

III-447 リチャージによる山留め壁の背面水圧について

㈱竹中工務店 正会員 ○中崎英彦 小田大司  
 ㈱竹中土木 藤井建輝

1. まえがき 最近の大都市圏の地価高騰により地下空間の積極的な利用が計られ、大深度掘削工事が、多くなってきた。それにより地下水の揚水は莫大な量となり、周辺地盤への影響を及ぼすので、リチャージ工法のより工事中の揚水を地中に戻して地下水環境を保全する事が重要視されるようになった。しかし、その反面、大都市圏においては、敷地の条件によりリチャージ Jewel と山留め壁を近接施工する事を余儀なくされる場合が多く、リチャージによる山留め壁の背面水圧の影響を無視できないケースが増えている。本報告は、上記のような条件下における工事において、リチャージによる山留め壁の背面水圧の影響について述べるものである。

2. 概要 実験サイトには、図-1, 2 に示すように大深度掘削の行われる都内のビル新築工事現場を選定した。地下工事概要は、敷地面積が約 6,000 m<sup>2</sup>、掘削面積が約 5,000 m<sup>2</sup> であり、掘削深度は G.L -32 m (一部 -25 m) であり、敷地いっばいに地下構造物が建設される。山留め壁は、ソイル柱列壁で下端深度は G.L -36 m (一部 -28 m) ある。土層構成は、図-3 にしめすように G.L -4.0 m までは埋め土で、G.L -4.0 m ~ G.L -20.0 m は有楽町層でシルト質砂及び砂質シルトの互層となっており透水係数は、 $10^{-4} \sim 10^{-5}$  (cm/sec) であり不透水層とみなして良い。G.L -20.0 m ~ G.L -38.0 m までは、江戸川層 I で細砂からなっている。その透水係数は、 $10^{-2} \sim 10^{-3}$  (cm/sec) であり、この層は全水頭値  $H = -13$  m の被圧帯水層である。それ以深は、江戸川層 II・III でありシルト質細砂と砂質シルトの互層からなっており、透水係数は、粒度分布より  $10^{-4} \sim 10^{-5}$  (cm/sec) と考えられる。また、これ以深の層では、被圧帯水層は認められなかった。

3. 地下水解析

3.1 検討概要 解析の対照となる層は、図-2 に示した通り G.L -20.0 m ~ G.L -38.0 m 被圧帯水層とし、その上下層部分は、不透水層とし検討の対照から除外した。平面 2 次元モデルでは、図-2 に示すようにリチャージ Jewel が浅井戸になっているので断面を等価的に表現されないが、容易に解析できる平面 2 次元モデルでまず検討し、その後 3 次元モデルで検証した。

3.2 平面 2 次元解析 以下に示す検討範囲、境界条件及び材料条件を用いて有限要素法により解析を行った。

(1) 解析モデル

① 検討範囲の設定 タイスの式より影響半径を設定し、

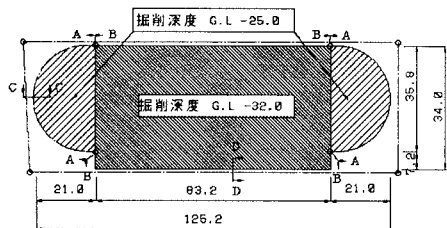


図-1 平面図

表-1 土層構成表

地層名	主な土質	透水係数	深さ
埋土			-4
有楽町層	シルト質砂 砂質シルト	$10^{-4}$ $10^{-5}$	-4 ~ -20
江戸川層 I	細砂	$10^{-2}$ $10^{-3}$	-20 ~ -38
江戸川層 II	シルト質細砂 砂質シルト	$10^{-4}$ $10^{-5}$	-38 ~

単位: m (n/sec) (m)

図-2 断面図

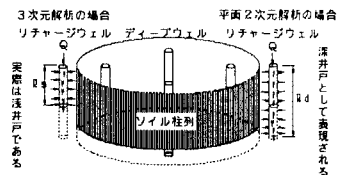


図-3 モデル比較図

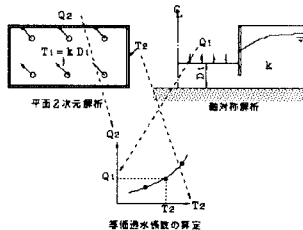


図-4 等価透水量係数の算定方法

検討範囲は 1000 m × 900 m とする。

② 各要素の透水量係数の設定 平面2次元解析では山留め壁下部や内部掘削面の透水量係数を表現しにくいそこで、図-4 に示すように山留め壁下部の透水量係数は軸対称解析による揚水量と平面2次元解析による揚水量が等しくなるように等価透水量係数を求めた。

また、内部掘削面の透水量係数は、最終掘削時の層厚にその層の透水係数を乗じて求めた。

③ 境界条件 検討範囲外周部は、全水頭  $H = -13$  m とする。ディープウェルは、G.L.-40 m まで水位を下げるとし、リチャージウェルに毎分 400 リットル で注水するとし、その位置は壁からの距離で考える。

(2) 解析結果 リチャージしないときの計算結果を図-5 リチャージしたときの計算結果を図-6 に示す。図-6 に示されるように二次元モデルでは、リチャージによる背面水圧が非常に小さくしか表れてこない。図-1,2 に示したようにリチャージウェルは、掘削深さ G.L.-32 m に対し G.L.-28 m までしか入っておらず、山留め壁との距離が 2 m しかないので、もっと大きな影響が予想された。これを二次元モデルで推定するのは限界があると思われたので、3次元モデルで検討することにした。

3.3 3次元解析 平面2次元解析の結果を基にして以下に示す解析モデルを有限要素法を用いて3次元解析を行った。

(1) 解析モデル（図-7 参照）  
① 検討範囲の設定 3次元解析のためメッシュ分割数があまり大きくとれないので、図-7 のような 283 m × 200 m の範囲を考えた。

② 透水係数、及び境界条件 平面2次元モデルと同じ。  
(2) 解析結果 図-8,9 に示すように2次元解析結果に比べはるかに大きな背面水圧が生ずることが解る。

4. 考察 解析結果より二次元解析結果が、三次元解析よりも背面水圧が小さくなったのは、図-3 にあるように2次元モデルが、実際はリチャージウェルが浅井戸であることを深井戸として表現されるため、等しい注入量  $Q$  に対してその井戸の単位面積当たりの圧力水頭が、小さく評価されるためと考えられる。そのため、リチャージウェルを浅井戸として表現できる三次元モデルにより解析する必要である。また、今後の実測結果を基にリチャージによる背面水圧の挙動を把握し、総合的に評価する必要がある。

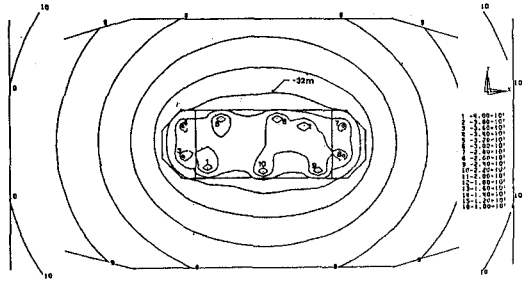


図-5 リチャージしない場合

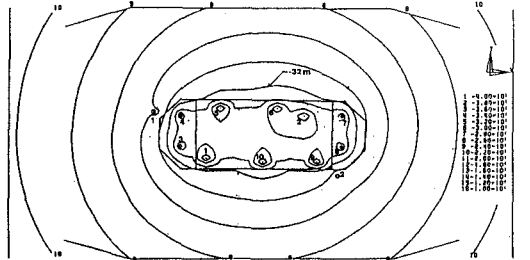


図-6 リチャージする場合

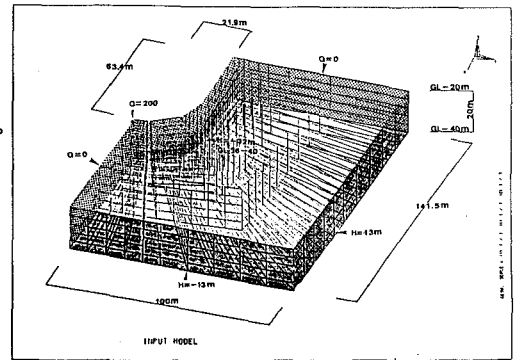
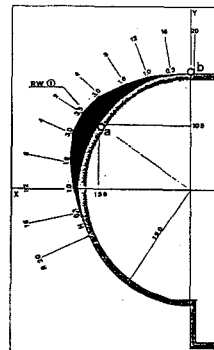


図-7 三次元モデル



G.L.-25 m での山留め

背面水圧分布

図-8 解析結果

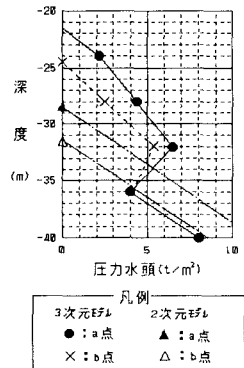


図-9 解析結果の比較