

Slim hole 환형관에서 굴착유체의 유동특성에 관한 연구

서병택^{*}, 우남섭^{**}, 황영규^{***}

^{*}용인송담대학 건축소방설비과, ^{**}성균관대학교 대학원, ^{***}성균관대학교 기계공학부

A Study on the Flow Characteristics of Drilling Fluid in a Slim hole Annulus

Byung-Taek Suh^{*}, Nam-Sub Woo^{**}, and Young-Kyu Hwang^{***}

요 약

본 연구에서는 slim hole 환형관 실험장치를 이용하여 반경비 0.52, 0.7, 0.8, 0.9의 환형관에서 작동유체와 안쪽축의 회전에 대한 축방향 압력손실, 표면마찰계수 측정 실험과 편심 환형관에서의 유동특성에 대한 수치해석 연구를 통하여 slim hole 환형관내 유동특성을 파악하고자 한다. slim hole 환형관내 회전유동에 대하여 작동유체, 반경비, 안쪽축 회전수, 유량 변화에 따른 압력손실, 표면마찰계수 등의 변화를 실험 및 수치해석 방법으로 연구하였다. 주요 결론은 다음과 같다.

축방향 압력손실은 반경비가 증가할수록 급격하게 증가하였으며 표면마찰계수도 증가하였다. 또한 안쪽축의 회전은 압력손실과 표면마찰계수를 증가시키지만 반경비가 증가할수록 회전에 대한 표면마찰계수의 증가율은 작아졌다. 0.2% CMC 수용액에서의 압력손실 변화는 물의 경우와 비슷하지만, 물에 비하여 증가한다. 또한 동일한 축방향 유량에 대하여 반경비와 안쪽축의 회전이 증가할수록 표면마찰계수의 증가율은 물에 비해 감소한다. 따라서 slim hole 환형관에서 전단연화유체는 벽면에서 표면마찰계수의 큰 증가 없이 회전수를 증가시킬 수 있어 굴착 잔재물 이송에 유리하다.

편심 환형관 유동에 대한 수치해석에서는 회전수가 증가하면 간극이 좁아지는 부근에서의 유동 방향과 2차 유동의 발생 등으로 바깥 벽면을 따라 유체의 재순환 현상이 발생하여 축방향 최대 유속의 위치는 안쪽축 회전의 반대 방향으로 이동하며 특히, 물의 경우 높은 편심비($\epsilon=0.7$)에서는 회전수 증가에 따라 축방향 최대 유속이 두 곳에서 발생하였다. 물에 비해 점도가 큰 0.2% CMC 수용액에서는 그러한 현상이 발생하지 않았다. 즉, 안쪽축의 회전수 증가에 대하여 0.2% CMC 수용액의 유동장이 안정적인 것을 볼 수 있는데 이는 유체의 점도를 나타내는 K 값이 물에 비해서 6~7배 증가하기 때문이다.

참고문헌

1. Nouri, J. M. and Whitelaw, J. H., 1994, Flow of Newtonian and Non-Newtonian Fluids in a Concentric Annulus With Rotation of the Inner Cylinder, J. Fluids Eng., Vol. 116, pp. 821~827.
2. Escudier, M. P. and Gouldson, I. W., 1995, Concentric annular flow with centerbody rotation of a Newtonian and a shear-thinning liquid, Int. J. Heat and Fluid Flow., Vol. 16, pp. 156~162.
3. Richard, E. W. and Othmen Al-Rawi, 1970, Helical Flow of Bentonite Slurries, SPE 3108.
4. Hwang, Y. K. and Kim, Y. J., 2002, Helical flow Study on Non-Newtonian Fluid in an Inclined Annulus with Rotating Inner Cylinder, Proc. of the KSME, pp. 1944~1949.
5. Suh, B. T., Woo, N. S., and Hwang, Y. K., 2006, A Study on the Flow of Drilled Fluids in Slim hole Annuli, Korean Journal of Air-Conditioning and Refrigeration Engineering, Vol. 18, No. 4, pp. 370-376.