

下水管網の維持管理支援システムにおけるコンクリート腐食深度予測機能の開発

山口大学大学院理工学研究科 学生会員 ○片山 智裕・赤崎 友亮
山口大学大学院理工学研究科 フェロー会員 宮本 文穂
山口菱洋システム(株) 非会員 弘中 淳一

1. はじめに

各地の広域下水管網において、毎年多くの下水管の破損による道路陥没事故が起きている^[1]。これは、下水管網の維持管理の現状が、損傷が発見されてから修繕する「事後保全」が主流になっているため、今後とも事故件数は減ることはないと考える。このような事故が起こる原因として硫化水素ガス(硫酸)によるコンクリート腐食劣化がある^[2]。そのため、事故を未然防止するためにはコンクリート管の腐食劣化状況を精度良く把握することが重要となってくる。本研究では、下水管網の「予防保全」を目的に開発された「下水管網の維持管理支援システム」と呼ばれる統合型の予防保全システムの中のコンクリート腐食深度予測システムに必要な各種機能の開発を行った。

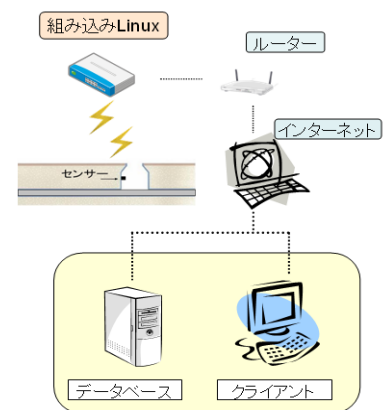


図1 下水管網の維持管理支援システムの構成

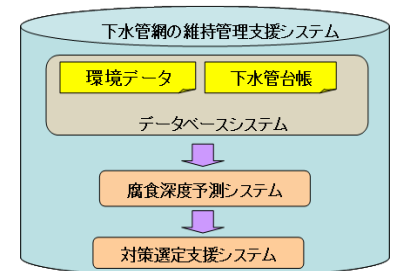


図2 下水管網の維持管理支援システム

下水管網の維持管理支援システムの全体図を図2に示す。本研究では、このシステムの中の腐食深度予測システムの開発を行った。

3. 腐食深度予測システムの開発

3.1 腐食深度予測システムの概要^[3]

腐食深度予測システムは、「腐食深度予測機能」と「危険度評価機能」から成っている。まず、腐食深度予測機能では、下水管台帳と環境データを基に、コンクリート下水管の腐食深度の予測値 D (mm) を重回帰分析を用いて導き出す。計算は、次式： $D = 0.0085 \{(T - 20) \times Q \times Y\}^{0.39}$ (1) のような重回帰曲線式を使用した。ここで、 T は年間平均下水管内気温(°C/年)、 Q は年間硫化水素ガス発生量(ppm・min/年)

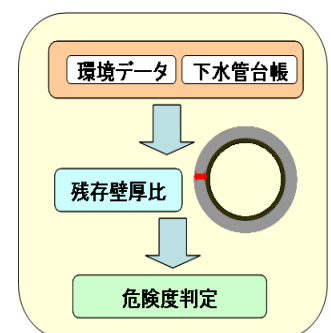


図3 腐食深度予測機能の流れ

Yは供用年数(年)である。下水管の腐食劣化の速度は1年で劇的に劣化しないので、効率よく管理を行うことを目的とする事から、今回使用した式(1)は、「1年単位」という指標で劣化の速度を示している。また、下水管の腐食は全体が平均的に腐食したと想定して腐食深度予測を行っている。得られた腐食深度予測値から残りの下水管の厚さの残存壁厚比を求める。次に危険度評価機能では、得られた残存壁厚比に基づいて危険度判定を行う。このシステムの流れを図3で示す。本研究では上述の各機能の開発を行った。

3.2 本システム内の各種機能と適用例

システムを起動するとデータベースに接続し、接続が成功するとデータを読み込んだ後に、図4の画面が表示される。図4では下水管の情報について推定・判断結果を表示させている。腐食深度予測については、図7のデータベースに格納されている値を使用し、式(1)によって計算された結果を表示させている。腐食深度予測が求まると図7のデータベース内の下水管台帳の「肉厚」を使用し、残りの管の厚さを求め、その推定結果を残存壁厚比として表示させている。次に、残存壁厚比に対して評価を行う。今回、「安全(青)」「観察(黄)」「危険(赤)」と3段階評価とし、また各評価の「安全」「観察」「危険」をクリックすることで図5のような危険度判定の詳細画面が表示される。

今回、適用例として、下水管 ID 7の「危険」をクリックしたとする。下水管 ID 7は、配筋が図7からも分かるように「RC1」なので、まず RC1 であることがわかるように赤丸で囲み、残存壁厚比が「34.05%」ということから図中に縦ラインをいれ、そこは危険だということが見てわかるように表示させている。また、下水管情報の詳細のボタンをクリックすることで、その下水管の詳細情報と位置が表示される。その一例を図6に示す。このように、データベースに格納されている情報を表示させており、また、地図の表示により危険な下水管の位置が把握できる。

4. まとめ

- 本研究で得られた結果についてまとめると以下のとおりである。
- (1) コンクリート腐食深度予測と残存壁厚比の推定結果を確認する機能の作成。
 - (2) 残存壁厚比に対する危険度判定の結果の確認する機能の作成。

下水管ID	腐食深度予測	残存壁厚比	評価	下水管情報
1	6.96mm	86.08%	安全	詳細
2	3.43mm	93.64%	安全	詳細
3	4.63mm	92.28%	安全	詳細
4	1.19mm	97.02%	安全	詳細
5	10.27mm	77.67%	観察	詳細
6	2.11mm	95.78%	安全	詳細
7	26.38mm	34.05%	危険	詳細
8	3.6mm	94%	安全	詳細
*				

図4 下水管情報の画面例

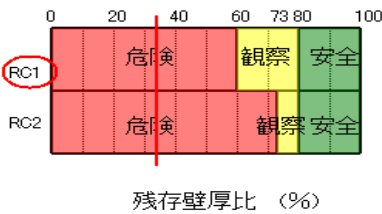


図5 危険度判定の基準

下水管詳細情報	
下水管ID	7
図面番号	41-50/41-60
形式	合流
配筋	RC1
材質	VP
形状	円形
副管の有無	無
供用開始年月日	1989.9.2
供用年数	21
区間延長	23.45
内径	200
肉厚	40
下流勾配	0.04

図6 下水管詳細情報の表示画面

id	temp	h2s	id	図面	形式	配筋	材質	形状	副管	供用開始年月日	供用年数	区間	内径	肉厚	流下勾配
1	21	2459107	1	21-10/21-20	分流	RC1	VU	円形	無	1998.3.21	12	20.43	240	50	0.04
2	20.8	317235	2	22-30/22-40	分流	RC1	VU	円形	無	1991.5.11	19	25.15	300	54	0.12
3	21.7	1224802	3	22-50/22-60	合流	RC2	VP	円形	有	2005.2.21	5	27.45	300	60	0.02
4	21.6	8347	4	23-30/23-40	分流	RC1	VU	円形	無	1986.4.22	24	12.45	200	40	0.15
5	21.1	2510978	5	32-10/32-20	分流	RC2	VU	円形	無	1981.9.2	29	25.45	280	46	0.06
6	21.4	993424	6	34-10/34-20	分流	RC1	VU	円形	無	2009.9.2	1	32.45	300	50	0.01
7	22.6	16464137	7	41-50/41-60	合流	RC1	VP	円形	無	1989.9.2	21	23.45	200	40	0.04
8	21.6	148477	8	43-20/43-30	分流	RC1	VU	円形	無	1987.10.22	23	42.45	320	60	0.12
(8 rows)			(8 rows)												

図7 データベースに格納されている環境データと下水管台帳の例

<参考文献> [1] 松宮洋介：第2回下水道管路に起因する道路陥没, 連載講座 下水道管きよのストックマネジメント, 2010. 1.

[2] 三品文雄(編著)：下水道腐食対策講座, 月刊下水道, 環境新聞社, 2003. 2.

[3] 松川努：メタ戦略による下水道管路施設の劣化予防のための保全計画策定支援システムの開発, 山口大学大学院理工学研究科博士学位論文, 2009. 3.