

1. はじめに

長距離・高圧のガスパイプラインは、阪神大震災以降、さらに耐震性を高めるために、大規模地震による地盤震動と地盤変状（側方流動）を考慮して設計されるようになってきている。

現行のパイプラインの耐震設計^{1,2)}は、側方流動に対して「安全であることを確保する（変形しても漏洩しない）ことを前提とした性能設計」が行なわれている。

基準の流れは、上記以上の大変形である断層変位や、変形後の安全性を確保した（変形しても漏洩しない）パイプラインの再利用の有無など、現在規定されている検討項目以外の耐震安全性に関する項目は、パイプライン事業者およびガス事業者の責任における性能設計が前提になっている（表1）。

本報告では、パイプラインの性能設計における基本的な考え方と「HIPER[®]」を用いた耐震設計例を示す。

2. 高圧ガスパイプラインの耐震設計基準

2.1 ガス事業法における耐震検討

国内の高圧ガスパイプラインを対象とした法規は、「ガス事業法」、「電気事業法」、「高圧ガス保安法」、「鉱山保安法」がある。本報では、地震動に対する耐震設計をはじめ、液化化に対する基準も規定されているガス事業法について、耐震設計基準の基本的な考え方を示す。

「ガス事業法」では、「ガス工作物の技術上の基準を定める省令」が2000年に性能規定化され、ガス事業者の責任において安全性を確保することが前提になっている。ただし、基本的な事項については「ガス工作物技術基準解釈例」⁴⁾に従って設計するのが一般的であり、耐震設計については「高圧ガス導管耐震設計指針」¹⁾および「高圧ガス導管液化化耐震設計指針」²⁾に従って許容ひずみベースの設計が行なわれている。

2.2 許容値設定の考え方と課題

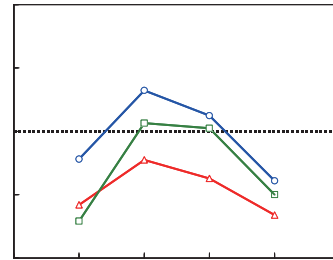


図5 側方流動解析結果(まとめ)

Fig. 5 Comparison of pipeline integrity in the lateral spreading zone

3.3 断層変位に対する解析例

本節では、本論で示した3種類のパイプの液状化による断層変位に対する耐震特性を検証する。

断層変位に対しては、図6に示す横ずれ断層に対する3種類のパイプの変形解析を行なった。3.2節と同様、パイプはビーム要素、地盤はバネ要素としたが、バネ特性は、高圧ガス導管耐震設計指針に規定されている特性を採用した。

解析結果を図7に示す。

パイプが許容値に達する断層変位が、Conv.(1)は1.75 m、Conv.(2)が2.62 m、「HIPER[®]」が4.60 mという結果になった。これらの結果より、適用する場所の断層変位が4 m以下であれば、「HIPER[®]」適用、断層変位が3 m以下であれば、「HIPER[®]」とConv.(2)が適用できることが分かる。

このように、材料規格が同一であれば、「HIPER[®]」を適用することによって、管厚を増加させることなく、耐震性能を向上させることができることが分かる。

4. おわりに

今後、さらなるパイプラインの耐震性・安全性を考慮するためには、塑性設計の重要度が増していくと考えられる。本論では、塑性設計においては、今までのように、降伏点の値による許容値の設定だけではなく、材料の特性などを考慮した設計をすることで、より耐震性能を向上させることが可能であることを示した。

本論では、変形に適した許容値の提案と、それに伴う簡

