ボアホールブレイクアウトの連続観測による初期地圧評価

(株)大林組　　正会員　○名雪　利典，安藤　賢一
四国電力(株)　　大西　耕造，西坂　直樹，石川　慶彦，大野　裕記
(株)四国総合研究所　　加藤　佐代正
東北大学　　伊藤　高敏

１．はじめに

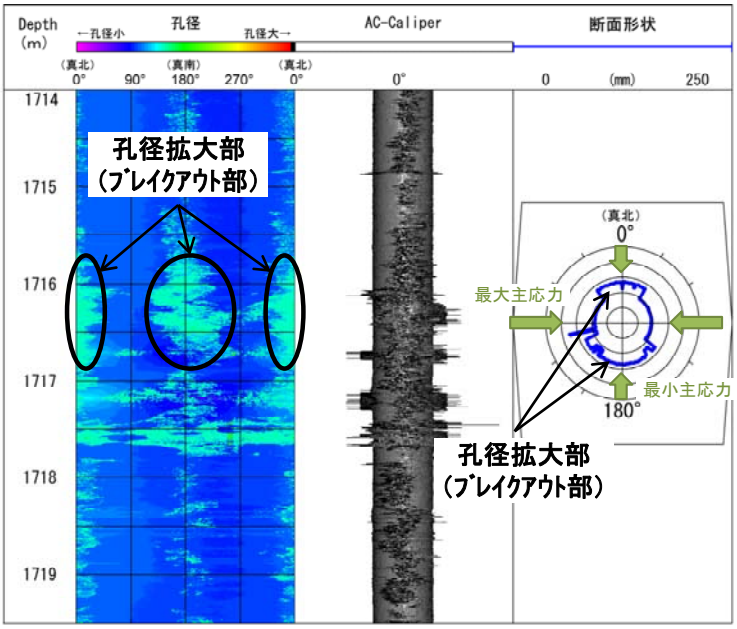
地下深部における岩盤中では，自重や地殻変動の影響により初期地圧が作用している．近年では，大深度の地下開発において，地下構造物建設の施工安全性や長期安定性を評価するために初期地圧を把握することの工学的な重要性が認識されている．また一方で，地震工学分野において，地震は初期地圧等による岩盤の破壊現象によって引き起こされることから，地震やその危険度を予測する上でも初期地圧情報は重要である．

ボアホールブレイクアウト（以下，ブレイクアウト）は初期地圧評価手法の一つとして，応力場の主応力方向を決定するのに広く利用されており，本研究では，四国西部佐田岬半島の三波川変成岩類分布域における深度 2,030m にわたる大深度ボーリング調査のデータを用いてブレイクアウトの連続観測を行い，その発生状況を定量情報として整理し，初期地圧評価を行った結果を報告する．

２．ボアホールブレイクアウトの連続観測方法

ブレイクアウトは偏圧初期地圧を受ける岩盤中のボーリング孔壁面への応力集中による圧縮せん断破壊現象であり，鉛直孔では原位置の水平最小主応力方位の壁面の向かい合った箇所で局所的に孔壁が破壊し，孔径が拡大する（図－1 参照）．

本研究では，ボアホールテレビュアー（超音波を利用した連続孔壁イメージング技術）による検層結果を用い，孔径拡大領域端部を連続線で描き出した．これらのうち孔径拡大部がボーリング孔に対して対面位置で発生し，その直交方向の孔径が掘削径と等しい楕円形状となっているものをブレイクアウトであると判定し，発生領域の中心方位（真北を 0 度とし，時計回りを正）と幅（孔芯からの中心角）を定量情報として取得した．ブレイクアウトの連続観測は HQ ワイヤーラインにより掘削した深度 1,317-2,030m 間の泥質片岩を対象に深度方向に 10cm 間隔で検出した．



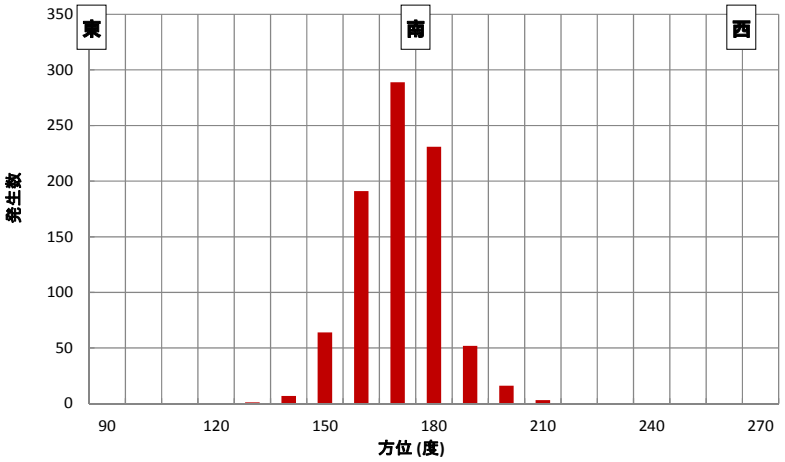
図－1　ボアホールテレビュアー結果を利用したブレイクアウト観測状況

３．整理結果と考察

連続観測結果，ブレイクアウトは総数 854 点検出された．発生方位は南北方向に集中しており，それぞれ対のデータが得られているが，データ処理と解釈を容易にするために，平均化し，さらに東西軸より南側方位で整理した．ブレイクアウトの発生方位分布を図－2 に示す．発生方位は 10 度毎に区分し，その範囲における

キーワード　ボアホールブレイクアウト，初期地圧，ボアホールテレビュアー，大深度ボーリング
連絡先　　〒108-8502　東京都港区港南 2-15-2　(株)大林組東京本社原子力本部原子力環境技術部　ＴＥＬ03-5769-1309

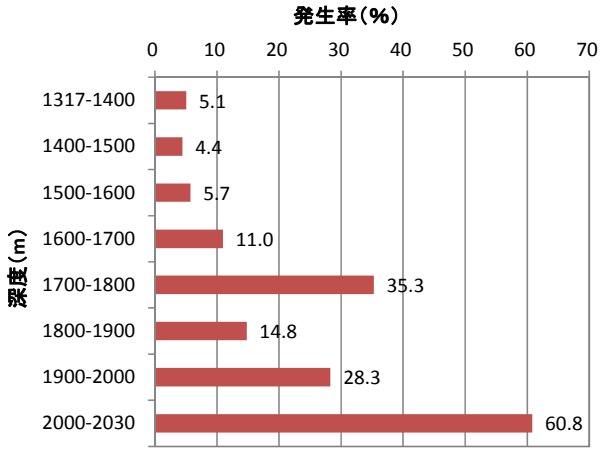
発生数を加算している．グラフは 170-180 度区分を中心に±30 度の範囲にほぼ全てのデータが含まれる強い正規分布性状を示しており，データの品質，信頼性は非常に高いと評価できる．平均を算出すると 175 度となり，これより，水平面内における最大主応力方位は 85 度とした．また，深度方向に対しては発生方位分布性状に明確な変化傾向は見られなかった．



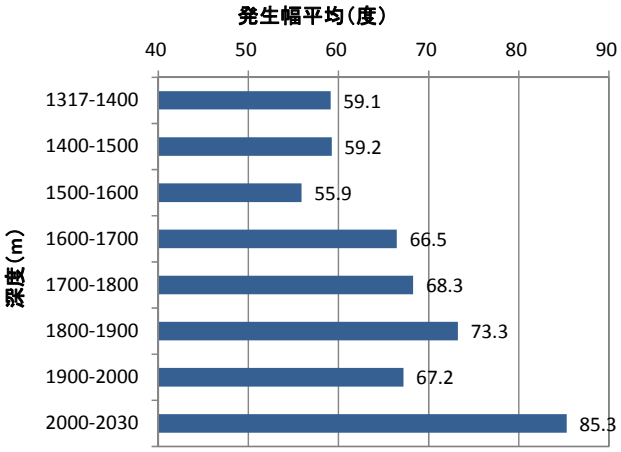
図－2　ブレイクアウト発生方位分布

広域的な応力場としては，震源メカニズム解より中国・四国の広域帯では東西圧縮の横ずれ断層型，九州東部では南北伸張の正断層型と考えられており，いずれも水平面内では東西方向の圧縮応力場となることから，本研究でブレイクアウトにより評価される最大主応力方位と整合する．

図－3，図－4 には，それぞれ深度 100m 毎に区分したブレイクアウトの発生率（発生区間長/観測区間長）と発生幅平均の深度分布を示している．両者とも多少のばらつきはあるものの，深度が深くなるに伴い，それぞれの値が増加する傾向が見られる．ブレイクアウトは初期地圧の偏圧や応力場自体が大きくなるほど，また岩盤強度が小さいほど発生しやすくなり，その発生領域も大きくなるものと考えられる．別途実施した一軸圧縮試験において圧縮強度の深度に対する関連性が見られないことから，応力の深度勾配がブレイクアウトの発生状況に主な影響を与えていることが推察される．



図－3　ブレイクアウトの発生率深度分布



図－4　ブレイクアウトの発生幅平均深度分布

4．おわりに

本研究では，ブレイクアウトの発生状況に着目し，定量情報として整理することにより，主応力方位に対して品質や信頼性のチェックが可能な客観的データに加えて，応力の深度勾配によるブレイクアウト発生状況への影響を推察する情報が得られた．

これらの結果は，ブレイクアウト観測区間における適正な強度特性の評価や一定深度における他の初期地圧評価手法を組み合わせた総合検討を行うことによって，これまで詳細に明らかとなっていない初期地圧と深度の関連性を解明できる可能性があることを示唆している．

参考文献

・岩盤応力とその測定：ベルナール・アマディ，オーヴ・ステファンソン，2012，京都大学学術出版会