

IV-243 鉄道路盤排水のための浸透ますの設計

鉄道総合技術研究所 正会員 池内久満

1. はじめに

鉄道の路盤は近年強化路盤となる所が多くなり、その結果、降雨時の流出水が多大となる場合が多い。このような流出した水の大部分は本来強化路盤がなければ土中に浸透しているはずであり、環境保全の観点からも土中に帰すのがよく、また水を垂れ流すことができる山地部以外で、適当な深さに浸透土層がある場合は経済性からも土中に浸透させるのがよい。しかし、このような大量の流出水を排水するための浸透ますを従来の考え方で設計すると非常に数を多くするか、大規模な構造とせざるをえない。このため流出水の膨大化に対応する浸透ますの設計法を検討した。その結果を以下に述べる。

2. 設計の基本条件

降雨強度については石黒¹⁾が下記の式を提案している。

$$\left. \begin{aligned} I_n &= R_n \cdot \beta_n = R_n \cdot a' / (t + b) \\ a' &= b + 60 \\ b &= (60 - 10 \beta_n^{10}) / (\beta_n^{10} - 1) \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

ここで I_n : n 年確率降雨強度 (mm/h)

R_n : n 年確率時間雨量 (mm/h)

β_n : n 年確率特性係数

t : 降雨継続時間

β_n^{10} : 1 分間 n 年確率特性係数

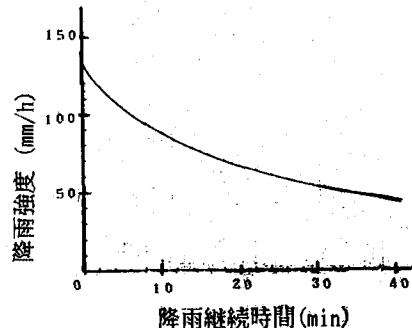


図-1 降雨強度と降雨継続時間の関係

鉄道の排水こうで用いられている一般的な設計法²⁾では

(1) 式を採用し 5 年確率降雨強度としていることから浸透ますの設計においても同様の値を用いてよいと思われる。該当地域での 5 年確率時間雨量 R_5 と 1 分間 5 年確率特性係数 β_5^{10} を (1) 式に代入すると降雨強度は降雨継続時間との関係で表すことができる。地域によって異なるが、たとえば長野県松本では

$$R_5 = 33 \text{ mm/h}, \beta_5^{10} = 2.66 \text{ であることから } I_5 \text{ は}$$

$$I_5 = 2640 / (t + 20.1) \quad (2)$$

この関係を図に示すと図-1 の様になる。

設計に用いる降雨継続時間については、線路排水こうの場合は流達時間としており、流達時間が 10 分以下の場合は 1 分としている²⁾。通常の線路排水こうの場合は流達時間が 1 分を越えることは少なく、従って路盤排水用の浸透ますも流達時間が 1 分を越えるものは無いと考えられることから設計降雨継続時間は 1 分でよいと考えられる。

これらの条件を基本として、設計上の浸透面積を小さくするための検討を行う。その手法は以下のとおりである。

3. 浸透面積の決定方法

設計降雨強度である 5 年確率 1 分間継続降雨強度 (I_5^{10}) の雨が 1 分間に降った後、11 分目に降る雨

の降雨強度 (i^{11}) を考える。この降雨強度による11分目の全雨量は、5年確率11分間継続降雨強度 (I_5^{11}) による11分間の雨量から5年確率10分間継続降雨強度 (I_5^{10}) による10分間の雨量を引いたものより大きくなることはありえない。（これ以上になることは5年確率11分間継続降雨強度以上の雨が降ることを意味する）従って i^{11} は

$$i^{11} = 11 \cdot I_5^{11} - 10 \cdot I_5^{10} \quad \dots \dots \quad (3)$$

この関係を図に示すと右図の様になる。

この図で、ABCDが10分間継続降雨強度による10分間の雨量、BEabがABCDの雨が降った後次の1分間に降る考えられる最大の雨量、AEFGは11分間継続降雨強度による11分間の雨量である。（3）式の導入過程から明らかなる様に $ABCD + BEab = AEFG$ である。従って11分目に続く12分目の全雨量も12分間継続降雨強度の雨による12分間の雨から11分間継続降雨強度の雨による11分の雨量を引いたものとなる。13分目以降も同様のことといえ、従って m 分目の時の降雨強度 i^m は次式で表せる。

$$i^m = m \cdot I_5^m - (m-1) \cdot I_5^{(m-1)} \quad \dots \dots \quad (4)$$

ここで I_5^m : 5年確率 m 分間継続降雨強度

$I_5^{(m-1)}$: 5年確率 $m-1$ 分間継続降雨強度

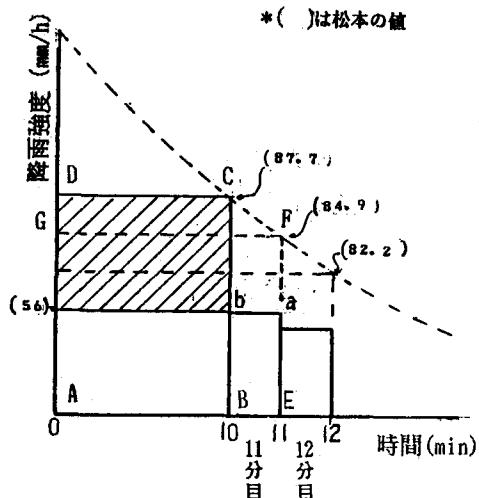


図-2 設計降雨強度の雨と次の雨の関係

以上の様に考えると設計降雨強度の雨による流出水のうち（浸透しきれない）の部分による流出水を、流出水がある間浸透ますが溜めておくことができれば（満たんにならなければ）、 $i^{11} > i^{12} > i^{13} \dots$ であるので、設計降雨強度の雨の後に降る雨に対して浸透面積を十分な値とすればよい。（さらに貯留に余裕のある場合は12、13・・分目の値とすることができます。一般に浸透土層は地表面下ある程度の深さにある関係上、相当量の貯留容量がある）

5.まとめ

以上の考え方により設計を行った松本の例をとると、単に設計降雨強度に耐える浸透面積としていた方法と比べると、貯留の考え方を設計に取り入れることにより浸透面積を36%削減することができ、施工された結果十分な機能をはたしている。

[参考文献]

- 1) 石黒政儀：「本邦における短時間降雨の特性係数分布について」 1961 水道協会雑誌 323号
- 2) 日本鉄道施設協会：「土構造物設計標準」