

GIS를 리용한 물길굴의 구간별작업갱출구의 합리적인 위치결정방법

윤 순 철

수력발전소건설을 위한 물길굴을 구간별로 뚫는데서 로력과 자금, 시간을 절약하면서 각 이한 지형조건과 지질조건을 고려하여 거리가 최소로 되는 작업갱출구들을 합리적으로 결정하는 문제가 중요하게 제기된다.[2] 논문에서는 GIS를 리용하여 물길굴의 구간별작업갱출구의 합리적인 위치를 탐색하기 위한 연구를 진행하였다.

1. 물길굴로선의 굴곡부에서의 작업갱출구위치결정방법

물길굴의 계획로선은 시작점과 끝점을 가지고 꺾인선형태로 주어지며 또한 작업갱입구위치도 미리 선정된다.

작업갱입구위치에서 물길굴로선까지 나가는 갱출구는 경사각과 경사거리를 고려하여 결정한다. 이것은 2개의 지점이 주어지는 경우 가장 합리적인 로선을 찾아내는 GIS최량로선 분석문제로 된다. 이 문제는 DEM자료에 의거하여 이행가능한 모든 경로들을 찾아낸 다음 그가운데서 거리와 경사도 등이 가장 합리적인 로선을 선정하는 문제이다. 이때 DEM자료는 분석의 기본자료로 되며 이 자료에 기초하여 로선별자름면도들과 공간거리, 경사도 등을 계산한다.[1]

논문에서는 작업갱입구에서 물길굴구간까지의 거리가 최소로 되는 점을 먼저 구하고 그 점을 시작점으로 하여 조건을 만족시키는 점을 찾는 방법을 제기하였다. 이 문제를 해결하려면 선택한 지점으로부터 거리가 최소로 되는 점이 로선밖에 놓이는 현상을 없애야 하는데 그러자면 2개 선분의 사립조건을 판정하여 선분에 놓이는 점들의 위치를 결정하는것이 필요하다.

로선의 굴곡부에서의 최소거리점의 위치판정을 위한 알고리즘은 다음과 같다.

① i 번째 로선토막과 이 로선토막의 작업갱입구지점을 포함하는 법선벡터와 사립점을 구한다.

② 사립점이 로선토막에 속하는가를 결정하는 론리판단을 진행한다.

이를 위하여 다음과 같은 론리연산을 진행한다.

그림 1에서와 같이 P_1 과 P_2 를 시작점과 끝점으로 하는 로선토막 l_i 와 X 축과의 각 α 를 계산한다. 이때 자리표원점을 P_1 로 한다.

이때 다음과 같은 조건식들을 리용하여 l_i 의 분구를 결정하고 회전각 α 를 구한다.

만일 $X_1 \geq X_2$ 이고 $Y_1 \geq Y_2$ 이면(3사분구에 놓이는 경우)

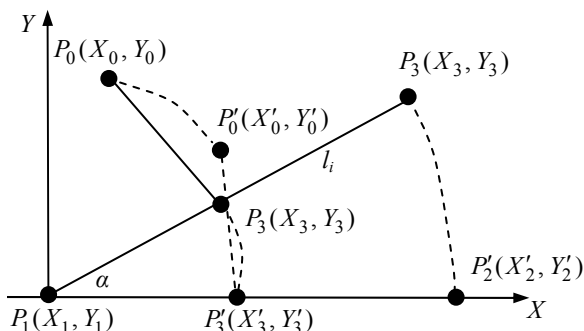


그림 1. 로선상의 점들의 자리표회전변환

$$\alpha = 180 + (180/\pi) \times \arctan(dy/dx) \quad (1)$$

$X_1 \geq X_2$ 이고 $Y_1 < Y_2$ 이면(2사분구에 놓이는 경우)

$$\alpha = 180 - (180/\pi) \times \arctan(dy/dx) \quad (2)$$

$X_1 < X_2$ 이고 $Y_1 \geq Y_2$ 이면(4사분구에 놓이는 경우)

$$\alpha = 360 - (180/\pi) \times \arctan(dy/dx) \quad (3)$$

$X_1 < X_2$ 이고 $Y_1 < Y_2$ 이면(1사분구에 놓이는 경우)

$$\alpha = (180/\pi) \times \arctan(dy/dx) \quad (4)$$

이다.

다음으로 회전각 α 에 기초하여 회전변환공식을 리용하여 자리표변환을 진행한다. 이때 $P_2(X_2, Y_2)$ 를 회전변환한 점을 $P_2(X'_2, Y'_2)$, $P_3(X_3, Y_3)$ 을 회전변환한 점을 $P_3(X'_3, Y'_3)$ 라고 하자.

P'_3 가 직선 $P_1P'_2$ 에 있는가를 판정하는 조건식은 다음과 같다.

만일 $X_1 \leq X'_3$ 이고 $X'_3 \leq X'_2$ 이면

$$P'_3 \in P_1P'_2 \quad (5)$$

이다.

다음으로 해당 지역의 지형자료로부터의 경사길이는 지도상의 X, Y 자리표로부터 수평거리를 계산하고 Z 값을 고려하면 다음과 같은 식으로 계산할수 있다.

$$ds = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2 + (Z_1 - Z_2)^2} \quad (6)$$

여기서 ds 는 경사길이이다.

경사도는 다음과 같은 식으로 계산한다.

$$dh = Z_1 - Z_2 \quad (7)$$

$$dd = \sqrt{(ds^2 - dh^2)} \quad (8)$$

$$slope = \arctan(|dd/ds|) \quad (9)$$

이때 $dh \geq 0$ 이면

$$slope = slope * 180/\pi \quad (10)$$

이고 $dh < 0$ 이면

$$slope = -slope * 180/\pi \quad (11)$$

이다. 여기서 dd 는 두점사이의 거리, $slope$ 는 경사도이다.

이와 같이 우에서 보여준 2개 선분의 사립성판정을 진행하고 경사방향과 경사각계산에 의해 거리가 최소로 되는 물길굴로선상의 작업갱출구점의 위치를 결정할수 있다.

2. GIS를 리용한 작업갱출구점의 합리적인 위치결정

물길굴건설은 교통조건이 불리하고 지질구조가 각이한 조건에서 진행되므로 물길굴건설에서는 로력과 자금, 시간을 최대한 절약하면서 거리가 최소로 되는 구간별작업갱출구위치를 정하는것이 무엇보다 중요하다. 그러자면 물길굴로선상에서 해당 조건을 만족하는 위치점을 결정하여야 한다. 이러한 조건들에는 경사각과 경사방향, 경사길이와 함께 지질조건 등이 속한다.

론문에서는 위에서 제기한 작업갱출구위치결정방법에 기초하여 MapObject를 리용하여 작업갱출구점의 위치결정프로그램을 작성하고 합리적인 출구점의 위치를 결정하였다. 지형 자료는 해당 지역의 ASTER GDEM자료를 리용하였다.

경사길이가 500~1 000m이고 경사각도가 30°미만인 지점을 탐색하는 과정은 다음과 같다.

먼저 경사길이가 500~1 000m인 물길굴로선상의 점들을 찾는다.

이를 위해서 먼저 거리가 가장 가까운 로선상의 점(P_3 : 최소거리점)을 찾는다. 그다음 이 점으로부터 로선상에서 걸음 Δd 만큼 이동하면서 시작점(P_0)과 P_3 까지의 경사길이가 500~1 000m인 점들을 탐색한다.

다음으로 이 점들중에서 경사각도가 30°미만인 점들을 찾는다.

이러한 조건을 만족시키는 점들은 물길굴로선상의 일정한 구간안에 놓이게 된다.

아래에서는 입구점으로부터 물길굴로선까지의 거리가 최소로 되는 점(표 1)과 조건을 만족시키는 출구점들의 위치결정결과를 보여주었다.(표 2, 그림 2)

표 1. 입구점으로부터 물길굴로선까지의 거리가 최소인 점

No.	작업갱의 입구점자리표			입구점으로부터 물길굴로선까지의 거리가 최소인 로선상의 점의 자리표			경사 방향 /(°)	경사각 /(°)	경사 길이 /m
	위도/(°)	경도/(°)	높이/m	위도/(°)	경도/(°)	높이/m			
1	40.978 118 52	128.147 304 76	798.75	40.875 707 6	128.147 033 3	1	40.978 118 52	128.147 304 76	798.75
2	40.958 030 4	128.151 146 3	806.5	40.856 670 1	128.150 772 1	2	40.958 030 4	128.151 146 3	806.5
3	40.924 877	128.156 514 3	768.5	40.829 1	128.156 598 7	3	40.924 877	128.156 514 3	768.5
...

표 2. 작업갱출구점들의 위치결정결과

입구점번호	작업갱의 입구점자리표			작업갱의 출구점자리표		
	위도/(°)	경도/(°)	높이/m	위도/(°)	경도/(°)	높이/m
1	40.956 784	128.150 334 6	630.5	40.956 285	128.150 734	648
1	40.956 784	128.150 334 6	630.5	40.956 03	128.150 759	645
...

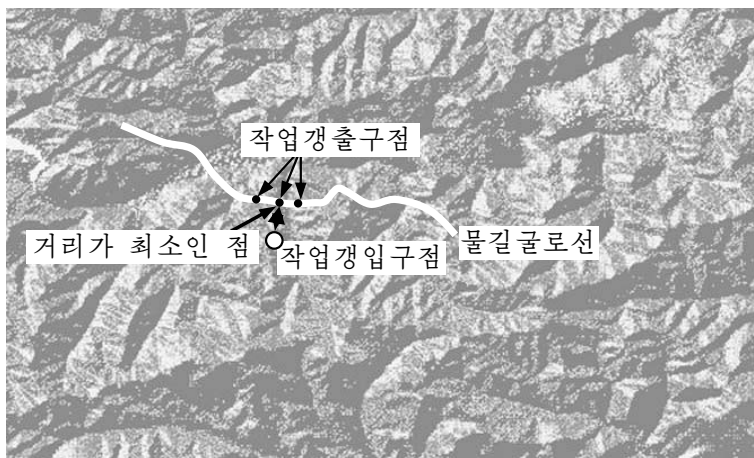


그림 2. 거리가 최소로 되는 점과 출구점들의 위치결정

또한 해당 지역의 지질자료로 합리적인 작업갱로선을 선택할수 있게 하였다.

맺 는 말

론문에서는 로선의 굴곡부에서의 최소거리점의 위치판정을 위한 알고리즘을 제기하고 MapObject를 리용하여 작업갱출구점의 합리적인 위치를 결정하였다. 경사각과 경사방향, 경사길이를 고려하여 합리적인 작업갱출구점의 위치를 결정하고 지질조건을 참고하여 해당 작업로선을 선정할수 있게 하였다.

앞으로 물길굴 구간별작업로선을 결정하는데서 제기되는 다른 여러가지 인자들을 고려하는 최량위치결정방법에 대한 연구를 심화시켜야 한다.

참 고 문 헌

- [1] 강영호; 지리정보체계원리, 김일성종합대학출판사, 180~185, 주체104(2015).
- [2] 孙莹洁 等; 基于MapObjects的矿井突水评估系统的开发与应用, 测绘科学, 36 5, 68~69, 2011.

주체107(2018)년 1월 5일 원고접수

By GIS Reasonable Position-Determining Method of Working Tunnel Output by Sections of Water Tunnel

Yun Sun Chol

In this paper, we suggested the algorithm for the reasonably determining the position of the output point of the working tunnel and realized it by MapObject.

Key words: GIS, MapObject, optimal position-determining