

NTU

NTUとは、Nephelometric Turbidity Unit（比濁計濁度単位）の略で、ホルマジンによる水の濁りを基準とした濁度計測に用いられる単位である。蒸留水1リットルにホルマジン1mgを溶かした濁度を1NTUと定義する。例えば、50NTUとは、蒸留水1リットルにホルマジン50mgを溶かした濁りの状況を示す。

濁度の単位には、カオリン溶液を標準液とした濁度（カオリン濁度）とホルマジン溶液を標準液とした濁度（ホルマジン濁度）とがあるが、本誌6月号に報告した「研究コラム 天然凝集剤を用いた濁水長期化対策」では、測定結果の再現性が良好なホルマジン濁度を採用した。

土研 河川・ダム水理チーム 海野 仁

土コロイド

土コロイドとは、土を構成するコロイド粒子を意味する。一般に、コロイド粒子は $1\mu\text{m}\sim 1\text{nm}$ の非常に粒径の小さな粒子であり、水溶液中では物質の化学的性質とは無関係に、ブラウン運動、チンダル現象、帯電などの特徴的な性質を示す。

土コロイドは、周辺のpH環境によって、凝集したり分散したりする性質がある。これは、粒子自体が帯電していることによる。

土コロイドにはカオリン鉱物、スメクタイト鉱物、アロフェン、イモゴライトなどが挙げられる。このうち、アロフェン、イモゴライトは日本国内に広く分布する火山灰土壌に多く含まれる。特にアロフェンは、賦存量も多く吸着性能が優れることから吸着材として工業的に利用されてきたが、最近、帯電性に着目し、天然凝集材としての利用が期待されるようになっている。

土研 河川・ダム水理チーム 海野 仁

ノンポイント対策

閉鎖性水域等の水質改善を検討する際には、流域から流出する汚濁負荷を把握し、効果的に削減する必要がある。

汚濁負荷はその発生源からポイントソース（点源汚染源）とノンポイントソース（非点源汚染源・面源汚染源）の2つに分類される。例えば、ポイントソースには、生活污水、営業污水、工場・事業場の排水、家畜排水等が挙げられ、ノンポイントソースには、山地、農地、市街地等から降雨等による流出ものが挙げられる。

都市においては、下水道事業および排水規制等の推進によりポイントソース対策が進み、ノンポイント負荷の排出割合が相対的に高くなってきており、対策が必要と考えられている。

ノンポイント対策としては、雨水浸透ます・トレンチ、透水性舗装、路面・雨水ます・管きよの清掃、貯留池、沈殿池、ろ過施設、植生浄化、土壌による浄化等がある。

このうち、雨水浸透ますは、雨水ますの底部およ

び側部に孔を開け、雨水を地下に浸透させる雨水ますをいう。その雨水流出抑制機能により流出負荷量の削減が期待できるものである。参考までに、浸透ます（道路2連ます）のイメージ図を以下に示す。

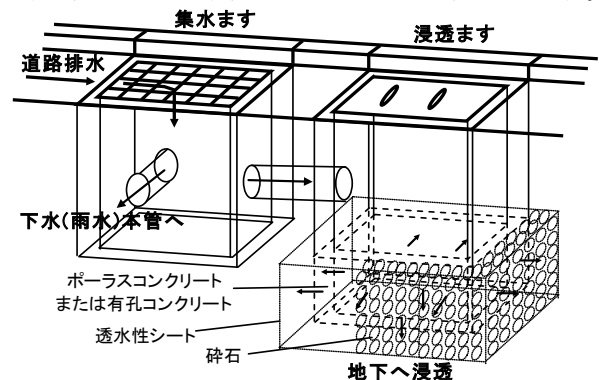


図-1 浸透ますイメージ図（道路 2連ます）

また、ノンポイント対策等の詳細については、「市街地ノンポイント対策に関する手引き（案）平成20年3月（財）下水道新技術推進機構」（<http://www.jiwet.jp/result/material/index.htm>）を参照されたい。

国総研 下水道研究室 遠藤 淳

アンアベイラビリティ

設備など信頼性（与えられた期間、要求機能を遂行できる能力）を求められるアイテムに関して用いられる指標。設備を対象として考えた場合、与えられた時点あるいは期間において稼働できる能力をアベイラビリティ（ここでは、「A」で表す。）という。工場設備のように常に稼働している設備では、故障の平均間隔と故障したときの平均修復時間を用いて次のように表す。

$$A = \frac{\text{平均故障間隔(MTBF)}}{\text{平均故障間隔(MTBF)} + \text{平均修復時間(MTTR)}}$$

逆にアンアベイラビリティは、稼働できない可能性を意味する。

アンアベイラビリティを \bar{A} とすると、

$$\bar{A} = 1 - A$$

と表すことができる。つまり、故障しにくく早く直せる設備ほどアベイラビリティは大きく、アンアベイラビリティは小さい数値になる。

河川の排水ポンプ設備は、普段停止しているが、出水時に確実に起動し、連続運転することが求められる非常用設備である。常用設備では、故障に

よる停止時間を短くなるよう管理するのに対し、非常用設備は、稼働要求に対する確実性を重視して設計・製作され、管理される。

排水ポンプ設備におけるアベイラビリティを「設備が必要時に起動する確率 A_1 」と「連続運転できる確率 A_2 」の積と定義すれば、アンアベイラビリティは次式で表すことができる。

$$\begin{aligned}\bar{A} &= 1 - A_1 \cdot A_2 \\ &= \bar{A}_1 + \bar{A}_2 - \bar{A}_1 \cdot \bar{A}_2\end{aligned}$$

ただし、 $\bar{A}_1 = 1 - A_1$ 、 $\bar{A}_2 = 1 - A_2$

アンアベイラビリティは、待機時に保全を目的として実施する点検の周期、要求される連続運転時間、待機時と運転時の各故障率に依存する。河川ポンプ設備のような多くの構成機器からなるシステムにおいては、構成設備の故障率をそのまま計算に用いることができるので、信頼性評価のツールとしてはアベイラビリティより実用的である。

土研 先端技術チーム 田中 義光

FTA/FMEA

FTA (Fault Tree Analysis) は、故障の木解析と呼ばれるシステムの信頼性評価手法である。まず、解析しようとする最も好ましくない事象（トップ事象）を定義し、トップダウンでその全ての原因を掘り下げていく。ツールとしてFT図を使用する。FT図では、トップ事象に関連する全ての事象をAND、OR等の論理記号で連結し、因果関係を明らかにしていく。FT図の末端に位置する各事象の発生確率を、実績、データブック、実験等により得ることができれば、トップ事象の発生する確率をブール代数で求めることができる。

FTAは、定量的な解析手法であり、視覚的にシステムの流れも把握できるため、トップ事象発生確率についての許容性や、各事象がトップ事象に及ぼす影響度等を検討することができる。

FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) は、故障モード影響解析と呼ばれる信頼性評価手法である。システムを構成する部品に故障が発生したとき、上位の装置やシステムの機能・信頼

性・安全性にどのような影響があるか解析し、問題があれば技術改善策を検討するものである。

FMEAは定性的解析手法である。解析には故障モードという概念を用いる。故障モードは「破損」「曲がり」「腐食」「固着」など故障をもたらす不具合事象を意味する。発生し得る故障モードあるいはその連鎖機構がわかれば、機器にどのような故障が起こるか、逆にその故障モードを引き起こす原因は何かを追跡することができる。評価方法としては、各故障モードについて、システムに及ぼす影響度、発生頻度、発見難易度等を簡素な数値指標（4段階、10段階等）で表し、乗じた数値（危険優先指数という）が大きいものから技術改善の検討を行う。

FTAとFMEAはお互いの特徴を補完する。FMEAによってシステムの弱点に関する技術改善を検討し、FTAによってシステム全体のリスクを把握するというように活用することができる。

土研 先端技術チーム 田中 義光