

단 보

정향 자료의 교각의존 보정

Intersection Angle dependant correction of Orientation Data

홍승호(Hong, Sung Ho)

한국자원연구소

서 언

보 정

벡터로 표현되는 정향 자료(orientation data)들은 (Steinmetz, 1962) 개체 사이 또는 개체의 구성 요소사이에 일정한 관계로 결합되어 있다. 그들 사이에는 기본적인 구속 조건을 벗어나지 않는 일정성이 유지되어야 한다는 것은 물론이다(Bunge, 1981). 보정의 근거와 대상은 이러한 관계를 규정지어주는 교각에 둔다

오류를 제어한 정향 자료들은 정량적 분석에 들어서는 고급 계산 과정을 원활하게 만들어 준다. 충분히 정산되지 않은 정향 자료를 가지고 텐서(tensor)와 같은 물리양을 (Mye, 1957, Means, 1976) 작성하는 것은 바랄 수 없는 일이다. 말하자면 그것은 흔히 생각되는 것처럼 0.01의 오차보다 훨씬 더 정밀해야 된다는 것이다. 자주 만나는 역해 문제(Inversion) (Menke, 1984)에도 그 못지 않게 신빙성이 요구된다. 그뿐만 아니라 여러가지 자료제어에도(Davis, 1986) 그것은 필수적인 것이라고 볼 수 있다.

관측치에는 원칙적으로 기기적 원인, 자침 편차, 국소 인력 등의 요인도 고려되어야 한다. 여기서는 이러한 것들을 제외하고 단지 정향의 관계 오차에 주안점을 둔다.

정향은 하나 또는 여러개의 직선 요소(line element)로 구성되어 있다 (Ragan, 1984). 그러므로 근원적인 알고리즘(algorithm)은 2개의 벡터관계에서 풀어나가기 시작한다.

이들이 나타내는 교각은 주어진 조건에 의하여 수정되어야 할 것이다. 그것은 아래와 같이 2개의 벡터를 적절히 유한 회전 변환시키는 것이다. 다음 수식에서 ΔA : 자료에 포함된 교각과 조건으로 주어진 교각의 관계에서 얻어진 차이각, A : 회전각, W_i : ΔA 의 가중치, U : 회전중심 벡터, V : 측정된 정향의 벡터, V' : 보정된 정향의 벡터, $M(A, U)$: 유한 회전 함수, W_m : 회전 함수의 가중 함수 등을 의미한다.

$$V'_i = W_m \cdot M(A_i, U_i) \cdot V_i \quad (i=1,2)$$

위의 진행은 그람 슈미트 과정(Gram-Schmidt process)이나 하우스홀더 반사(Housholder reflection)을 이용하여 구해질 수도 있다(Hager, 1988). 실제로는 이들 자료의 고유 벡터와 유한 회전각을 모수로 주어 더욱 빠르게 계산될 수 있다.

가장 일반형이라고 볼 수 있는 것은 3개의 벡터로 이루어진 정향에 있을 것이다. 각기 대응하는 2개의 짝에서 보정된 벡터를 가볍게 처리한다. 그것은 근사 추세를 분명히 나타낸다. 그러므로 이것이 반복(iteration) 처리되면 유효한 결과로 거미줄(cobweb) 모양으로 접근해 간다.

입체망(stereonet)이나 도표를 쓰거나 계산기를 두드려 수동으로 위의 알고리즘을 풀어본다는 것은 거의 불가능한 일이다. 그런 번거로운 일에는 전산프로그램을 사용하는 것이 정식 해법이라고 볼 수 있을 것이다.

프로그램은 입력 자료의 오차가 적으면 그만큼 효율적으로 실행된다. 벡터 자료들이 직교되거나 동일한 교각을 가져도 위와 거의 같은 효과를 보인다. 교각이 다른 단사(monoclinic)이나 삼사(triclinic)는 이들보다 약간 느린 진행을 보인다. 만약 벡터들이 선형 종속(linearly dependant)이라면 그 속도는 좀더 느려진다. 그러나 이것은 다른 방법으로 해결될 수 있고 이 논문의 시야 밖인 것으로 보인다.

프로그램이 베이직(BASIC)으로 작성된다면 실행 속도는 약간 느린 것이 사실이지만 32비트이상 기종에서는 그런대로 쓸만하다. 실행 프로그램이 사용되면 그런 문제는 어렵지 않게 해결될 것이다.

결 언

단순한 정향 자료는 경우에 따라서는 약간의 오류 허용도를 가질 수 있다. 그러나 다중 정향은 가능한한 정확성이 요구된다. 그중에서 기준축(reference axes)은 더욱 엄밀해야 한다. 현미경 박편에서 암체 노두에 이르기까지 이용되는 모든 정향 자료들은 보정이 용이하도록 명확한 근거를 반드시 마련해 두는 것이 좋다. 구성 요소가 하나일 경우에는 임의의 일정한 방향과 관계를 맺어준다. 구성 요소가 여러개일 때는 물론 각기의 상호 관계가 정확히 한정되어야 할 것이다. 이러한 관계는 교각 또는 교각을 대체할 수 있는 자료 예를 들면 교선같은 것이 이용될 수도 있다. 이렇게 정향 자료들은 공간성에 입각한 수치 해법으로 엄밀하게 보정되어야만 그 실용성이 보장될 것이다.

예 제

다음에 자료들은 구성 요소가 가장 일반형에 가까운 경우이다. 편의상 여기서 몇개의 가정을 둔다. 구속 조건으로 제시되는 교각은 가중치에 따르는 상대적인 것일 수 있겠지만 일단 절대적인 것으로 한다. 요소들의 각기 오차 정도는 동등한 것으로 본다. 경사(inclination)의 양부 기호는 구별할 필요가 있을 경우에 구면 좌표계의 상반구와 하반구에 놓이는 것을 의미한다.

(문제 1) 면형 구조(planar structure)의 주향을 N10E 그리고 경사와 경사 방향을 30 N70W로 줘라고 한다. 바른 주향과 경사를 구하라.

(해답) 경사와 경사 방향은 30.2857 285.0097이다. 정수 부분만 취하고 정리하면 N15E 30NW이다.

(문제 2) 활주면(Slickenside)의 법선(pole)이 10 110 그리고 여기에 수직한 활주선(Slickensline)이 10 010으로 측정되었다. 양자를 보정하라.

(해 답) 10.7813 106.0390
10.7813 013.9610

(문제 3) 두개의 절리면의 법선이 20 250과 10 150으로 그리고 법선의 교각이 138으로 측정되었다. 두 법선의 방향을 보정하라.

(해 답) 14.1083 271.2074
01.8296 130.4316

(문제 4) 공액(Congjugate) 단열면에 평행한 활주선이 15 225와 13 155 그리고 양단열면의 교선이 74 030으로 측정되었다. 두 활주선의 교각이 55°라면 위의 3개의 선의 방향은 어떻게 교쳐져야 될까?

(해 답) 16.2464 218.5393
73.2954 024.7128
12.3857 161.7470

(문제 5) 조직축(Fabric axes)이 10 030, 20 110, 70 250 등으로 측정되었다. 세 축은 직교한다고 하면 어떻게 보정될 것인가?

(해 답) 10.9455 022.9181
16.5511 116.2129
69.9798 260.8610

(문제 6) 삼사(triclinic)의 조직축이 20 300, 60 200, 10 050 등으로 측정되었다. 교각은 각기 60, 70, 80으로 주어졌다고 한다. 세 축의 바른 방향을 구하라.

(해 답) 32.3108 305.9206
78.6278 207.6344
30.9572 043.9553

(문제 7) 석영의 결정축(a_1, a_2, a_3, c)의 방향이 각기 -10 010, -20 250, +25 130, +70 320 등으로 측정되었다. 네 축의 방향을 보정하라.

(해 답) -9.6082 012.5693
-13.4940 248.3659
+23.5942 131.2179
+66.2912 305.2431

참고문헌

Bunge, H. J.(1981) : Fabric analysis by orientation distribution functions, Tectonophysics, 78, Elsevier, Amsterdam

Davis, J. C.(1986) : Statistics and Data Analysis in Geology, John Wiley & Sons, U.S.A.

Hager, W. W.(1988) : Applied Numerical Linear Algebra, Prentice Hall Inc. U.S.A.

Means, W.D.(1976) : Stress and strain springer Verlag New York.

Menke, W.(1984) : Geophysical data analysis, Academic Press, New York

Nye, J.F.(1957) : Physical properties of crystals, Oxford at the Clarendon Press, London.

Ragan, D.M.(1984) : Structural Geology, John Wiley & Sons, Inc, New York

Steinmetz, R.(1962) : Analysis of vectorial data, Journal of sedimentary petrology, Vol. 32, No. 4

홍승호 :

한국자원연구소

대전직할시 유성구 가정동30번지

305-350

TEL : (042)868-3044

FAX : (042)861-9720