



地球工学研究所 バックエンド研究センター
主任研究員 岡田 哲実

電力を支える 原位置岩盤三軸試験法

阪神・淡路大震災や新潟県中越地震を経験して、原子力発電所の耐震設計への要求は高まるばかりだ。原子力発電プラントを支える岩盤は、建設前にその強度が調査される。電力中央研究所では、建設予定地で三軸試験を実施し、岩盤の応力とひずみの関係を計測する試験方法を開発した。精度とコストの両面で従来の方法を上回る画期的手法であり、実用化を進めている。

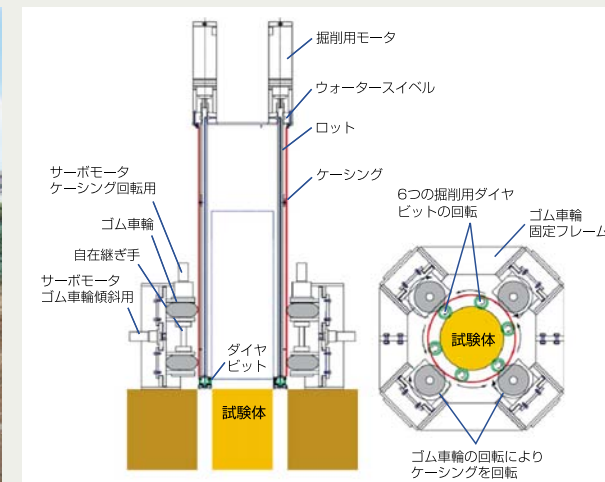
原子力発電所を支えるのは強固な岩盤

家屋やビルであれば、土の上にも建設することができる。しかし、建造物の中で最高位の安全性が求められる原子力発電プラントは、表層の地盤を取り除いた強固な岩盤に固定して建てられている。建設にあたっては、基礎岩盤の力学特性を把握することにより、大地震の揺れを想定したうえで安全性が立証されなければならない。

従来、岩盤の変形特性の測定には、岩盤の上に鋼のプレートをしてそこに荷重をかける平板荷重試験や、プレッシャーメータという装置を用いた試験を実施していた。一方、強度特性については、

切り出した60cm四方の岩盤ブロックに力を加えながら壊すという岩盤せん断試験で調べていた。強度と変形をそれぞれ別々の試験で評価するため、試験日数を要し費用もかさんだ。また、応力とひずみの関係を直接求められない、試験地盤の乱れの影響を受けやすい、耐震性に関係の深い引っぱり強度や動的な力学特性を評価できないという課題があった。

開発した掘削装置



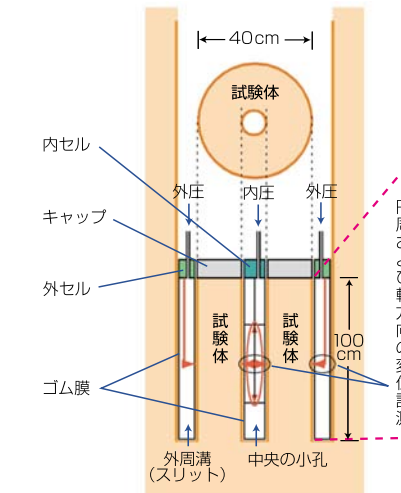
応力とひずみの関係を「原位置」で測定

電中研は、1997年から新しい試験法の確立を目指して研究を開始した。着目したのが、材料工学ではおなじみの三軸圧縮試験だった。三軸圧縮試験とは、材料のせん断強度と応力・ひずみ関係を求めるための試験で、一般に円柱形に切り出した材料の試験体に3軸方向から力を加える。横から押している力、上から押している力、試験体の横の変形、縦の変形の4つを測定するものだ。しかし、岩盤は堅固なうえ、天然の岩盤には割れ目があるために、コンクリートを測るような小さな試験体を用いた試験では、その特

性を十分に把握することができない。その結果、現地の岩盤に装置を取り付けて試験を行う「原位置試験」のアイデアが浮上した。こうして1998年に、新たな「原位置岩盤三軸試験」の開発に至った。

試験では、まず、建設予定地の地中に掘られたトンネルで試験位置を選定し、土や礫を取り除いて試験体となる岩盤を露出させる。次に、整えた岩盤を、回転式ドリルで、中央に小孔を有する円柱（直径40cm、高さ100cm）の形に掘削する。この掘削装置は4つの特許を出願した新技術だ。そして、切り取った試験体は地中そのままに、円柱の隙間と上部に測定器を取り付ける。その上に油圧ジャッキを載せて、三軸圧縮試験を原位置で行うのだ。試験終了後、試験体を地中から取り出して、せん断面や破壊の状況を確認することができる。

試験方法



試験後に取り出した試験体



試験体には、試験によるせん断面（亀裂）が入っている。

国内外での基準化を働きかけ普及を促す

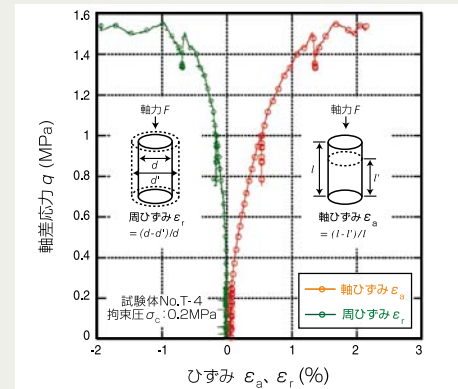
1999年には、均質で軟らかい岩盤（大谷岩）で実証実験を行い、三軸圧縮試験は実用化の第一歩を踏み出した。さらに掘削と計測方法の改良を重ね、2004年には不均質な岩盤に適用を広げるとともに、地震による揺れの影響を調査するのに重要な三軸引っぱり試験や繰り返し試験も行えるようになった。

こうして、従来の方法より得られる情報も多く、試験期間とともにコストもほぼ半減した画期的な「原位置岩盤三軸試験」技術が確立した。岩盤性状に左右されず、割れ目の入り組んだ岩盤の応力とひずみの関係を、原位置で調査できる世界で初めての方法である。

現在日本では、新規の原発建設の予定は少ないが、経年劣化の建て替え需要は高まると考えられる。また、原発以外の土木構造物についても、同法を用いれば合理的な設計につながるかと期待できる。2007年には、実際の原発建設候補地で不連続な岩盤を対象に実証試験を実施した。今後も候補地で試験が予定されている。

初期の装置を考案・開発した谷和夫氏（現横浜国立大学

試験結果の一例



従来は計測できなかった割れ目の入り組んだ岩盤の応力とひずみの関係を精度よく計測できるようになった。

教授) など諸先輩から引継ぎ、現在中心となって開発を手掛ける岡田哲実氏は、「こういった試験法は広く普及することが大事、そのためにも国内外での基準化を目指したい。耐震の性能をより正確に評価できる方法を普及させることで、社会の安全に寄与していきたい」と抱負を語る。