

大深度(km 級)における地殻応力の定量的評価技術の開発

BABHY 開発 Gr. 伊藤高敏(東北大・流体研), 伊藤久男(JAMSTEC), 小村健太郎(防災科研)

水圧破砕法は、大深度における地殻応力の現位置計測を可能とする唯一の実用的手段として従来から広く用いられてきた。しかし、この方法では、坑井直交面内における最大応力 S_H を評価する要領に致命的な欠陥があり、そのままでは S_H の評価が不可能であることがわかっている (e.g., Ito et al., Int. J. Rock Mech. Min. Sci. & Geomech. Abst., 1999, Ito et al., Earth Planets Space, 2006)。その原因は、従来の仮定に反し、(a) 残留き裂開口幅の存在によって、き裂の開口以前から坑井水圧がき裂内に浸入してしまうこと、(b) 加圧システムのコンプライアンス C (システム内の水圧を単位量だけ増加させるのに必要な水の体積、換言すると剛性の逆数) が大きすぎるために、き裂開口の影響が坑井水圧の変化挙動に現れにくいことにある。これらを考慮して大深度での計測を可能にすべく我々は、坑井底部に直径の小さい試験孔を新たに掘削して、その中で水圧破砕を実施するという新方式 (Baby Borehole Hydro-fracturing, BABHY (ベビー)) を提案した (Ito et al., Proc. Int. Symp. Rock Stress, 2006)。また、同概念の具体化を進めており、既に深度約 1000 m までの測定であれば、ほぼ実施可能なレベルにある。

その新方式の要領は Fig. 1 の通りである。すなわち、本体となる坑井 (マザー孔) の底部に直径数十ミリで長さ 1~2 m の試験孔 (ベビー孔) を新たに掘削し (Fig.1(iii))、その中で水圧破砕を実施する (Fig.1(vi))。これにより、マザー孔の大きさとは無関係に加圧システムを小型化し、問題のコンプライアンス C を極小にできる。また、特に大深度化に適した点として、(a) ベビー孔掘削用のダウ

ンホールモータ及びストラドルパッカー装置の昇降は、いずれの場合も掘管内部を通路として行うので抑留の危険がないこと、(b) ベビー孔掘削時のコアを検査することで、天然割れのない、水圧破砕に適した試験区間を事前に選定し、その場所にストラドルパッカーを正しく設置でき、かつ、しばしば障害となるコア深度とロギング深度のずれのような問題は起きないこと、(c) 揚降管することなく、自由落下しないワイヤーラインで試験装置の上げ下ろしを行うので、大深度でも測定時間を極小にできること、などが挙げられる。

上記のような特長を踏まえれば、技術開発をさらに進めることで km 級への対応も十分期待でき、地球物理現象の解明に必要な大深度における地殻応力の定量評価が初めて可能になると考えられる。また、ベビー孔を設けて、その中に測定装置を設置するという技術は、応力測定のみならず、ひずみ計や地震計など他の測定機器の設置方法としての応用が期待できる。一方、「ちきゅう」に代表される科学掘削では、コアを回収することが大命題である。しかし、深度がおよそ 1 km を越えるとコア掘りが非常に困難になるというのが実情である。ベビー孔掘削によるコア回収技術は、そのような問題の解決策になり得るものである。しかしながら、本方式を km 級の大深度対応とするためには、ベビー孔をコア掘りする際の高比重泥水対策、測定システムの耐熱化、ジャイロを使った方位測定法、などのさらなる技術開発が必要である。

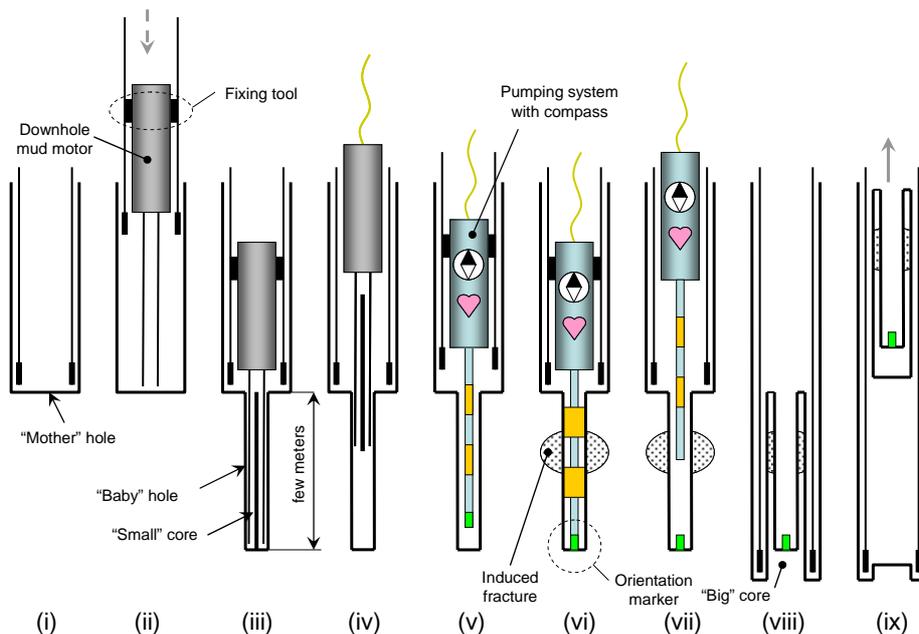


Fig. 1 Proposed new strategy: BABHY.