

(株) メイセイ・エンジニアリング

室 蘭 工 業 大 学

室 蘭 工 業 大 学

北 海 道 開 発 局

正員 小 針 憲 司

正員 岸 徳 光

正員 松 岡 健 一

正員 熊谷 勝 弘

1. はじめに 現在室蘭港に建設中の白鳥大橋は、主径間 720m の吊橋である。本橋の主塔基礎は、堅岩層が深いため橋梁基礎としては他に例を見ない深さ 103m (3P側) の大深度地中連続壁を併用した円形逆巻基礎工法により施工が行われた。本工事は、掘削が深いため施工上期間が長くなることもあり、掘削に伴う施工中の水圧、土圧、揚圧力による地中連続壁への影響や地震時の安定が問題となった。地震時の安定問題に対しては、著者らもこれまで種々発表しており、連続地中壁への影響について論じている¹⁾。一方掘削による土砂の除去に伴う揚圧の影響は、除去された土砂の外力としての評価が難しく理論的な解析が困難である。本論文では、掘削の進行に伴う地中連続壁の変形及び応力問題を、各掘削段階毎に掘削の進行過程をいくつかのモデルにモデル化し、各々の結果を重ね合わせることで土砂の除去による影響を考慮した解析を行い、測定結果との比較検討を行った。これにより、ここで用いた解析方法の妥当性を検証し、今後のこれら構造物の解析手法確立の為の基礎資料とするものである。

尚、解析は有限リング要素法を用いているが、解析理論については、参考文献1)によることとする。

2. 計測概要 大深度連続壁工法は、主塔基礎(3P,4P)の施工(図-1)に用いられており、これについて各種の計測を行っている。ここでは3Pを対象に検討する。計測項目は、歪ゲージによる円周方向、鉛直方向の鉄筋歪、傾斜計を用いた半径方向変位、さらに、連壁の背面側の土圧計および水圧計を用いた水圧および土圧、地震時挙動を検討するための加速度である。尚、ここでは内部掘削時の挙動を検討するため、特に連壁の半径方向変位、円周方向及び鉛直方向応力について検討している。

3. 構造体のモデル化と計算手順

ここで取り上げた3P基礎の概要は図-2に示すとおり、これを有限リング要素法による解析が可能となるように軸対称にモデル化した。各部寸法を図-2に、換算物性値を表-1に示す。

本工事は掘削と同時に本体側壁を施工するため、構造系は掘削時の変化と合わせ側壁部が新たに加わり複雑な変化をする。従って掘削による影響を検討するためには、

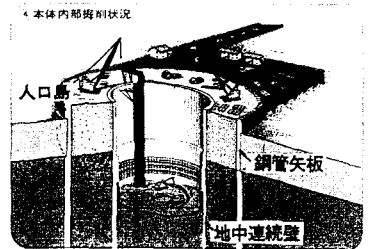


図-1 施工概念図

表-1 換算物性値

記号	E(kgf/cm ²)	ν	ρs(kgf/cm ³)
A	1 000.0	0.05	0.00063
B	500.0	0.45	0.00080
C	100.0	0.45	0.00080
D	645.0	0.45	0.00080
E	820.0	0.45	0.00080
F	580.0	0.45	0.00080
G	1 400.0	0.30	0.00080
H	1 000.0	0.05	0.00166
I	37 500.0	0.30	0.00304
J	2 100 000.0	0.30	0.00785
K	300 000.0	0.20	0.00145

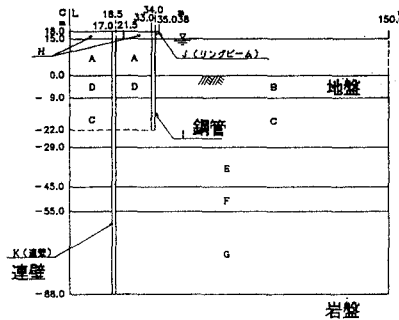


図-2 解析モデル

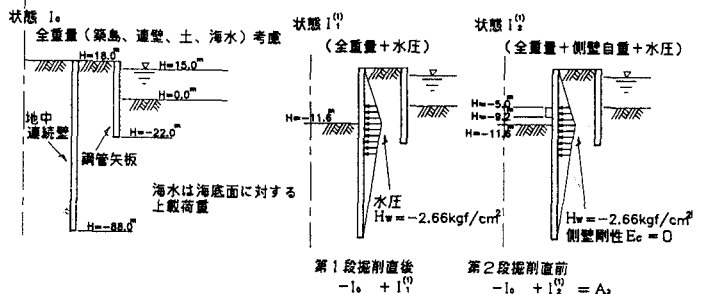


図-3 計算手順の流れ

かなり詳細な場合分けを行ない、この重ね合わせにより考察することが必要である。第一段掘削直後の状態に対する計算手順を示せば（図-3参照）、掘削前の自重による解析値を初期値とし、掘削後の自重及び水圧を考慮した解析値から初期値を差し引くことで、第一段掘削後の応力、変形を求めている。第二段以後も同様に行うこととする。

4. 解析結果と実測結果の比較 第一段掘削直後（掘削深 TP-26.6m）の状態について、連続壁の応力と変位の深さ方向分布を図-4に示す。図には解析値と合わせ実測値も示している。

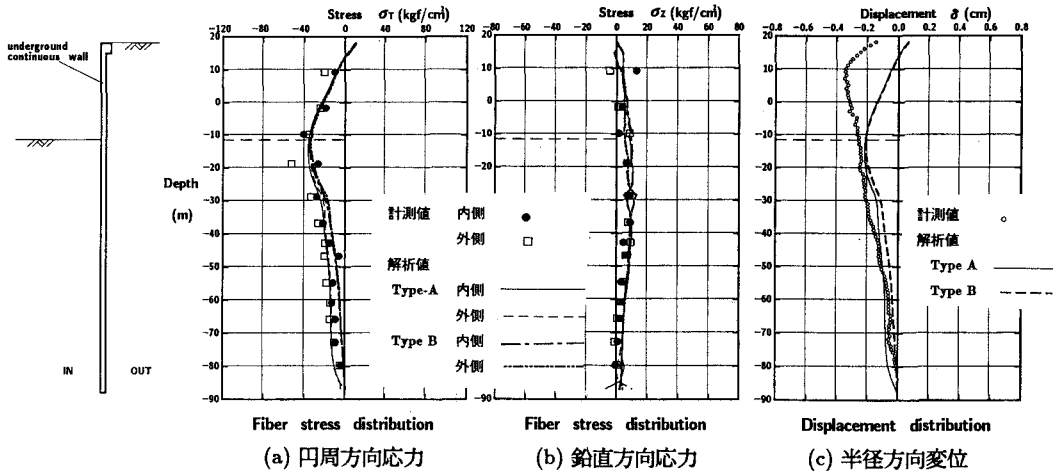


図-4 連続地中壁の応力・変位の解析値と実測値の比較（第一段掘削直後）

(a)図は、連続壁内側・外側要素の円周方向応力 σ_r の分布図で、水圧が掘削面から連続壁下端まで一定と仮定する場合（Type-A）と、連続壁下端部で0と仮定する場合（Type-B）について示している。応力分布は、連続壁天端から掘削面に向かって増加し、掘削面付近で最大となるが、その後底部に向かって減少している。深さ方向に応力が減少しているため、水圧分布の仮定による相違はあまり大きく現れていない。実測値は、どちらかと云えばType-Aの解析に近い値を示している。

(b)図は、連続壁内側・外側要素の鉛直方向応力 σ_z の分布図を示す。天端部分で補強リングによる影響によって見られる曲げ応力が発生して掘削面に向かって増加しているが、掘削面以下ではほとんど曲げが見られず引張軸力となっている。又、実測値も掘削面までは曲げが卓越し、掘削面以下ではほとんど曲げが見られず、引張軸力が底部に向かって減少している。実測値と解析値とでは、円周方向応力ほど一致していないが、傾向は両者同様であり、実測値は解析値より小さくなっている。これは連続壁と地盤との境界が完全に一体とはならず、ズレが生じているのではないかと考えられる。

(c)図は、連続壁の半径方向変位の分布図を示す。変位の変化は、円周方向応力の分布に相似し、天端から掘削面に向かい増加して掘削面で最大値を示し、底部に向かって減少している。実測値は、掘削面以上でかなり差があるものの傾向は解析値と同様である。

以下同様に第八段階（最終掘削）まで検討を行なっているが、紙面の都合でここには示していない。

5. まとめ 現在室蘭港に建設中の白鳥大橋主塔基礎の各施工段階に関し、静的な安定解析をし、内部掘削前後の変形、応力状態を種々検討した結果、土量掘削による影響は以下のようである。

1)円周方向応力は、実測値に良く一致している。 2)鉛直方向応力は、海底面近傍及び掘削面近傍に於いて卓越した曲げが発生し、また掘削面以下は軸引張応力が発生する傾向を示している。 3)半径方向変位は、最終掘削段階に於いても数mm程度発生するのみであり、解析値と実測値の傾向は比較的良く一致している。

*参考文献 1)松岡健一、岸 徳光、和田忠幸、小針憲司：白鳥大橋主塔部地震時挙動、土木学会北海道支部論文報告集、第46号、91～94、1990。