## 岩盤内高圧気体貯蔵施設におけるプラグ周辺貯槽部の運用時挙動の検討

1.はじめに (社)日本ガス協会では,経済産業省より 委託を受け、平成12年度より都市ガスの岩盤貯蔵技術調 査事業を行っている.地下岩盤内に建設する高圧気体貯 蔵施設では,貯槽部とアクセストンネルとの接続部に, プラグが設置される.プラグは,貯槽一般構造から独立 した RC 構造物で 運用時にはプラグ周辺の貯槽面に構造 不連続による相対変位が発生する.そのため,プラグ周 辺では、特殊な気密構造が必要となる、合理的な気密構 造とするためには , プラグの設計において運用時の構造 不連続部相対変位が小さくなるような形状・配置にする こと,また構造不連続部気密構造の設計条件となるプラ グ周辺貯槽部の運用時挙動を,高い精度で把握すること が重要である.本検討では,気密構造設計の条件になる プラグ周辺貯槽部の3次元的な運用時挙動を, FEM 解析 により把握するとともに,不連続部の相対変位量を低減 するプラグ形状・配置について検討する.

2. プラグの基本設計 検討は,幾何容積1万 kI,半径 11.1mの半球部(上下)と高さ11.1mの円筒部からなるサ イロ型貯槽を対象にする(図-1).アクセストンネルは, 施工上,上下半球部に2本接続する必要があり,それぞ れにプラグを設置する.プラグの基本設計は,プラグの 中心を軸とする軸対称 FEM 解析結果に基づいた<sup>1)</sup>.検討 条件とプラグの基本形状を表-1 に,軸対称 FEM 解析結果 を図-2 に示す.

3. プラグ周辺貯槽部を対象にした運用時3次元 FEM 解析 プラグの配置と形状が異なる2ケースを対象に,上部 プラグ周辺の貯槽の8分の1をモデル化した3次元 FEM 解析を実施し,プラグの運用時挙動を把握し,比較した.

まず,ケース1では,図-1に示すとおり,上部アクセ ストンネルは半球部下端に,下部は半球部頂部に,水平 に接続するものとし,このアクセストンネルの設定に伴 い,プラグの形状・配置を図のとおり定めた.解析モデ ルを図-3に示す.解析で得られたプラグ周辺の変形およ び最小主応力分布を,図-4に示す.図より,プラグの変 形は貯槽側が上方に変位し,プラグ全体が時計回りに剛

日本ガス協会	正会員	澤一男
清水建設	正会員	新美勝之
清水建設	フェロー	石塚与志雄



図-1 検討対象 (ケース1)

表-1 検討条件・プラグ基本形状

最大運用圧力		12 MPa		
周辺岩盤	变形係数	8.0 kN/mm <sup>2</sup>		
(健全部)	ポアソン比	0.4		
	コンクリート ( $f'_{ck}$ )	$30 \text{ N/mm}^2$		
プラグ	全長(基本)	13.0 m		
	受圧部長	6.5 m		
アクセストンネル	百径	5.25 m		



図-2 軸対称 FEM 解析結果 (最小主応力分布)



図-3 解析モデル(ケース1)

キーワード:高圧気体貯蔵,プラグ,構造不連続部,3次元解析 連絡先:〒105-8007 東京都港区芝浦一丁目2番3号 シーバンスS館 TEL.03(5441)0598 体的に回転している.貯槽面構造不連続部の相対変位は, 上部で最大13.3mmで,軸対称解析で得られた値(3.0mm) よりも著しく大きい.また,プラグの応力分布は,プラグ 貯槽面から中央部上方にかけて圧縮応力が非常に高くなっ ており,設計で仮定した軸対称的な分布ではなく,偏って いることが認められる.これは,プラグ貯槽面がプラグ中 心軸に対して傾斜しているために,貯蔵圧力がプラグ中心 軸に対して斜め上向きに作用することが原因であると考え られる.

次に,ケース1の結果を考慮して,プラグの配置を,プ ラグの中心軸の延長線が貯槽半球部の中心を通り,プラグ 貯槽面に作用する貯蔵圧力の方向と一致するように,変更 した(ケース2,図-5).解析結果を,図-6に示す.プラグ はアクセストンネルに沿ってほぼ平行に変位し,剛体回転 変位はほとんど発生していない.構造不連続部の相対変位 は最大5.5mmで,ケース1に比べて減少した.また,プラ グの応力は,中心軸に対してほぼ対称に分布しており,軸 対称モデルの解析結果と,良い対応が見られる.

解析で得られた構造不連続部の相対変位分布を,開口成 分とせん断成分に分けて図-7に示す.相対変位は,不連続 部の位置(角度)により異なり,せん断変位は上下で大き く,開口変位はプラグ中心の横で大きくなっている.この 理由として,貯槽円筒部の影響が考えられる.貯槽一般部 における運用時挙動は,円筒部と半球部では異なっており, 円筒部の方が貯槽面変位が大きい.プラグの設置位置は, 両者の影響を受け変形が一様でないため,構造不連続部相 対変位が複雑に分布するものと考えられる.

4.まとめ 岩盤内に建設する高圧気体貯蔵施設のプラグお よびその周辺貯槽部の運用時挙動について,3次元 FEM 解 析結果に基づいた検討を行った.その結果,プラグの配置 に関して,プラグ貯槽面に作用する圧力の方向がプラグ中 心軸と一致するように,その中心軸の延長線が貯槽半球部 の中心を通るようにプラグの設置角度を設定することが, プラグの成立に対して有効であると考えられる.また,貯 槽面プラグ周囲の構造不連続部における相対変位は,位置 によりその大きさが異なる複雑な分布を示すため,気密構 造設計のためには,3次元モデルを用いた FEM 解析による 挙動把握が必要と考える.

参考文献

 澤・新美・石塚・延藤:岩盤内高圧気体貯蔵施設における耐圧プラグの形状検討,土木学会第57回年次学術 講演会, III-209,pp.417-418,2002.9



図-4 変形および最小主応力分布 (ケース1)



図-5 検討対象 (ケース2)



図-6 変形および最小主応力分布 (ケース2)



-934-