

I. 서론

우리나라에서는 1982년 부터 1992년까지 1000여편의 환경영향평가가 이루어졌다. 환경영향평가가 제대로 이루어지기 위해서는 사업시행에 따른 환경영향을 가능한 한 정확하게 예측해야 한다는 것은 두말 할 필요가 없다. 우리나라도 1980년대 중반부터 대기질을 예측하기 위하여 많은 모형들이 이용되고 있는데 예측모형들이 사례지역 연구에 실제 적용되는 것은 환경영향평가작업이 가장 많을 것으로 판단된다. 따라서 본 연구에서는 1982년 부터 1992년 사이에 작성된 환경영향평가서 중 대기질예측의 중요성이 상대적으로 높은 택지개발과 공단조성에 관한 환경영향평가를 검토하여 적용된 대기질 예측모형의 종류를 살펴보았다. 그 결과 공사중 발생하는 대기오염을 예측하기 위하여 Miller-Holzworth 모델을 사용한 환경영향평가서가 확인된 185건의 보고서 중 145건으로 78%에 달하였다. 또한 사업완료 후 이용시의 대기오염 예측을 위하여 TCM을 사용한 보고서가 139건으로 검토평가서 중 75%에 달하였다. 이러한 검토결과 환경영향평가기법의 내실화를 위해서는 우선적으로 Miller-Holzworth 모델과 TCM에 대한 검토가 필요하다고 할 수 있다. TCM에 대해서는 이미 장 영기(1993년)의 연구에 의하여 검토, 수정된 바 있으므로 Miller-Holzworth 모델의 전개 과정과 제한사항을 살펴보고 이를 국내에 적용할 때 국내의 조건을 반영할 수 있도록 수정작업을 하였다.

II. Miller-Holzworth 모델의 수정

이론적으로 가우스 확산식에서 배출높이를 지면으로 가정하고 풍하방향으로 크기가 x 인 면 오염원의 농도, C_A 는 다음과 같다.

$$C_A = (2/\pi)^{0.5} \int_0^x (Q/U\sigma_z) dx \quad (1)$$

여기서 수직방향확산계수 σ_z 는 $\sigma_z = ax^b$ 로 구하여지고 $(2/\pi)^{0.5} = 0.8$ 이므로 다음과 같이 쓸 수 있다.

$$\begin{aligned} C_A &= 0.8 Q/(Ua) \int_0^x x^{-b} dx \\ &= \frac{0.8Q}{Ua(1-b)} x^{1-b} \end{aligned} \quad (2)$$

이때 혼합고에 의하여 수직방향 확산이 저지되기 시작하는 지점(X)에서의 농도는 식(1)에서 다음과 같이 된다.

$$C_A = \frac{QX}{UH(1-b)} \quad (3)$$

그리고 면오염원의 크기(x)가 X 보다 큰 경우 농도는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} C_A &= 0.8Q/(Ua) \int_0^X x^{-b} dx + 0.8Q/(Ua) \int_X^x x^{-b} dx \\ &= QX/(UH(1-b)) + Q(x-X)/UH \end{aligned} \quad (4)$$

이때 도시(면오염원)의 크기를 S 라 하면 도시(면오염원)의 평균농도, CC_A 는 다음과 같다.

$$CC_A = \frac{1}{S} \int_0^S C_A dx$$

여기서 도시의 크기가 X 보다 작으면 ($S < X$)

$$CC_A = \frac{0.8Q}{Ua(1-b)(2-b)} S^{1-b} \quad (5)$$

도시의 크기가 X보다 크면 (S>X) 다음과 같이 된다.

$$CC_A = \frac{Q}{UH} \left(\frac{S}{2} + \left(\frac{b}{1-b} \right) X - \left(\frac{b}{2(2-b)} \right) \frac{X^2}{S} \right) \quad (6)$$

여기서 $X = \left(\frac{0.8H}{a} \right)^{1/b}$

이상과 같이 풍속과 혼합고, 수직확산표준편차식의 계수로 표현되는 면오염원의 평균농도 계산식에 대하여 Miller-Holzworth 모델은 Brookhaven Laboratory의 수직확산표준편차식 중 매우 불안정일때 ($\sigma_z = 0.41x^{0.91}$)와 불안정일때 ($\sigma_z = 0.33x^{0.86}$)의 중간값으로 수직확산표준편차식의 계수 $a=0.37$, $b=0.885$ 를 적용하였고 풍속 $U=5.08$ m/sec을 적용하고 있다. 즉 이 값들을 식(5), (6)에 대입하면 다음과 같이 현재 사용 중인 Miller-Holzworth 모델식이 된다.

$$S < 2.39H^{1.13} (=0.471UH^{1.13})$$

$$\frac{CC_A}{Q} = 4.00 \left(\frac{S}{U} \right)^{0.115} \quad (7)$$

$$S > 2.39H^{1.13} (=0.471UH^{1.13})$$

$$\frac{CC_A}{Q} = \frac{S}{2UH} + 3.61H^{0.13} - \left(\frac{UH^{1.26}}{S} \right) \quad (8)$$

이 과정에서 기존의 Miller-Holzworth 모델은 풍속 5.08m/sec를 이미 식에 반영하고 다시 풍속을 고려할 수 있도록 하는 오류를 범하고 있음은 Calder(1977)의 연구에 의하여 이미 지적이 되었다. 기존에 널리 사용되고 있는 Miller-Holzworth 모델은 도시지역과 같은 면오염원의 풍하방향 단면에 대한 평균대기오염을 계산하는 모형으로 안정도는 불안정상태가 고려되었고 풍속은 5.08m/sec가 입력되어 있다. 따라서 이 모형을 평균기상상태가 안정에 가깝고, 대부분 도시지역의 평균풍속이 2-3m/sec에 불과한 우리 지역에 그대로 적용하는 것은 적합하지 않다. 더우기 이 모형은 면오염원 내의 장기적인 평균농도를 산출하는 모형인데 이를 국내의 많은 환경영향평가에서 공사시의 대기질을 예측하는 모형으로 사용하는 것은 잘못된 것이다. 따라서 기존 UNAMAP모형 중 도시지역모형에 많이 사용되고 있는 McElroy와 Pooler의 수직확산계수식(D class) $\sigma_z = 0.91x^{0.702}$ 을 적용하고 풍속을 제대로 고려할 수 있도록 수정하면 다음과 같은 식이 된다.

$$S < 0.832H^{1.425}$$

$$\frac{CC_A}{Q} = \frac{2.27}{U} S^{0.298} \quad (9)$$

$$S > 0.832H^{1.425}$$

$$\frac{CC_A}{Q} = \frac{S}{2UH} + \left(\frac{1.961H^{0.425}}{U} \right) - \left(\frac{0.187H^{1.849}}{US} \right) \quad (10)$$

III. 결론

- 1) 우리나라에 환경영향평가제도가 도입된 이래 대상사업의 대기부문 환경영향을 평가하기 위하여 사용된 대기오염예측모형은 공사시에는 Miller-Holzworth 모형, 사업이 완료된 후 이용시에는 TCM이 대부분을 차지하고 있다.
- 2) 기존의 Miller-Holzworth 모델은 풍속 5.08m/sec를 이미 식에 반영하고 있는 오류를 범하고 있으며 안정도는 불안정상태가 고려되어 있어서, 평균기상상태가 안정상태에 가깝고 대부분 도시지역의 평균풍속이 2-3m/sec에 불과한 우리 지역에 그대로 적용하는 것은 적합하지 않다.
- 3) 도시지역에 많이 사용되고 있는 McElroy와 Pooler의 수직확산계수식을 적용하고 풍속을 제대로 고려할 수 있도록 수정하면 식(9), (10)과 같은 수정된 식이 된다.