

CS-36

ジオドーム(大深度地下空間)設計技術の開発

大成建設(株)	大川 孝
大成建設(株)	正会員 ○梶 修
大成建設(株)	正会員 細田 泰宏

1. はじめに

都市機能の整備のための地下空間利用は、浅深度から大深度へと開発が期待されている。大深度地下空間開発技術として、都市部の地下50m以深に直径50m高さ30mの無支柱大空間(ジオドーム)を構築する研究開発を実施した。本研究開発は通産省工業技術院の産業科学技術研究開発制度の一環として、新エネルギー・産業技術総合開発機構から財団法人エンジニアリング振興協会・地下開発利用研究センターが委託を受け、さらに当社を含めた民間各社が再委託を受けて実施した。ここでは、ジオドームの構築原理と空洞安定性について報告する。

2. ジオドーム構築法

都市部の軟岩層に大深度空間を構築する場合は、地盤強度が低いため掘削に伴う空洞安定性の確保と地下水変動に伴う環境への影響を考慮する必要がある。ジオドームの構築原理としてスパイラル天盤構造効果と水中施工効果を採用し、ジオドーム構築技術の開発を行った。

スパイラル天盤構造とはドーム部掘削以前に周辺地盤にスパイラルトンネルを構築し、周辺地盤の補強を行うものである。

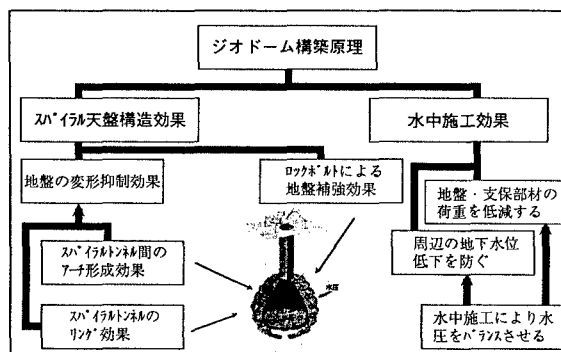


図-1 ジオドーム構築原理

その効果はドーム部掘削時に発生する地盤応力の解放力を、スパイラルトンネルが軸力として一部負担し周辺地盤の変形、緩みを抑制することである。

ジオドーム構築法は、深度50mまで立坑掘削を行い軟岩用急曲掘進機を立坑底部から発進し、スパイラルトンネルを施工するとともに現場成型型FRPロックボルトをスパイラルトンネルから周辺地盤に打設する。スパイラルトンネルの剛性を高めるために、掘削完了後の2次覆工を行う。これにより周辺地盤補強工であるスパイラル天盤構造が完成する。次に立坑を水没させ水没自動掘削機と水没自動ライニング機によりドームの掘削とライニングを行う。2次ライニング完成後、ドーム内を排水することによりジオドームが完成する。

3. ジオドーム解析

上総層地盤にて直径20m高さ12.5mのミニドーム構築実験を行い、スパイラル天盤構造効果を実証するとともに、ジオドーム構造の解析モデルを構築した。この解析モデルにより3次元弾性解析を行い、ジオドーム構造の検討を行った。図-2に解析モデルを示すが、対象地盤は変形係数300MN/m²の軟岩を対象として解析を行った。

地下空間、大深度、3次元FEM解析、地盤補強、水中施工

〒163-06 東京都新宿区西新宿1-25-1 TEL 03-5381-5487 FAX 03-5381-5549

解析結果としてドーム壁面変位量、スパイラルトンネル軸力値、ドームライニング応力を図-3、4、5に示す。ドーム壁面変位量は最大45mmであり、スパイラルトンネル軸力は最大90MN発生し、ジオドームの力学的安定性が確保されることを確認した。さらに、スパイラル天盤構造効果についての比較検討結果を図-6に示す。スパイラルトンネルの有無により壁面変位量が25%低減されている。これに相当する掘削解放力をスパイラルトンネルが軸力として負担している結果であり、これにより地盤の変位とゆるみを抑制している。

ジオドーム工法の適用地盤に関する検討を行った。地盤の内部摩擦角と粘着力をパラメータとしてFEM解析を行い、地盤の安全率が確保される領域を求めた結果を図-7に示す。内部摩擦角が10度の場合では、地盤の一軸圧縮強度が 1.2MN/m^2 以上であればスパイラル天盤構造構築後、水中施工によりジオドームの空洞安定性は確保されることが明らかになった。一軸圧縮強度が 2.4MN/m^2 以上であればスパイラル天盤構造を構築後、気中掘削によりジオドームの空洞安定性は確保される。地下水環境に影響がある場合は水中施工を採用することになる。

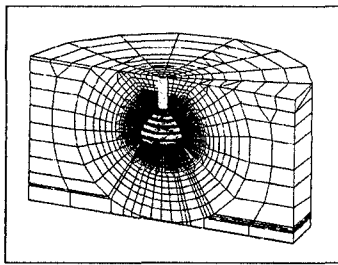


図-2 解析モデル

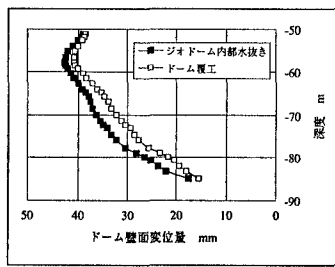


図-3 ドーム壁面変位量

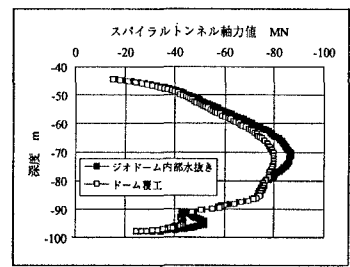


図-4 スパイラルトンネル軸力値

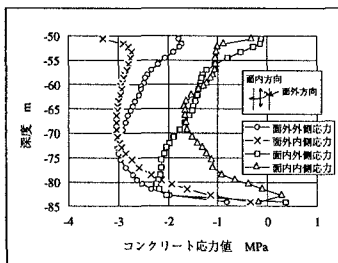


図-5 ドームライニング応力度

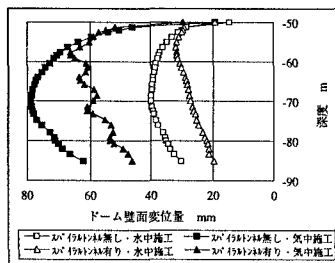


図-6 スパイラル天盤構造の比較

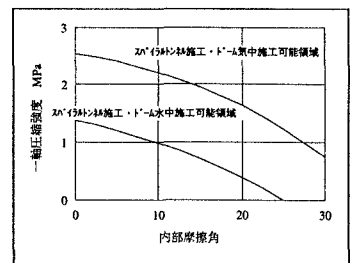


図-7 ジオドーム適用地盤の分類

4. おわりに

ジオドームのスパイラル天盤構造効果と水中施工効果による空洞安定性を確認することができた。本解析においては均質な軟岩と仮定している。実際のジオドーム建設においては地盤の不均質性、クリープ特性、弱層の存在等のジオドームの空洞安定性に影響を与える要因があり、構築対象地盤の詳細な調査と地盤特性の把握が必要である。

【参考文献】(1) 山口・大川・村松・後藤：ジオドームのスパイラル支保効果に関する模型実験とFEM解析、地下空間シンポジウム論文・報告集、土木学会、1997.1 (2) 近藤：ジオドームについて、地下空間シンポジウム論文・報告集、土木学会、1997.1