

VI-7

ネット型枠を活用した地中円筒構造物の新しい築造工法

（柳）熊谷組

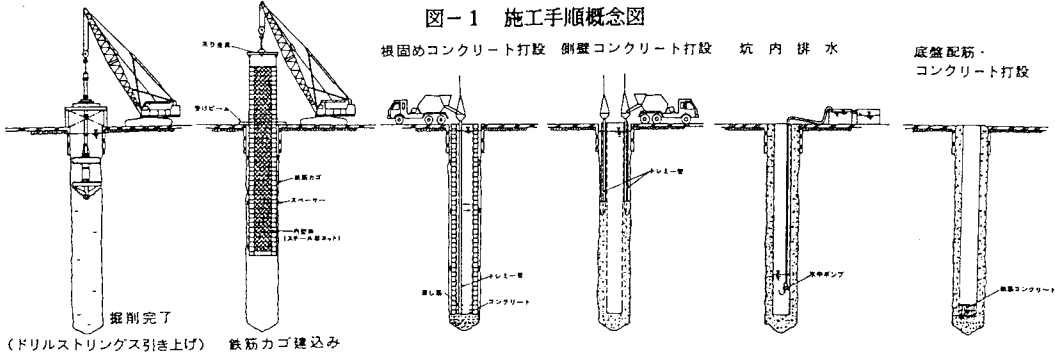
松村信雄

正会員 ○ 井上嘉人

1. はじめに

泥水安定工法は、土圧・水圧を泥水圧で制御しながら大深度の地下構造物の築造が行えるため、多方面の土木工事に採用されている。今回考案した工法は、その泥水安定工法に加えて特殊な型枠を使用することにより、円筒形の構造物を地中または水中に築造する新しい場所打ち工法である。今回、施工実証実験を行ったので、本工法の概要と合せて、その結果を報告する。

図-1 施工手順概念図



2. 工法の原理

本工法では、円筒形の内部型枠として柔な構造のスチール製ネットを使用し、その型枠を鉄筋カゴの内側に固定する。そのため型枠支保工全体が柔構造となり、コンクリート打設時に型枠に加わる力が軽減され、従来のような強固な支保工を必要とせず、構造物の構成材である鉄筋カゴ（トラス筋および型枠セパレーターにより補強されている）だけで型枠を支保させることができると考えた。施工手順の概念を図-1に示す。

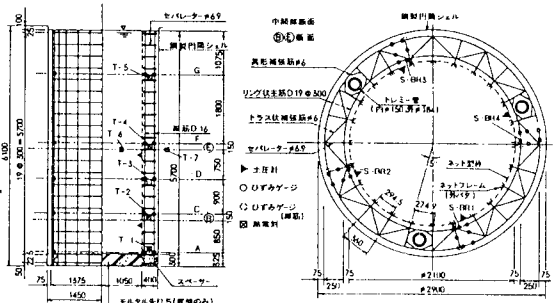


図-2 実験モデルの構造および計測センサー取り付け位置

3. 施工実証実験の概要

泥水を満たした鋼製円筒シェルを掘削が完了した立孔とみなして、円筒形RC構造物を築造した。また同時に、施工中の鉄筋カゴの応力状態などを知るため、各種のセンサーを設置して計測を行った。モデルの構造およびセンサーの設置位置を図-2に示した。

4. 実験の結果および考察

(1) コンクリート打設時における鉄筋カゴの発生応力

計算モデルとしては、下記の点を特に考慮して

図-4に示す2次元平面骨組構造モデルとした。

i) モデルが単純で、かつ計算が簡便である。

ii) 設計上安全側の計算結果を得ることができる。

表-1に、実証実験で計測された軸方向応力度と上記モデルによる計算値との比較検証結果を示した。

表-1 軸方向応力度の計算値と実測値との比較

構成部材	型時に作用した型圧 (t/m ²)	計算値		実測値		計測条件
		最大軸応力比 σ_N (kgf/cm ²)	内外応力度比	最大軸応力比 σ_N (kgf/cm ²)	内外応力度比	
リング状主鉄筋 (内)	中央部	9.7	1.0	10.7	1.0	コンクリートの立ち上がり高さが全周に覆ってほぼ同一レベルになった時の計測値(4ヶ所)のうち最大値を示した。打設開始後4.2分、日断面計測値より。
		9.6		9.6		
地山側(外)	中央部	5.7	0.59	8.2	0.77	
		5.7		8.2	0.85	

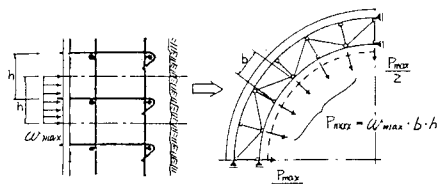


図-3 応力計算モデル

実測と計算による最大応力度は比較的良く一致している。

（2）コンクリート打設終了後の鉄筋カゴの残留応力

リング状主筋に発生した応力の残留状況を図-4に示した。今回の計測により、発生応力は打設初期を除いてすべて圧縮力で、打設終了後3～5日ではほぼ平衡状態になり残留することが解った（平衡後の波状変化は気温の日変化による）。また、打設終了後の応力の上昇パターンが類似していることから（図-5参照）、この残留応力にはコンクリート打設圧による応力だけでなく温度応力も含まれていると考えられる。この理由としては、次のようなことがあげられる。

- i) リング状主筋が縦筋（3日前に打設した底盤モルタルにより固定されている）により拘束されている。
- ii) リング状主筋を補強している部材が全て点溶接で結合されているため、一般に用いる巾止め筋などと比べてその拘束力が大きい。

図-4の計測位置におけるコンクリートの温度上昇量から、リング状主筋が完全拘束を受けていると仮定してその温度応力を計算すると $\Delta\sigma_{temp}=700\text{kgf}/\text{cm}^2$ 程度となる。一方、打設終了後の鉄筋の増加応力 $\Delta\sigma_N$ は、 $50\sim 320\text{kgf}/\text{cm}^2$ であり、 $\Delta\sigma_{temp}$ の7～46%に相当する。ただし、今回の実験からはこれらの機構を説明するデータは得られておらず、今後さらに実験を行っていく必要がある。

（3）ネット形枠を使用した場合の水中コンクリートの品質

実証実験では完成した構造物の壁部よりコアを採取して、一軸圧縮試験を行い、標準養生の供試体と比較した（表-2）。

（4）まとめ

- i) 鉄筋カゴが型枠支保工として働いたときの発生応力は、簡単な2次元平面骨組計算モデルによりある程度の推定は可能である。
- ii) リング状主筋には圧縮側に応力が残留し、その応力には上記で推定した打設時応力の他に温度応力も含まれている様である。
- iii) 構造物供用時における鉄筋コンクリート断面の設計では、上記の残留応力をあらかじめ考慮しておく必要がある。ただし、設計においては、圧縮力を主としてコンクリートに分担させることが多いので、残留応力は大きな問題とならないと思われる。
- iv) 連続地中壁や場所打ち杭などの設計においては、水中コンクリートの設計基準強度として標準供試体強度の70～80%程度を採用している例が多く、圧縮強度から判断して、ネット型枠を使用しても通常の水中コンクリートの品質と大差ないと思われる。

5. あとがき

本工法は、従来の工法に比べて経済的にも優れていると思われ、今後は、鉄筋の残留応力に関するデータの蓄積、より深い位置でのコンクリート打設時側圧データの採取、その他施工方法に関わる細部技術の実証などが必要であると考えている。

* K-FFF工法（Kumagai-Flexible Form and Frame method）

図-4 応力履歴曲線〔軸応力度〕

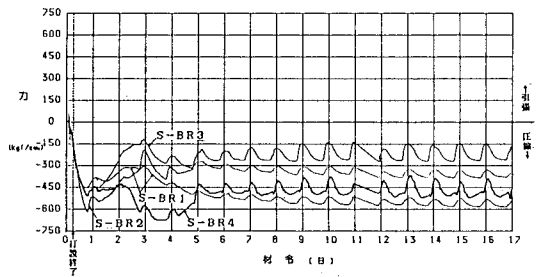


図-5 コンクリート温度履歴曲線

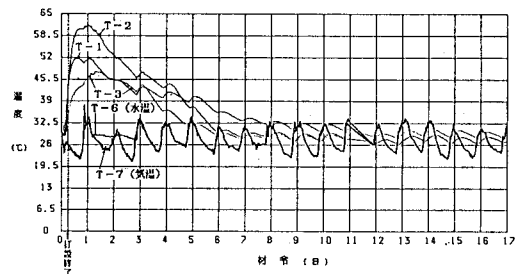


表-2 打設コンクリートの品質試験結果

	一軸圧縮強度 σ_{28} (kgf/cm ²)	平均一軸圧縮強度 σ_{28} (kgf/cm ²)	圧縮強度比 (%)
採取コア *	304.7 228.5 282.7 270.6	272	84
標準養生 供試体	338.0 310.7	324	100

*使用済のベントナイト泥水（比重=1.13 t/m³）中で打設。