

### 3.3 管網解析結果および考察

既往の研究<sup>5)</sup>により、管内流速が0.4m/sec以上の管路において、錆や砂などの濁質はほとんど沈殿しないこと、また管内流速が最大でも0.1～0.2m/sec程度にしかならない管路において、濁水発生の大きな要因となる濁質の滞留が起こることが明らかとなっている。そこで本研究では、1日を通して流速が0.2m/sec以下となる管路を滞留部とし、滞留部における管網形状の特徴について考察する。なお、ここで管路とはリンクのことを指している。図3-3に各時間の需要水量を1日の総需要水量で除した値である時間係数を示す。この時間係数と各節点の1時間当たりの平均需要水量をかけ合わせることで、各節点の時間ごとの需要水量を決定し、1日の配水状況をEPANETを用いてシミュレートする。

解析の結果、24時間の各時刻において各管路の流速が0.4m/sec以上であった管路数と0.2m/sec以下であった管路数を図3-4に示す。図3-4より、流速0.4m/sec以上であった管路数は時間係数のグラフと同じような形をしており、需要水量が大きくなる7時、20時の時間帯において大きな値となっている。一方、流速0.2m/sec以下となる管路数は需要水量が大きくなる時間帯においては小さく、需要水量が小さくなる時間帯で大きな値となっている。図3-5に管網内の管路の例として3本の管路における流速の時間変化を示す。図3-3と図3-5を比較すると、2つのグラフは同じような形をしており、ほとんどの管路で需要水量の増加に伴って流速が増加することがわかる。

つぎに、各時刻における管網解析結果、すなわち24ケースのうち、それぞれの管路の流速が0.2m/sec以下となるケースをカウントした。この結果、流速0.2m/sec以下となるケースが24ケースとなる管路、すなわち1日を通して流速が0.2m/sec以下となる管路数は50であった。この50本の管路は1日の中で水

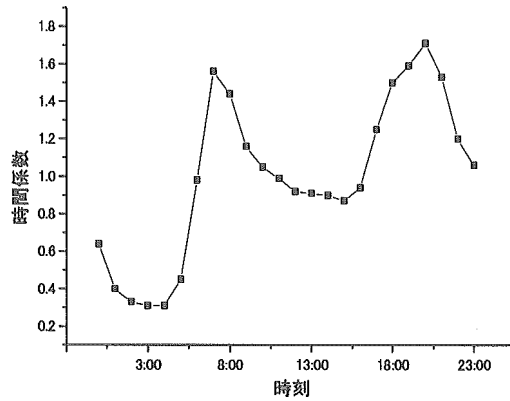


図3-3 各時刻における時間係数

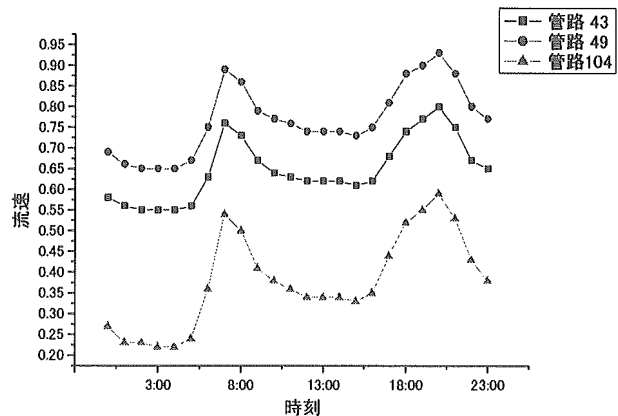
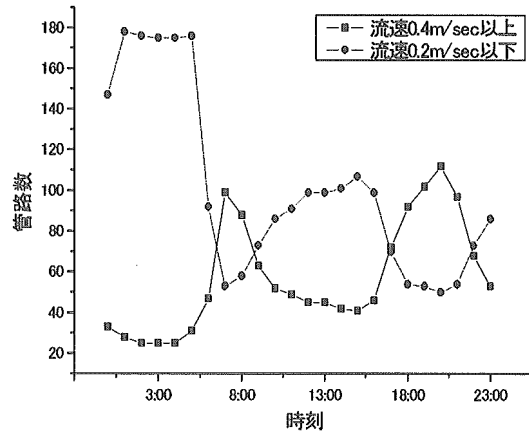


図3-5 流速の時間変化

の需要が最も大きくなる 20 時の解析において流速が 0.2m/sec 以下となった管路 50 本と完全に一致しており、20 時の解析において流速 0.2m/sec 以下となる管路は 1 日中流速が 0.2m/sec を下回っていることになる。図 3-6 において赤色で示されている管路が 1 日を通して流速が 0.2m/sec 以下となった 50 本の管路を表わしており、矢印は流向を示している。表 3-1 に、20 時における解析結果である各管路の流量および流速を示す。図 3-6 によると 50 本の管路は最下流へと向う行き止まり管路 18 本とそれ以外のループを形成する管路 32 本とに分類できる。最下流へと向う行き止まり管路においては、管径と需要水量によって流速が決定される。このため行き止まり管路は管網形状の影響を受けないと考えられる。そこで 50 本の管路の中で最下流に向う行き止まり管路である 18 本の管路を除いた管路 32 本について、管網形状との関係を考察する。

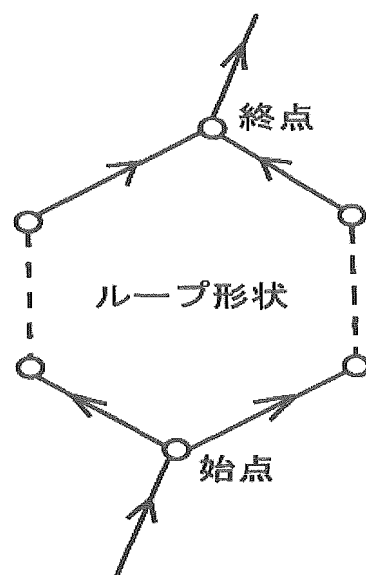


図 3-7 ループ形状の概念図

滞留管路はいずれもループを形成しているが、節点 15、35、118 においては流出管路が接続しておらず、これらの節点に流入する管路の一方は滞留管路である。これはループ内にある行き止まり管路であると考えられ、このような管路がループ内に存在することは滞留管路を発生させる大きな要因になると考えられる。また、他の滞留管路の多くは複数の流入管路が接続する節点に流れ込む管路であり、流速の低下に影響していると考えられる。ループ形状は管内流速を大きくするためには不利と考えられているが、図 3-6 によると全てのループにおいて滞留管路が発生しているわけではないことがわかる。一般に上流から下流に水が流れていくにつれて、各節点における需要水量の取り出しによる流量の減少、また需要水量の取り出しや管路壁面との摩擦によるエネルギーの損失によって管内流速は低下する。しかし、下流域に位置するループであっても滞留管路を有しないものや、比較的上流域に位置するループ内で滞留を起しているものもある。これには各節点の需要量や地盤高などの影響のほかには管網形状の影響を受けていると考えられる。そこで、つぎにループ形状に着目して、考察する。ここでは管網内に存在する各ループについて考察を行う。ここで対象とするループは、管網の最も上流域において滞留管路が発生したループよりも下流に位置するループである。図 3-7 にループ形状の概念図を示す。ループにおいては流れが 2 つに分流する節点と分流した流れが再び合流した節点が必要存在する。各ループにおいて流れが分流する節点をループの始点、合流する節点をループの終点とする。各ループは 1 つの環を形成する節点および管路、さらに始点に流入する管路と終点から流出する管路で構成されるものとする。ただし、1 つのループに複数の始点あるいは終点が存在する場合もある。図 3-8 に各ループの番号を示す。

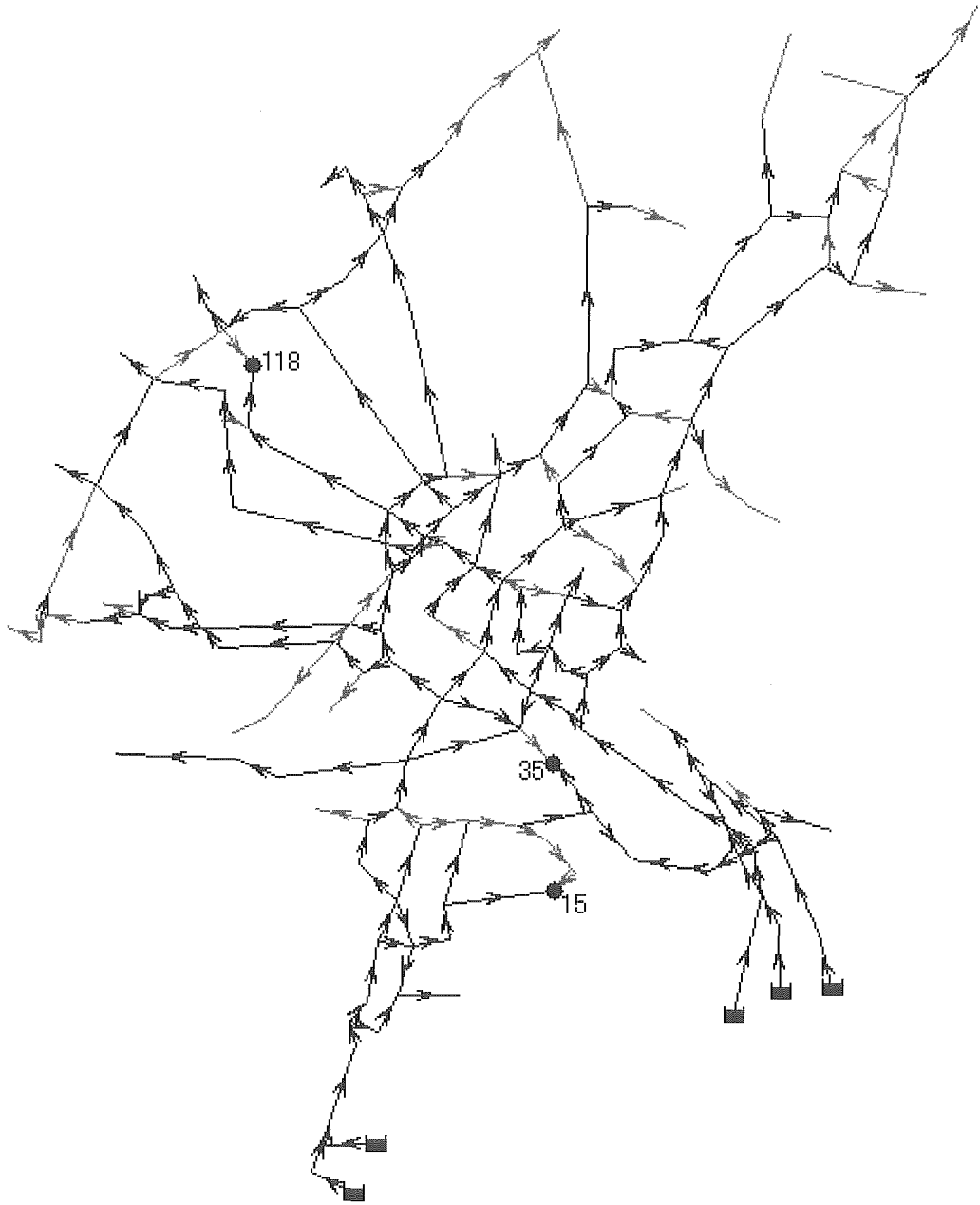


図 3-6 管網系における滞留管路

表 3-1 20 時における各管路の流量、流速

管路番号	流量(l/sec)	流速(m/sec)
1	1467.89	0.69
2	45.12	0.36
3	1416.46	0.66
4	47.72	0.68
5	45.12	0.36
6	1416.41	0.66
7	34.08	0.27
8	1357.99	0.64
9	32.68	0.26
10	1311.39	0.61
11	31.56	0.25
12	1299.73	0.61
13	31.28	0.25
14	35.29	0.37
15	22.10	0.23
16	36.35	0.51
17	1125.97	0.53
18	26.61	0.28
19	205.03	0.73
20	192.23	0.68
21	172.51	0.61
22	68.35	0.24
23	999.40	0.47
24	976.69	0.46
25	92.93	0.58
26	27.33	0.02
27	918.33	1.44
28	21.23	0.03
29	88.63	0.31
30	0.17	0.00
31	91.70	0.95
32	91.87	0.14
33	38.16	0.06
34	932.97	1.47
35	89.74	1.83
36	76.74	1.56
37	37.09	0.76
38	407.65	0.52
39	400.88	2.52
40	607.88	0.77
41	694.87	0.88
42	663.87	0.85
43	628.04	0.80
44	292.35	0.37
45	285.19	0.36
46	197.14	2.05
47	176.62	1.84
48	183.39	1.91
49	89.94	0.93
50	52.43	0.54
51	29.26	0.41
52	0.00	0.00
53	293.61	3.05
54	280.94	1.77
55	33.24	0.47
56	8.43	0.12
57	15.12	0.21
58	174.13	1.81
59	60.59	0.63
60	37.62	0.39
61	32.59	0.34
62	28.33	0.29
63	63.37	0.90
64	45.75	0.65
65	7.67	0.16
66	14.68	0.47
67	24.28	0.49
68	12.74	0.26
69	20.04	0.41
70	641.38	1.67
71	807.11	1.27
72	130.20	0.46
73	306.93	1.09
74	17.90	0.14

管路番号	流量(l/sec)	流速(m/sec)
75	289.02	1.02
76	122.72	0.43
77	96.34	0.34
78	39.98	0.42
79	22.79	0.24
80	1.04	0.01
81	52.24	0.54
82	19.17	0.20
83	10.21	0.11
84	10.21	0.14
85	302.68	1.07
86	34.96	0.71
87	11.74	0.24
88	68.10	0.24
89	36.61	0.38
90	30.49	0.32
91	31.48	0.45
92	26.83	0.38
93	9.41	0.30
94	5.76	0.12
95	8.96	0.29
96	329.41	1.17
97	235.34	1.20
98	46.32	0.66
99	182.04	1.14
100	188.48	1.19
101	26.76	0.55
102	12.00	0.12
103	26.83	0.38
104	41.58	0.59
105	92.35	0.47
106	92.35	1.31
107	56.74	0.45
108	13.63	0.77
109	35.79	0.51
110	26.88	0.38
111	241.37	0.31
112	55.79	0.09
113	303.07	1.54
114	287.99	1.47
115	6.84	0.07
116	151.08	0.77
117	135.68	0.69
118	55.79	1.14
119	47.98	0.98
120	47.27	0.49
121	114.09	0.58
122	57.37	0.29
123	85.77	0.44
124	64.09	0.67
125	28.86	0.30
126	6.19	0.06
127	49.18	0.17
128	122.48	0.43
129	87.75	0.55
130	72.19	0.45
131	62.55	0.65
132	32.61	0.34
133	38.54	0.40
134	23.19	0.47
135	5.73	0.12
136	25.18	0.51
137	2.27	0.05
138	23.79	0.76
139	11.32	0.36
140	20.32	0.41
141	24.56	0.78
142	173.76	0.22
143	247.05	0.31
144	83.39	0.07
145	127.67	0.11
146	15.20	0.01
147	0.00	0.00
148	267.72	0.95

管路番号	流量(l/sec)	流速(m/sec)
149	138.70	0.71
150	52.89	0.27
151	78.78	0.28
152	127.05	0.45
153	120.11	0.42
154	104.05	0.37
155	99.64	0.35
156	26.83	0.09
157	83.58	1.18
158	85.74	0.30
159	48.30	0.68
160	27.77	0.39
161	63.88	0.51
162	44.27	0.35
163	49.61	0.39
164	48.84	0.39
165	48.62	0.39
166	0.77	0.01
167	23.20	0.33
168	1.02	0.02
169	161.33	0.57
170	139.25	0.49
171	7.62	0.05
172	19.26	0.12
173	51.79	0.73
174	22.87	0.32
175	0.00	0.00
176	63.80	0.40
177	8.44	0.12
178	30.91	0.44
179	36.15	0.51
180	55.36	0.58
181	162.13	0.57
182	4.50	0.06
183	89.56	0.71
184	40.41	0.57
185	9.17	0.13
186	0.00	0.00
187	51.01	0.26
188	2.45	0.01
189	33.69	0.35
190	3.20	0.05
191	0.50	0.02
192	53.46	0.56
193	50.64	0.53
194	44.33	0.46
195	77.02	0.80
196	45.35	0.47
197	24.66	0.35
198	20.69	0.42
199	0.00	0.00
200	45.23	0.64
201	21.31	0.30
202	8.62	0.12
203	6.69	0.14
204	12.41	0.25
205	9.60	0.20
206	10.09	0.21
207	6.67	0.14
208	0.03	0.00
209	0.00	0.00
210	10.53	0.21
211	6.73	0.14
212	22.43	0.32
213	267.59	2.78
214	0.17	0.00
215	0.17	0.00
216	1.02	0.01
217	28.86	0.30
218	7.20	0.15
219	73.57	1.04
220	21.14	0.22

図 3-8 によれば、ループ番号 18、31 で示される下流域に位置するループであっても滞留部が発生していない場合や、反対にループ番号 11、12 など示される比較的上流域に位置する管網内部のループ内で滞留が発生している場合がある。このことから同じループであってもその形状の違いによって濁水発生要因となるものとそうでないものが存在すると考えられる。そこでその形状の違いを考察する。

図 3-8 に示すそれぞれのループを見た場合、ループの終点に流入する 2 本の管路のうちどちらか一方の管路で滞留が起こることが多い。40 個あるループの中で滞留管路を含むループは 30 個あるが、そのうち終点に流入する管路で滞留が発生しているケースは 24 ケースあった。始点から流出する管路で滞留が発生しているケースが次に多く 13 ケース、その他の管路で滞留が発生しているケースが 7 ケースであった。表 3-2 に各ループ内での滞留の有無、始点および終点での滞留の有無を示す。滞留が生じている場合を○で示す。表 3-2 によると、滞留管路が存在する全てのループにおいて始点または終点のいずれかで滞留が生じている。このためループの始点または終点の形状が大きく影響していると考えられる。ループ終点では流出管路数よりも流入管路数のほうが大きくなる場合が多いため、行き止まり管路のように流速の低下に影響するのではないかと考えられる。また、ループ始点では流入管路数に対して流出管路数が大きくなる場合が多いため、流量が分散されて流速の低下を引き起こしていると考えられる。

### 3.4 まとめ

本章では金沢市の上水道配水管網を対象に管網解析を行い、その結果について考察した。本章で得られた成果をまとめると次のようになる。

- 1) 管網解析の結果、1 日の最大流速が 0.2m/sec 以下となる滞留管路は全管路 220 本中 50 本であった。このうち最下流へ向う行き止まり管路が 18 本、その他が 32 本であり、管網内部においても比較的多くの滞留管路があることがわかった。
- 2) ループ内においても行き止まり管路となる場合があり、このときこの管路は滞留管路となっていた。
- 3) ループ内の滞留管路は管網内のループの終点に流れ込む管路である場合が最も多く、次にループ始点から流出する管路である場合が多いことがわかった。

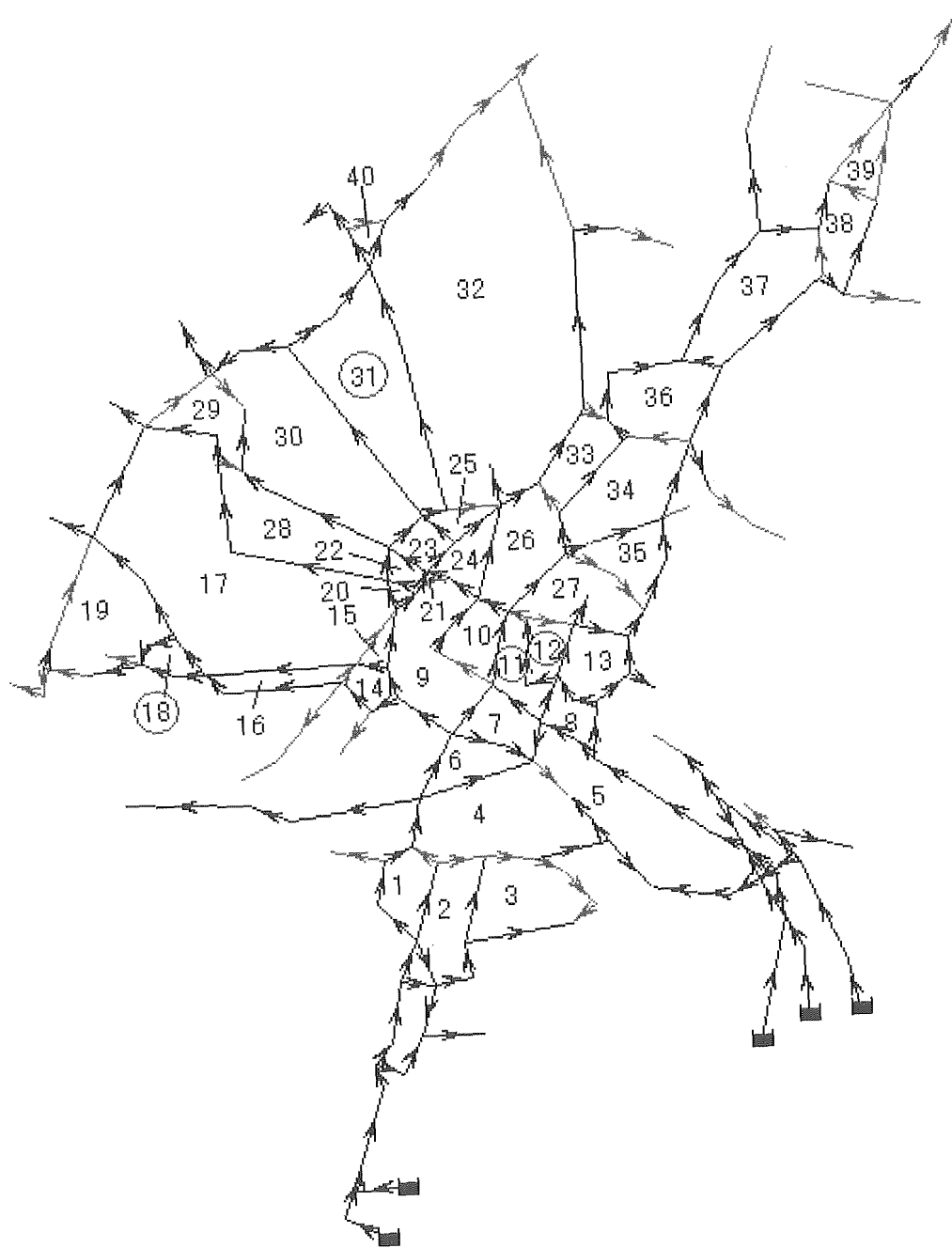


図 3-8 ループ番号

表 3-2 滞留の有無

ループ番号	滞留	始点滞留	終点滞留
1	○		○
2	○		○
3	○		○
4	○	○	○
5	○		○
6			
7			
8			
9	○		○
10	○	○	
11	○		○
12	○		○
13			
14	○		○
15	○		○
16	○	○	
17	○	○	
18			
19	○		○
20			
21	○	○	
22			
23			
24			
25	○		○
26	○		○
27	○	○	○
28	○		○
29	○	○	○
30	○		○
31			
32	○	○	○
33	○	○	○
34	○		○
35	○	○	
36	○	○	
37	○		○
38	○	○	○
39	○	○	○
40	○		○

## 4. 滞留部評価指標の提案および検討

### 4.1 概説

第3章では金沢市の上水道配水管網において管網解析を行った。その結果、濁水発生要因である滞留部が生じるループにはいくつかの特徴があることがわかった。本章では、その特徴を定量的に評価するための指標を提案し、検討する。

### 4.2 評価指標の提案および検討

#### 4.2.1 断面積比

ループ内にある行き止まり管路においては必ず滞留が生じていたため、この行き止まり管路に着目した。行き止まりとなる節点では、流入管路のみが接続しており、流出管路が存在しないために流れが滞留すると考えられる。このように流入に対する流出の割合が流速低下に影響していると考えられるため、ある節点に流入する管路の断面積の和と流出する管路の断面積の和との比をとったものである断面積比を評価指標として提案する。ある節点において断面積比が小さな値であるとき、すなわち流出管路の断面積の和が流入管路の断面積の和に比べて小さいとき、その節点に流入する管路で流速が低下すると考えられる。反対に、断面積比が大きな値となるとき、すなわち流出管路の断面積の和が流入管路の断面積の和に比べて大きいとき、その節点から流出する管路で流速が低下すると考えられる。

各ループの滞留管路はループ始点または終点で生じることが多いため、始点および終点において断面積比を求めた。図4-1に示すループ28に注目すると、滞留が生じているループ終点において管径350mmの管路2本が流入しているが、流出については管径250mmの管路が1本のみとなっており、断面積比は0.26となった。表4-1にループ28における各管路の管径、流量、流速を示す。また、図4-2に示すループ4に注目すると、滞留が生じているループ始点において、管径450mmの管路が1本流入しているのに対し、管径900mmの管路2本が流出しており、断面積比は8.00となった。表4-2にループ4における各管路の管径、流量、流速を示す。

表4-1 ループ28における各管路の管径、流量、流速

リンク番号	管径(mm)	流量(l/sec)	流速(m/sec)
124	350	64.09	0.67
125	350	28.86	0.30
126	350	6.19	0.06
128	600	122.48	0.43
129	450	87.75	0.55
130	450	72.19	0.45
136	250	25.18	0.51
153	600	120.11	0.42
154	600	104.05	0.37

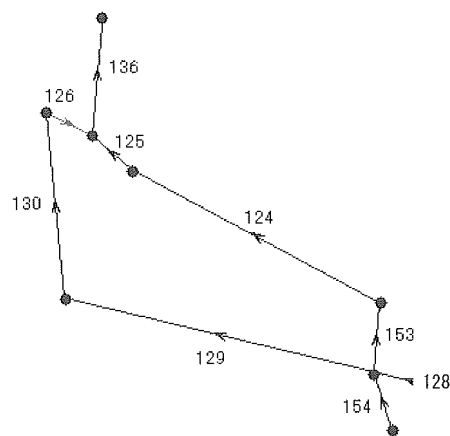


図4-1 ループ28



表 4-2 ループ 4 における各管路の管径、流量、流速

リンク番号	管径(mm)	流量(l/sec)	流速(m/sec)
25	450	92.93	0.58
28	900	21.23	0.03
31	350	91.70	0.95
32	900	91.87	0.14
33	900	38.16	0.06
34	900	932.97	1.47
63	300	63.37	0.90
64	300	45.75	0.65
65	250	7.67	0.16
66	200	14.68	0.47

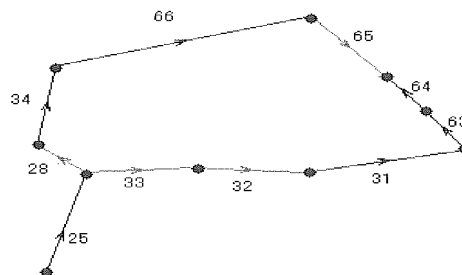


図 4-2 ループ 4

表 4-3 は各ループの始点で求めた断面積比を値の小さいものから順に示したものである。表 4-3 によると、ループ始点での断面積比が平均値 1.74 より大きくなる 11 ケースすべてにおいて滞留が生じている。表 4-4 は各ループの終点で求めた断面積比を値の小さいものから順に示したものである。表 4-3 によると、ループ終点での断面積比が平均値 0.67 より小さくなるループ 19 ケースのうち 17 ケースで滞留を生じている。以上のことから断面積比は滞留を生じるループの形状の特徴をよく表わしていると考えられる。

#### 4.2.2 管径比

滞留を生じていたループにおいては始点で分流する際、または、終点で合流する際に流量に大きな偏りがみられた。この流量の偏りは管径に影響されていると考えられる。そこで各ループの環を形成する管路の管径の最大値と最小値の比として表わされる管径比を評価指標として提案する。あるループにおいて管径比が大きな値となるとき、すなわち環を形成する管路の管径に大きなばらつきがあるとき、そのループでは滞留を生じると考えられる。各ループについて管径比を求めた。図 4-3 に示すループ 11 に着目すると、管径の最大値が 1000mm であるのに対し、最小値は 150mm となっており、管径比は 6.67 であった。このときループ始点において分流する際、さらにループ終点において合流する際に流量に大きな偏りがみられ、流量が少ないほうの管路で滞留が生じている。表 4-5 にループ 11 における各管路の管径、流量、流速を示す。

表 4-5 ループ 11 における各管路の管径、流量、流速

リンク番号	管径(mm)	流量(l/sec)	流速(m/sec)
107	400	56.74	0.45
108	150	13.63	0.77
109	300	35.79	0.51
110	300	26.88	0.38
111	1000	241.37	0.31
113	500	303.07	1.54
114	500	287.99	1.47
115	350	6.84	0.07

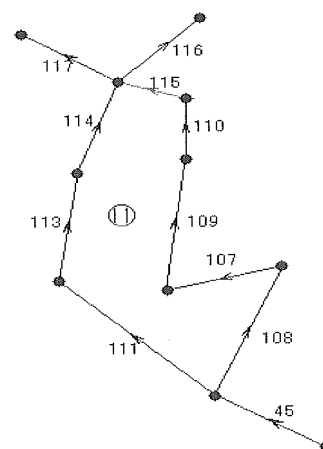


図 4-3 ループ 11

表 4-3 ループ始点での断面積比

ループ番号	滞留	始点断面積比
23		0.40
19	○	0.59
20		0.76
10	○	0.78
28	○	0.78
30	○	0.79
36	○	0.94
17	○	1.00
22		1.00
31		1.00
40	○	1.00
33	○	1.05
7		1.09
11	○	1.09
2	○	1.12
1	○	1.12
6		1.13
9	○	1.13
18		1.14
15	○	1.17
24		1.19
29	○	1.21
37	○	1.33
26	○	1.34
8		1.36
13		1.39
32	○	1.44
14	○	1.47
38	○	1.69
34	○	1.98
35	○	1.98
3	○	2.00
39	○	2.00
12	○	2.22
21	○	2.44
25	○	2.44
27	○	2.72
5	○	3.45
4	○	8.00
16	○	9.00
		1.74

表 4-4 ループ終点での断面積比

ループ番号	滞留	終点断面積比
3	○	0.00
4	○	0.00
5	○	0.00
29	○	0.00
30	○	0.00
33	○	0.25
24		0.25
25	○	0.25
28	○	0.26
32	○	0.26
6		0.38
21	○	0.40
37	○	0.41
1	○	0.50
26	○	0.50
36	○	0.50
38	○	0.50
40	○	0.50
19	○	0.67
2	○	0.69
12	○	0.72
15	○	0.76
13		0.76
7		0.78
20		0.78
22		0.79
18		0.87
27	○	0.89
9	○	1.00
14	○	1.00
17	○	1.00
23		1.00
31		1.00
35	○	1.00
16	○	1.14
34	○	1.18
10	○	1.19
39	○	1.22
11	○	1.34
8		2.22
		0.67

表 4-6 は各ループにおいて求めた管径比を値の小さいものから順に示したものである。表 4-6 によると、管径比が平均値 2.71 より大きくなる 15 ケースのうち 12 ケースで滞留を生じている。このことから管径比は滞留を生じるループの形状をよく表わしていると考えられる。

#### 4.2.3 3つの指標によるポイント評価

ここでは始点断面積比、終点断面積比、管径比の3つの指標を組み合わせ、ポイント制を導入することにより、各ループの形状を評価する。始点断面積比が平均値 1.74 より大きくなる場合、終点断面積比が平均値 0.67 より小さくなる場合、さらに管径比が平均値 2.71 より大きくなる場合にそれぞれ1ポイントずつを加え、0~3ポイントの4段階で評価する。結果を表 4-7 に示す。表 4-7 によると、合計ポイントが0ポイントとなった7ケースのうち6ケースで滞留が生じていなかった。また、合計ポイントが1ポイント以上となった33ケースのうち29ケースで滞留が生じていた。このことから1ポイントを境界として滞留を生じていないループと生じているループにある程度分類できたと考ええる。

表 4-6 各ループにおける管径比

ループ番号	滞留	管径比
39	○	1.00
23		1.20
25	○	1.20
38	○	1.20
12	○	1.33
40	○	1.33
29	○	1.40
37	○	1.40
24		1.43
20		1.67
26	○	1.67
33	○	1.67
36	○	1.67
18		1.71
28	○	1.71
19	○	1.75
13		2.00
21	○	2.00
22		2.00
27	○	2.00
31		2.00
34	○	2.00
35	○	2.00
32	○	2.40
2	○	2.57
3	○	2.86
30	○	3.00
1	○	3.56
9	○	3.60
10	○	3.60
5	○	4.00
7		4.00
4	○	4.50
6		4.50
14	○	4.80
15	○	4.80
16	○	4.80
17	○	4.80
8		6.67
11	○	6.67
		2.71

### 4.3 まとめ

本章では滞留を生じるループの特徴を定量的に評価するための指標を提案した。本章についてまとめると次のようになる。

- 1) 流出断面積と流入断面積の比で表される断面積比を評価指標として提案した。これによるとループ終点における断面積比が平均値より小さくなる場合、または、ループ始点における断面積比が平均値より大きくなる場合に滞留が生じることが多いことがわかった。
- 2) 同一ループ内の管径の最大値と最小値の比で表される管径比を評価指標として提案した。これによると管径比が平均値より大きくなるループにおいて滞留が生じることが多いことがわかった。
- 3) 始点断面積比、終点断面積比、さらに管径比の3つの指標を組み合わせ、ポイント制を導入することによって各ループの形状を評価した。その結果、各ループの合計ポイントによって滞留を生じるループの形状を表現することができた。

表 4-7 各ループの合計ポイント

ループ番号	滞留	合計ポイント
2	○	0
13		0
18		0
20		0
22		0
23		0
31		0
7		1
8		1
9	○	1
10	○	1
11	○	1
12	○	1
14	○	1
15	○	1
17	○	1
19	○	1
24		1
26	○	1
27	○	1
28	○	1
29	○	1
32	○	1
33	○	1
34	○	1
35	○	1
36	○	1
37	○	1
38	○	1
39	○	1
40	○	1
1	○	2
6		2
16	○	2
21	○	2
25	○	2
30	○	2
3	○	3
4	○	3
5	○	3

## 5. おわりに

本報告は、「管網再形成および未利用エネルギーに関する研究」のための基礎研究として、濁水発生箇所を管網解析を通して明らかにし、管網形状と流速、流向の関係から滞留箇所を把握しようとしたものである。得られた成果をまとめるとつぎのようである。

- 1) 管網解析の結果、1日の最大流速が0.2m/sec以下となる滞留管路は全管路220本中50本であった。このうち最下流へ向う行き止まり管路が18本、その他が32本であり、管網内部においても比較的多くの滞留管路があることがわかった。
- 2) ループ内においても行き止まり管路となる場合があり、このときこの管路は滞留管路となっていた。
- 3) ループ内の滞留管路は管網内のループの終点に流れ込む管路である場合が最も多く、次にループ始点から流出する管路である場合が多いことがわかった。
- 4) 流出断面積と流入断面積の比で表される断面積比を評価指標として提案した。これによるとループ終点における断面積比が平均値より小さくなる場合、または、ループ始点における断面積比が平均値より大きくなる場合に滞留が生じることが多いことがわかった。
- 5) 同一ループ内の管径の最大値と最小値の比で表される管径比を評価指標として提案した。これによると管径比が平均値より大きくなるループにおいて滞留が生じることが多いことがわかった。
- 6) 始点断面積比、終点断面積比、さらに管径比の3つの指標を組み合わせ、ポイント制を導入することによって各ループの形状を評価した。その結果、各ループの合計ポイントによって滞留を生じるループの形状の特徴を表現することができた。

## 謝辞

神戸市水道局 松下 眞氏には、管網再形成に関する有益な情報を頂きました。また、金沢大学大学院自然科学研究科博士前期課程2年 保積克彦氏には解析や図面の作成に当たり多大な協力を頂きました。ここに記して深謝いたします。

## 参考文献

- 1) Jan Vreeburg and Martine Van Den Boomen: New Concepts for Self-Cleaning Networks and Improved Water Quality, Water 21, International Water Association, pp.43-45, 2002.12
- 2) Loet Rosenthal, Dick Van Der Kooij and Jan Vreeburg: The Trends and Prospects of In-Pipe Water Quality Control Technologies, Proc. of the 5<sup>th</sup> International Symposium on Water Supply Technology, pp.369-378, 2000.11.
- 3) 金沢市企業局：上水道管路概要図，(株) 中日本コンサルタント，1995.
- 4) 金沢市都市政策部調査統計室：住民基本台帳に基づく金沢市の人口及び世帯数，2000.
- 5) 出口智一，梶山佳晴，兼岡俊樹：配水管内における水質変化に関する基礎調査，1991.

付表-1 ノード条件

ノード番号	地盤高(m)	人口(人)	需要水量(l/sec)
1	40.0	8732	30.08
2	33.5	0	0.00
3	32.5	1880	6.48
4	26.0	10157	34.99
5	25.0	0	0.00
6	24.0	2111	7.27
7	24.0	2025	6.98
8	28.0	3572	12.30
9	26.0	6170	21.26
10	17.0	0	0.00
11	15.5	2939	10.13
12	14.5	3345	11.53
13	14.0	1194	4.11
14	19.0	2636	9.08
15	48.0	11630	40.07
16	50.0	0	0.00
17	38.0	0	0.00
18	15.0	5925	20.42
19	11.0	5695	19.62
20	9.0	3857	13.28
21	8.5	5270	18.15
22	8.0	4639	15.98
23	10.5	1117	3.85
24	78.0	2152	7.41
25	78.0	3483	12.00
26	76.0	0	0.00
27	71.0	854	2.94
28	71.5	3897	13.43
29	72.5	0	0.00
30	73.0	0	0.00
31	74.0	0	0.00
32	68.0	10342	35.63
33	44.0	0	0.00
34	43.5	2991	10.30
35	42.5	9067	31.24
36	63.0	5262	18.13
37	48.0	6082	20.95
38	68.0	4091	14.09
39	67.0	3931	13.55
40	65.0	4966	17.11
41	55.0	0	0.00
42	72.0	1646	5.67
43	70.0	1430	4.93
44	48.0	2567	8.84
45	9.0	3638	12.54
46	7.0	2205	7.60
47	5.0	6732	23.19
48	3.0	7267	21.69
49	41.0	7475	25.75
50	40.0	1238	4.27

ノード番号	地盤高(m)	人口(人)	需要水量(l/sec)
51	13.5	2630	9.06
52	21.0	1065	3.67
53	20.0	1218	4.19
54	18.0	1001	3.45
55	23.0	294	1.01
56	23.0	1185	4.08
57	23.0	7863	27.09
58	14.0	3448	11.88
59	13.0	5901	20.33
60	22.0	0	0.00
61	20.0	1301	4.48
62	15.0	0	0.00
63	13.0	4553	15.69
64	13.0	3556	12.25
65	11.0	1513	5.21
66	10.5	1363	4.70
67	11.0	2156	7.43
68	9.5	2561	8.82
69	8.0	1370	4.72
70	9.0	0	0.00
71	8.0	1326	4.57
72	6.0	3784	13.04
73	12.0	1977	6.81
74	11.5	2755	9.49
75	11.0	4909	16.91
76	11.5	3748	12.91
77	10.0	0	0.00
78	8.0	0	0.00
79	9.0	5391	18.58
80	8.0	0	0.00
81	5.0	3039	10.47
82	7.0	0	0.00
83	7.0	3977	13.70
84	6.0	11460	39.48
85	6.5	4477	15.43
86	5.0	0	0.00
87	4.0	2918	10.05
88	3.0	0	0.00
89	2.5	177	0.61
90	3.5	1038	3.58
91	4.0	0	0.00
92	2.5	5614	19.34
93	2.0	0	0.00
94	1.5	543	1.87
95	1.5	0	0.00
96	1.0	1733	5.97
97	2.0	790	2.72
98	0.0	0	0.00
99	-1.0	1595	5.50
100	5.5	1282	4.41

ノード番号	地盤高(m)	人口(人)	需要水量(l/sec)
101	6.0	0	0.00
102	5.0	0	0.00
103	4.7	1129	3.89
104	5.0	1193	4.11
105	5.5	2122	7.31
106	5.0	3170	10.92
107	4.0	2503	8.62
108	3.0	3471	11.96
109	2.5	1514	5.22
110	1.5	14189	48.88
111	2.5	2643	9.10
112	2.0	5980	20.60
113	1.5	1676	5.77
114	1.0	586	2.02
115	0.5	5084	17.51
116	0.0	1956	6.74
117	-1.7	6543	22.54
118	1.0	4657	16.05
119	-0.5	0	0.00
120	-0.8	2116	7.29
121	-1.0	1920	6.62
122	-0.8	719	2.48
123	-1.0	2185	7.53
124	-1.0	3485	12.01
125	1.0	3328	11.47
126	-0.5	0	0.00
127	-1.5	0	0.00
128	0.5	0	0.00
129	1.0	38	0.13
130	3.0	8252	28.43
131	7.0	0	0.00
132	5.8	544	1.87
133	3.0	0	0.00
134	3.0	0	0.00
135	3.0	1502	5.18
136	2.0	4694	16.17
137	1.0	5303	18.27
138	0.0	1558	5.36
139	-1.0	0	0.00
140	1.5	276	0.95
141	1.0	3678	12.67
142	0.0	1222	4.21
143	0.5	633	2.18
144	-0.6	84	0.29
145	0.0	0	0.00
146	1.2	477	1.65
147	3.0	3047	10.50
148	5.3	0	0.00
149	2.5	5377	18.52
150	2.0	0	0.00



ノード番号	地盤高(m)	人口(人)	需要水量(l/sec)
151	3.3	2926	10.08
152	3.0	365	1.26
153	2.0	1462	5.04
154	1.0	3214	11.07
155	1.0	3512	12.10
156	0.0	0	0.00
157	3.3	482	1.66
158	2.0	642	2.21
159	2.0	1060	3.65
160	1.0	0	0.00
161	1.0	581	2.00
162	-0.5	1132	3.90
163	5.5	2581	8.89
164	5.0	0	0.00
165	-1.6	3764	12.97
166	78.0	0	0.00
167	78.0	0	0.00
168	83.0	0	0.00
169	103.0	0	0.00
170	128.0	0	0.00
171	43.0	0	0.00
172	70.0	0	0.00

付表-2 リンク条件

リンク番号	上流側ノード	下流側ノード	管径(mm)	管路長(m)
1	166	1	1650	525
2	167	2	400	475
3	1	3	1650	700
4	5	6	300	150
5	2	3	400	275
6	3	4	1650	1000
7	3	4	400	1000
8	4	5	1650	125
9	4	5	400	125
10	5	7	1650	400
11	5	7	400	400
12	7	10	1650	950
13	7	10	400	950
14	6	8	350	875
15	11	8	350	825
16	8	9	300	625
17	10	13	1650	600
18	13	11	350	550
19	10	11	600	275
20	11	12	600	400
21	12	14	600	425
22	15	14	600	2225
23	13	20	1650	875
24	20	21	1650	700
25	13	19	450	1175
26	21	22	1350	725
27	21	23	900	400
28	19	23	900	150
29	14	18	600	1275
30	17	171	350	475
31	17	33	350	875
32	18	17	900	675
33	19	18	900	725
34	23	45	900	725
35	45	46	250	1600
36	46	47	250	900
37	47	48	250	1550
38	168	26	1000	1250
39	26	29	450	500
40	29	38	1000	475
41	38	36	1000	625
42	36	37	1000	925
43	37	52	1000	750
44	52	53	1000	250
45	53	54	1000	400
46	169	25	350	775
47	25	26	350	500
48	26	30	350	525
49	30	38	350	475
50	172	39	350	700

リンク番号	上流側ノード	下流側ノード	管径(mm)	管路長(m)
51	39	40	300	350
52	40	41	300	425
53	170	24	350	975
54	24	31	450	1425
55	31	42	300	350
56	42	43	300	700
57	42	44	300	1575
58	31	30	350	300
59	29	28	350	500
60	28	27	350	150
61	27	32	350	1375
62	33	32	350	750
63	33	34	300	250
64	34	35	300	425
65	49	35	250	825
66	45	49	200	1600
67	54	49	250	425
68	50	49	250	175
69	51	50	250	850
70	51	79	700	925
71	45	51	900	950
72	67	51	600	950
73	79	80	600	400
74	80	81	400	825
75	80	83	600	700
76	83	85	600	1500
77	85	86	600	300
78	86	87	350	350
79	87	88	350	475
80	88	89	300	500
81	88	92	350	725
82	92	93	350	550
83	93	95	350	175
84	95	96	300	500
85	79	82	600	500
86	82	84	250	425
87	84	86	250	1825
88	86	91	600	575
89	91	90	350	175
90	90	88	350	425
91	91	97	300	1000
92	97	98	300	900
93	98	99	200	475
94	94	98	250	1575
95	93	94	200	325
96	52	55	600	700
97	55	56	500	575
98	56	57	300	450
99	58	56	450	750
100	59	58	450	175

リンク番号	上流側ノード	下流側ノード	管径(mm)	管路長(m)
101	58	62	250	675
102	62	66	350	825
103	62	63	300	550
104	61	62	300	875
105	55	60	500	550
106	60	61	300	225
107	61	64	400	375
108	54	61	150	600
109	64	65	300	725
110	65	66	300	275
111	54	67	1000	925
112	67	70	900	900
113	67	68	500	525
114	68	69	500	425
115	66	69	350	300
116	69	74	500	1250
117	69	72	500	400
118	70	71	250	350
119	71	72	250	575
120	72	105	350	1325
121	72	100	500	450
122	100	103	500	250
123	103	107	500	525
124	107	112	350	2050
125	112	113	350	175
126	114	113	350	275
127	100	102	600	550
128	102	106	600	225
129	106	111	450	3175
130	111	114	450	1450
131	114	115	350	275
132	115	116	350	750
133	116	117	350	700
134	98	116	250	1750
135	116	119	250	1075
136	113	118	250	600
137	119	118	250	1000
138	119	120	200	150
139	120	121	200	625
140	122	119	250	425
141	123	122	200	650
142	102	103	1000	300
143	101	102	1000	475
144	84	101	1200	800
145	83	84	1200	300
146	83	163	1200	1600
147	163	164	1200	375
148	82	101	600	700
149	103	104	500	525
150	104	105	500	825