、地下水の状況把握が極めて重要となった。地下水位面は、GL-14mまで全層ストレーナーとした観測井で連続して観測を続けた。

図-5には、地下水位の変化を降雨量と合わせて示した。場内で行った追加ボーリングは、土丹層中に介在する砂層を貫通してその孔口から地下水が自噴したこと、さらに、追加ボーリング本数が多かったこともあって、調査開始直後から観測井での孔内水位が徐々に低下しはじめ、最終的には、GL-6m前後に落ちついた。これらから、GL-2mの水頭

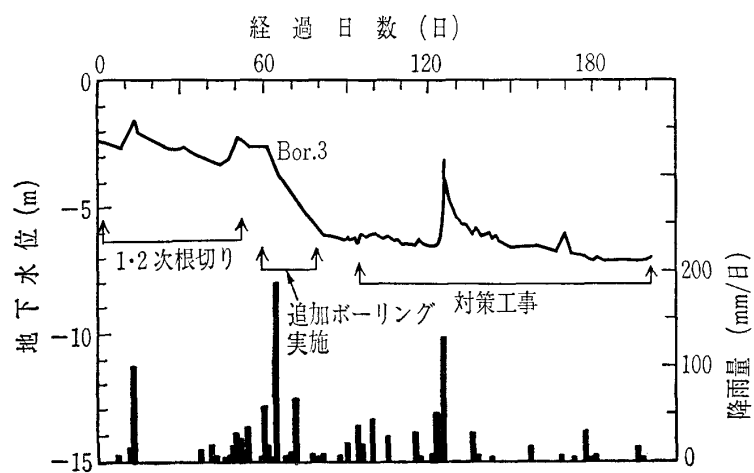
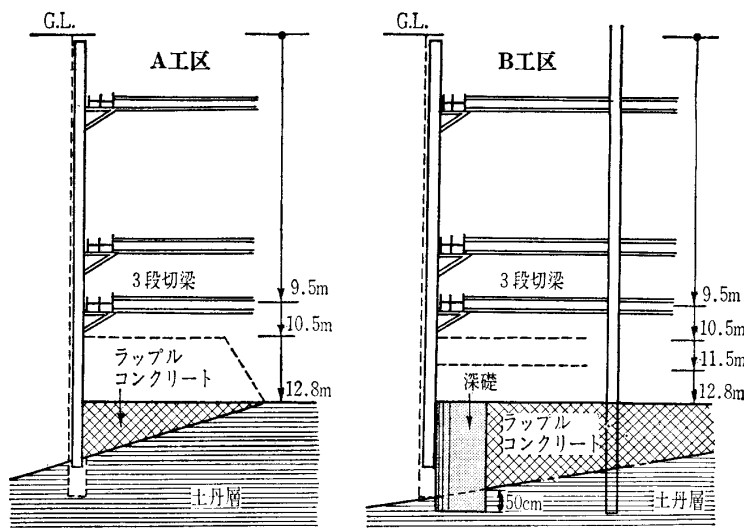


図-5 地下水位の経時変化

事例報告



図—6 対策工事断面

は、土丹層中の細砂層の被圧水頭であり、沖積シルト層の地下水位面はGL-6mと判断し、対策工の検討に資した。

5. 対策工事の検討

山留め壁の根入れ不足が確認でき、地盤や地下水の状況がより正確に把握できたので、引き続き対策を検討した。

基礎の支持地盤深度が変わったため、基礎工法の変更も含めて対策を検討した。敷地に余裕がないうえ、根切り途上での対策工であるため、施工機械は小型に限定された。設計床付け深度から支持地盤となる土丹層までの間は、地盤改良あるいはラップルコンクリート地業の二者択一となったが、前者については、地下水の廻り込みによる山留めの安定が危惧されたことと、改良後の強度が設計値を十分に満足しないことから、後者の方法を採用することとした。

山留め壁に沿った部分でのラップルコンクリート打設の方法についても、高水頭下で山留め壁下部の安定を保ちながら掘削をするため、ディープウェルによる排水工法を併用して掘削するとともに、1回の掘削量を12m³程度と極めて少なくし、掘削後ただちにコンクリートを打設する方法を繰り返した。また、特に掘削が深くなる部分には深礎工法を用い、掘削中の側圧を鋼製リングで負担させることとした。

上記の方法にて山留め壁に沿ってラップルコンク

リートを打設した後、中央部分をコンクリートで置換した。これらの区分割りを図—4に、断面図を図—6に示した。なお、コンクリートによる置換工事に先だって、1段および2段切梁とほぼ同じ配置で3段切梁を架設しておいた。

6. 計測施工による工事の再開

先に述べた深礎工法を用いた対策工法を施工する時、山留め壁がどのような変形挙動を示すかを事前に解析した。2段切梁を架設後、対策工事中の変形はほとんど進まず、切梁荷重の増加もなかった。計測管理によって対策工の効果を確認しつつ、床付けまで施工は順調に進められた。

なお、今回の事例の発端になった山留め壁施工時での支持層への根入れの確認については、結果的にはできていなかったわけであるが、高トルク施工機と土丹層直上の砂層に起因したものと考えている。

7. ま と め

今までに幾度となく指摘されてきたことであるが、改めて計測管理の重要性を再認識した工事事例を報告した。山留め壁の変形が管理値を上回ってきたことを早期に確認でき、その変形形状を検討することからその原因を推測できた。さらに、その後の対策工についても、工法の安全性、設計の妥当性を計測管理によって確認しつつ、工事を進めることができた。

山留め壁の工事に限らず、杭工事やアンカー工事においても、施工時の状況や情報をできるだけ正確に、かつ定量的に把握することと、それを記録にとどめておくことが基礎工事において品質を保証する大切な条件となる。

最後に、解析面で御指導をいただいた早稲田大学理工学研究所の風間了教授に、誌面を借りて厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 古藤田喜久雄・風間 了・丸山今朝美：山どめ壁および杭の水平抵抗に関する研究（その3），第10回土質工学研究発表会発表講演集，pp.875～878，1975。（原稿受理 1991.4.1）