

## (27) 配水ブロック化評価プロセスに関する一考察

(株)日本水道コンサルタント 萩 原 良 巳

(株)日本水道コンサルタント ○今 田 俊 彦

(株)日本水道コンサルタント 森 野 彰 夫

### 1. はじめに

全国の水道普及率は、整備施設の拡充によって全国平均で90%を越え、普及率向上という目標をはば達成しつつあるように思われる。一方、水道施設を運用管理している現場では、急激な施設拡大によって生じた施設運用管理の困難性がかかえているところも多い。特に、需要動向に大きな影響を受ける配水管網に関しては、動水圧不足・静水圧過大という需要地における直接的な問題点から、水量・水圧の管理上、配水系統が不明確で配水操作が複雑である等の問題点が顕在化している。このため、改めて配水管網の見直しを行ない、配水管網の再整備を検討する気運が生じてきている。このような場合、配水管網見直しの第一段階として、現況の配水区域範囲の見直しを行なうこと、すなわち配水ブロック化の検討が、配水施設整備や配水管理を検討するための基礎のプロセスとなると考えられる。

ここでいう配水ブロックとは、複数の配水池を有している場合に、給水対象地域を分割していくつかの独立な配水区としたものを指している。給水対象地域を一体とした多点注入方式から配水ブロック化を行なうことが要請される要因としては種々考えられるが、その第1の要因は地形条件である。地形条件とは水圧の許容範囲によって配水池の分担できる地盤高の領域が設定されること、さらに軌道や河川等の障害物によって配水区域の境界が設定されることを示している。また第2の要因として、配水状態の改善が上げられる。これは水圧の過不足を解消することや、配水池稼働率のバランスを保つような配水ブロック化を行なうことを示す。さらに、第3の要因として、配水管理機能の向上が考えられる。これは、配水ブロック化によってブロック別漏水量の把握が可能となり、また需要地が配水池と明確に対応付けられるため配水管理情報が得やすく、配水管理も簡素化されることを示している。

以上の要因は、配水ブロック化のみによってすべて解決されるわけではなく、その設定された配水ブロックのもとでの施設整備や管理を行なうことによって解決されるものも多い。例えば、漏水管理における計装設備や動水圧不足を解消するための配水管の補強・ポンプ施設整備等である。また、反面配水ブロック化によって、定常時の水の相互融通が不可能となるなどの短所もある。このため、配水ブロック化を検討する際には、配水ブロック化の機能を明確にした上で、地域の特性に対応した評価要因を用いて配水ブロックを設定することが必要と考えられる。このことから、本研究では配水ブロック化を水道整備の基本計画における配水施設の規模配置や配水管理を検討する前段階として位置づけ、配水ブロック化評価プロセスを提示することを目的とする。具体的には、配水管網をグラフとして認識し、対話式にその分割を行ない、種々の評価要因を用いた評価を行なって配水ブロックの設定を行なうプロセスを提示することとする。

### 2. 安定性評価指標の選定

ここでは、配水ブロック案を作成し評価していく段階で用いられる評価要因を整理し、次にデータを用いてそれを具体的に表わす評価指標を選定する。

評価要因としては、抽象的なレベルとして、①安定性、②管理性、③効率性、④経済性、⑤公平性等があげられる。安定性とは、送水量と需要量の変動に対して、水圧・水量・水質を安定して供給できる度合を示すものであり、需要者サイドに最も関連の深い要因である。一方、管理性、効率性、経済性は供給者（管理者）サイドに関する要因と言える。管理性は、配水管理の容易さ、迅速さを示し、効率性は施設の効率的な

利用の度合を、経済性は施設建設・維持管理費用の度合を示している。さらに公平性は配水ブロック内、または配水ブロック間の水量・水圧・水質等のばらつき（バランス）度合を示すものであり、需要者サイドの不満を表わす、1つの要因と考えることもできる。以上あげた要因のうちで、本研究では特に安定性の評価要因に重点を置いた配水ブロック化を考察する。これは、安定性がより需要者に直結した要因と考えられるためである。

評価要因が抽出されると、次にこれを定量的に表わす評価指標を選定する必要がある。評価指標は、①評価要因を適切に表現し、②データの取得が容易で、③指標値を単純に表わしうるものであることが望ましい。表－1に安定性を表わす評価指標と、その評価指標を規定する項目（データ）を示す。表－1では、安定性の評価対象を、水圧・水量・水質に分類している。このうち、水圧の安定性とは、静水圧ならびに動水圧が需要変動に対して許容範囲内にある度合を示すものであり、同様に水質の安定性とは、水質（例えば残留塩素濃度）が許容範囲内にある度合を示す。また、水量の安定性は水圧の安定性と不可分なものであるが、ここでは主に送水系統ならびに配水管網の非定常時（断水工事、管路破損）における水供給の安定性を表わすものとする。このため、水量安定性は配水池容量や配水管網の連結状態を指標化することによって表わす。

表－1 「安定性」に関する評価指標

| 評価要因 |    | 評価指標                  | 評価指標を規定する要因                    |
|------|----|-----------------------|--------------------------------|
| 安定性  | 水圧 | 静水圧                   | 配水池水位<br>節点地盤高                 |
|      |    | 動水圧                   | 節点地盤高・需要水量<br>管径・管長・管種         |
|      | 水量 | 配水池回転率<br>断水時<br>配水能力 | 配水池容量・需要水量<br>管網構造<br>（管路隣接状態） |
|      | 水質 | 残留塩素濃度<br>（管内滞留時間）    | 需要水量<br>管網構造<br>管径・管長・管種       |

### 3. 配水ブロック化評価プロセスの提示

ここでは、2で選定した安定性に関する評価指標を用いて、段階的に配水ブロックの作成と評価を行ない、次第に最終的な配水ブロックへと取れんさせていく対話型の評価プロセスを検討する。

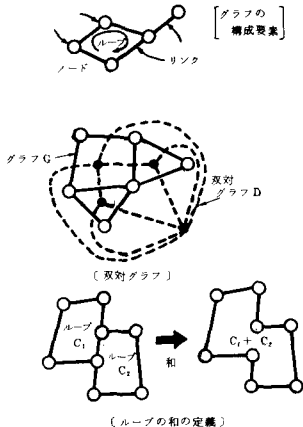
本研究で提示する評価プロセスで特徴的なことは、配水管網をグラフで表現し、そのグラフの構造を用いながら配水ブロックの評価を行なっていくことである。このようにグラフを用いることの有用性は、

- ① 配水管網に含まれる特性（地盤高、管長、管径等）が、グラフの成分であるノード（節点）とリンク（辺）のみの情報として変換しうること。
- ② 配水ブロック化は、配水管網の分割を行なっていくことであり、グラフの分割にはかならない。グラフの分割は、ノードとリンクが有している特性を見ながら、ノードの包含またはリンクの切断を行なうことであり、配水ブロック化の評価において意図していることと一致し、実用的な方式を提示しうること。
- ③ グラフの表現によって、配水管網のより複雑な構造（例えばループの包含関係等）を、簡単なマトリックスの演算によって把握可能であり、またその構造をノードの大きさやリンクの太さによって視覚的に表現することができ、対話型の評価プロセスにおいて適していること。

等が考えられる。特に、③で示したようにグラフを用いることにより、配水管網の構造の把握が容易となることが重要であろう。

配水ブロック化評価プロセスを提示する前に、配水管網の構造をグラフ論的に解釈し、グラフを用いた評価の方法と評価の手順を考察することとする。

① グラフは図－1に示すように、ノード（節点）とリンク（辺）とから成っており、それらは配水管網ではそれぞれ集中化された水量放出点または管路分岐点（ノード）と、管路（リンク）に当



図－1 グラフの特性

ード)、管径や管長(リンク)にあたる。

③ グラフの中には、ノードをリンクに沿ってたどっていくともとに戻ってくるようなループ(サイクル)が含まれている。ループは配水管網において非定常時(断水工事・管路破損)の通水能力すなわち水量安定性を表わす一指標となりうるものである。

④ ループの構造を表わすために双対グラフを導入する。双対グラフとは、図-1に示すように、元のグラフの領域にはノード、リンクにはリンク、ノードには領域を対応させて作成したグラフである。双対グラフを書くことによって、配水管網に含まれるループの隣接関係、ループ間の近接性がより明確となる。

⑤ ループの近接性を把握するために、ループの和を定義する。「ループ $C_1$ と $C_2$ の和 $C_1+C_2$ は、合併集合 $C_1 \cup C_2$ から共通集合 $C_1 \cap C_2$ を除いたものである(図-1)」。ある2つのループの近接性は、ループの和に含まれる管路の長さや、節点の地盤高のばらつき等で表わすことができる。

ここでグラフの構成要素の包含関係を用いて、配水管網の構造を把握すると、図-2のように表わすことができる。すなわち、ノード・ループ、配水ブロック、給水区域の4レベルによる階層構造であって、配水ブロック化とは、この階層構造を明確にすることであるとも解釈できよう。従って、配水ブロック案の作成の視点としては、図-2のレベル毎に、

① 各ノード・ループにとって、どの配水ブロックに属するのが望ましいのかの視点(ノード・ループレベルの視点)

② 各配水ブロックにとって、どのノード・ループを含むのが望ましいのかの視点(配水ブロックレベルの視点)

③ 給水区域全体にとっての、配水ブロック間のバランスを保つ視点(給水区域レベルの視点)

が考えられる。これらの視点に関するレベル別の評価指標を示すと表-2のようになる。これを見ると、下位レベルから上位レベルに進むにつれて、評価要因のウェイトが小さくなるのがわかる。従って、評価の手順として、下位レベルの評価要因を用いて配水ブロックの骨格を形成し、上位レベルに進むにつれて配水ブロックの肉付けをしていくというプロセスが有効と考えられる。

以上の配水ブロック化の評価方法、評価手順に従って、配水ブロック化評価プロセスを示すと図-3となる。評価プロセスは、以下の4ステップから構成される。

#### ステップ1：配水管網構造のグラフ化

ここでは、まず配水管網を重みを持ったノードとリンクで構成されるグラフ $G$ で表わす。グラフ $G$ のループの構造を把握するために、双対グラフ $D$ を表わす。双対グラフによって、近接性が大きいと考えられるループは、1つのノードにまとめ、もとのグラフ $G$ を縮約したグラフ $G'$ に修正する。

#### ステップ2：ノード・ループレベルの配水ブロック評価

グラフ $G'$ を用いて、各ノード(縮約されたループを含める)がどの配水池に属するのが望ましいかを、種々の評価指標別に把握する。そして、その評価指標別に得られる各ノードの属すべき配水池の共通集合をとり、配水ブロック案の骨格を作成する。

#### ステップ3：配水ブロックレベルの配水ブロック評価

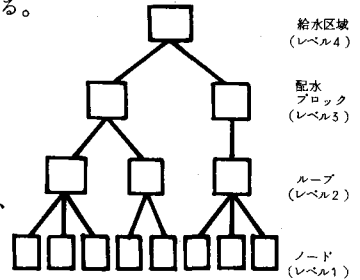


図-2 配水管網の階層構造

表-2 レベル別評価指標

| レベル     | 評価指標                 |
|---------|----------------------|
| ノード・ループ | 静水圧・動水圧<br>水質        |
| 配水ブロック  | 配水池回転率<br>ブロック内のループ数 |
| 給水区域    | 配水ブロック間の<br>安定性のバランス |

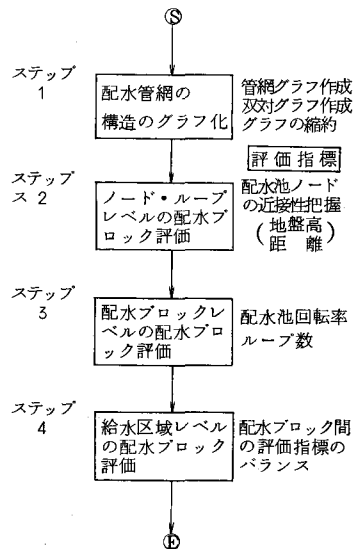


図-3 配水ブロック化評価プロセス

ステップ2でどの配水池にも属さなかったノードに関して、配水ブロックレベルの評価指標を用いて配水池への帰属を決定する。ここでは、配水ブロック毎の配水量、配水池容量、ループの数より、配水ブロック全体の水量安定性を評価指標として、ノードの配水池への帰属を決定する。

ステップ4：給水区域レベルの配水ブロック評価

ステップ3でどの配水池にも属さなかったノードに関して、配水ブロック間の水供給安定性指標のバランスを保つように各ノードの配水池への帰属を決定する。

4. 具体的適用例

3.で示した配水ブロック化評価プロセスを実際の配水管網に適用して、配水ブロック化を行なった事例を以下に示す。

対象とした配水管網は、7点注入の自然流下系であり、配水ブロック化によって水供給の安定化をはかることを目的としている。以下、図-3の評価プロセスをステップ別に表示す。

(1) 配水管網構造のグラフ化

配水管網をグラフ化したものを図-4に示す。図-4は、管径300mm以上の配水管をリンクとし、配水池と分岐または水量放出点を代表する点をノードとしたグラフである。

このグラフのノードには、地盤高・需要水量、(凡例)

リンクには、管長(ノード間距離)、管径の重みが付けられている。図-4のグラフは複雑であり、その構造を明確にするために、グラフの縮約を行なう。図-4を見ると、大小さまざまなループが包含されているが(基本ループは43個)、このうち、ループの長さが小さく、ループが1つのまとまった基本単位とみなされ、配水ブロック化によっても切

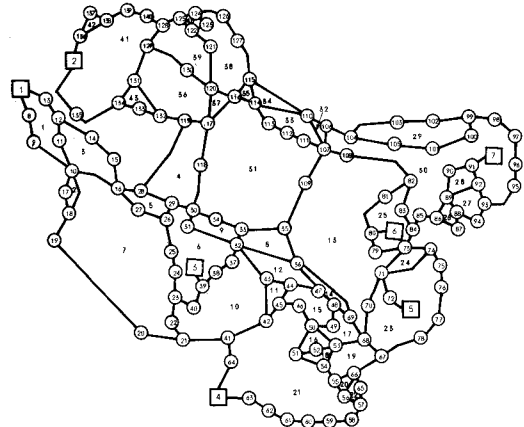


図-4 配水管網グラフ

- ループの和の長さが5km未満
- ループの和の長さが3～5km
- ループの和の長さが5～10km
- ループの和の長さが10km以上
- ループの長さが5km未満で地盤高のばらつきが10m以下
- 地盤高のばらつきが20m以上

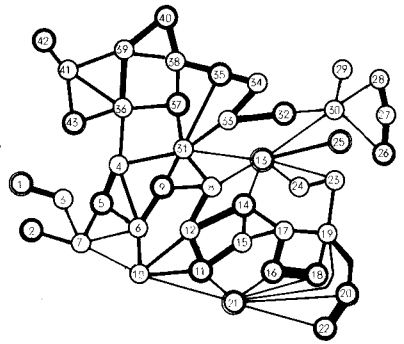


図-5 ループの近接性を表わす双対グラフ

断されないことが望ましいと考えられるループがあることがわかる。このループの構造を把握するために、もとの配水管網のグラフの双対グラフを作成したものを図-5に示す(外領域のノード、リンクを省略している)。双対グラフでは、ノードがもとの配水管網グラフのループにあたり、リンクはそのループが隣接することを示している。双対グラフのノードの重みとして、㉑もとの配水管網グラフのループの長さ、㉒その

表-3 双対グラフのノードの重み

| ノード番号   | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7   | 8    | 9   | 10   | 11  | 12  | 13   | 14   | 15   | 16  | 17   | 18  | 19   | 20  | 21   | 22  |
|---------|------|------|------|------|------|------|-----|------|-----|------|-----|-----|------|------|------|-----|------|-----|------|-----|------|-----|
| 長さ      | 3.0  | 1.7  | 3.4  | 4.2  | 2.2  | 4.4  | 8.7 | 3.0  | 2.6 | 5.7  | 2.4 | 3.5 | 10.1 | 2.6  | 4.3  | 2.1 | 3.2  | 1.5 | 3.8  | 1.4 | 15.1 | 1.5 |
| 平均地盤高   | 327  | 286  | 196  | 125  | 118  | 214  | 234 | 5.2  | 7.0 | 21.5 | 3.6 | 3.9 | 16.0 | 3.3  | 3.1  | 5.5 | 2.5  | 5.3 | 2.8  | 4.0 | 14.8 | 3.9 |
| 地盤高標準偏差 | 27.4 | 5.8  | 17.0 | 2.6  | 2.7  | 12.2 | 8.5 | 0.6  | 2.5 | 12.7 | 0.6 | 1.1 | 19.7 | 1.6  | 0.7  | 7.8 | 0.8  | 8.1 | 0.8  | 3.0 | 24.6 | 2.4 |
| ノード番号   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   | 29  | 30   | 31  | 32   | 33  | 34  | 35   | 36   | 37   | 38  | 39   | 40  | 41   | 42  | 43   | 単位  |
| 長さ      | 5.8  | 2.0  | 4.8  | 1.9  | 3.0  | 2.8  | 5.2 | 13.0 | 8.0 | 1.0  | 3.7 | 3.4 | 1.0  | 4.6  | 2.0  | 4.2 | 3.5  | 1.0 | 6.3  | 0.7 | 1.7  | Km  |
| 平均地盤高   | 6.0  | 9.6  | 23.6 | 22.3 | 16.2 | 18.8 | 3.3 | 6.8  | 6.7 | 3.0  | 3.1 | 2.6 | 5.1  | 18.4 | 15.7 | 7.4 | 10.8 | 2.6 | 16.5 | 4.2 | 25.3 | m   |
| 地盤高標準偏差 | 6.9  | 10.5 | 27.3 | 9.2  | 14.3 | 13.5 | 4.5 | 7.0  | 3.2 | 1.5  | 0.9 | 0.5 | 6.0  | 13.2 | 8.1  | 7.5 | 10.4 | 0.2 | 18.4 | 4.3 | 4.5  | m   |

ループに含まれるノードの平均地盤高、⑥その地盤高のばらつき（標準偏差）をとっている。表-3に、ノードの重みを示す。また、双対グラフのリンクの重みとして、④リンクで結ばれるもの2つのループの和の長さ、⑥ループの和に含まれるノードの地盤高のばらつき（標準偏差）をとるものとする。この重みを、図-5にノードの大きさとリンクの太さによって表わしている。

双対グラフのノード・リンクの重みより、もとの配水管網グラフのループのうちで基本単位とみなせるものを把握し、これを新しくノードとしてグラフを縮約したものが図-6である。ここでは、ループの基本単位の基準として、ループの長さが3km未満、地盤高のばらつき（標準偏差）が10m未満のものとする。

(2) ノードレベルの配水ブロック評価

ここでは、ノードからみてどの配水池に属するのがよいかという視点で、配水ブロックの骨格を作成する。ノードレベルの評価要因は、水圧と水質が考えられるが、複雑な管網解析等を行わずに、それを表わしうるものとして、表-4のような評価指標を採用するものとする。これはノードとリンクの重みを入力したマトリックスの四則演算によって簡単に把握可能であり、会話型の評価プロセスに適していると考えられるためである。表-4に示すように、動水圧は配水池とノードとの距離と地盤高低差、ならびに仮定した動水勾配（ここでは5%を設定）をもとに把握する。また、水質は距離が長いと滞留時間が長くなることから、距離を評価指標とするものとした。さらに、各評価指標の基準（許容範囲）を表-4に示している。表-5に、配水池とノードとの距離・地盤高低差を示す。以上の評価指標別に各ノ

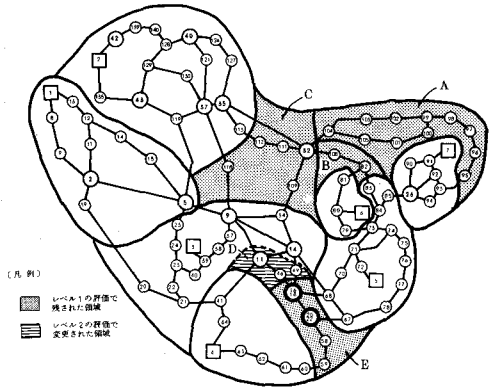


図-6 縮約グラフとその分割（配水ブロック化）

表-4 評価指標の単純化

| 評価指標 | 単純化した評価指標                                 | 指標値の基準              |
|------|-------------------------------------------|---------------------|
| 静水圧  | (配水池水位)-(ノード地盤高)                          | 75m以下               |
| 動水圧  | { (配水池水位)-(距離) × 5 }<br>-(ノードの地盤高)<br>(%) | 15m~60m<br>(高い方を優先) |
| 水質   | 配水池~ノード間の距離                               | (短い方を優先)            |

表-5 配水池別の各ノードへの距離・地盤高低差（一部）

|           | ①                            |       | ③                             |      | ⑤                            |                    | ⑦                            |      | ⑨                            |      | ⑪                            |                    | ⑬    |      | ⑭                  |                              |      |    |
|-----------|------------------------------|-------|-------------------------------|------|------------------------------|--------------------|------------------------------|------|------------------------------|------|------------------------------|--------------------|------|------|--------------------|------------------------------|------|----|
|           | +60.0<br>5,000m <sup>2</sup> |       | +52.0<br>13,000m <sup>2</sup> |      | +74.0<br>5,000m <sup>2</sup> |                    | +73.0<br>8,000m <sup>2</sup> |      | +55.0<br>5,000m <sup>2</sup> |      | +84.0<br>2,000m <sup>2</sup> |                    |      |      |                    |                              |      |    |
| ノード<br>番号 | 距離                           | 高低差   | ノード<br>(ノード)<br>番号            | 距離   | 高低差                          | ノード<br>(ノード)<br>番号 | 距離                           | 高低差  | ノード<br>(ノード)<br>番号           | 距離   | 高低差                          | ノード<br>(ノード)<br>番号 | 距離   | 高低差  | ノード<br>(ノード)<br>番号 | 距離                           | 高低差  |    |
| 1         | 13                           | 25.17 | ②                             | 375  | 44                           | 39                 | 125                          | 21   | 64                           | 1270 | 36                           | 72                 | 200  | 51   | 80                 | 150                          | 16   |    |
| 2         | 12                           | 375   | 20                            | 139  | 1225                         | 48                 | 38                           | 400  | 51                           | 41   | 1770                         | 62                 | 71   | 450  | 38                 | 79                           | 625  | 63 |
| 3         | 8                            | 500   | 18                            | 140  | 1450                         | 47                 | 40                           | 425  | 22                           | ⑪    | 3495                         | 69                 | 70   | 750  | 41                 | 73                           | 1625 | 76 |
| 4         | 9                            | 700   | 19                            | 135  | 1650                         | 49                 | 23                           | 725  | 37                           | 46   | 3275                         | 69                 | 73   | 950  | 46                 | 81                           | 1710 | 27 |
| 5         | 11                           | 975   | 33                            | 128  | 1825                         | 50                 | 37                           | 1180 | 67                           | 21   | 5325                         | 51                 | 84   | 970  | 52                 | 73                           | 2075 | 81 |
| 6         | 14                           | 1300  | 36                            | 2000 | 49                           | 24                 | 1275                         | 52   | 63                           | 3425 | 54                           | 68                 | 1250 | 52   | ⑩                  | +84.0<br>2,000m <sup>2</sup> |      |    |
| 7         | ②                            | 1325  | 32                            | 2475 | 49                           | 1280               | 69                           | 44   | 22                           | 3525 | 51                           | 74                 | 1400 | 52   | ノード<br>(ノード)<br>番号 | 距離                           | 高低差  |    |
| 8         | 15                           | 1700  | 40                            | 121  | 2800                         | 49                 | 22                           | 1325 | 52                           | 62   | 3990                         | 58                 | 75   | 1465 | 52                 | 91                           | 950  | 51 |
| 9         | 19                           | 2300  | 28                            | 129  | 2800                         | 49                 | 21                           | 1525 | 52                           | 20   | 3950                         | 51                 | 83   | 1695 | 52                 | 92                           | 1205 | 74 |
| 10        | ⑤                            | 1900  | 45                            | 2825 | 29                           | 25                 | 1625                         | 52   | ⑦                            | 4045 | 68                           | ⑭                  | 3085 | 52   | 90                 | 1300                         | 56   |    |
| 11        | ⑦                            | 2800  | 51                            | 3665 | 55                           | 130                | 3100                         | 38   | 11                           | 1830 | 70                           | 79                 | 1950 | 34   | 93                 | 1405                         | 73   |    |
| 12        | 25                           | 3350  | 38                            | 3550 | 30                           | 2000               | 44                           | 59   | 23                           | 4125 | 36                           | ⑮                  | 2000 | 53   | 100                | 1800                         | 64   |    |
| 13        | 24                           | 3700  | 38                            | 127  | 3625                         | 50                 | 20                           | 2150 | 52                           | 37   | 4145                         | 66                 | 76   | 2040 | 53                 | 94                           | 1505 | 58 |
| 14        | 20                           | 4100  | 28                            | 119  | 4050                         | 36                 | ⑮                            | 2225 | 69                           | 72   | 4365                         | 55                 | 82   | 2195 | 52                 | 85                           | 1800 | 77 |
| 15        | 23                           | 4150  | 23                            | 4205 | 50                           | 41                 | 2425                         | 68   | 40                           | 4425 | 21                           | 81                 | 2680 | -2   | 95                 | 1805                         | 78   |    |

\*\*\* 静水圧が許容範囲外  
\*\*\* 動水圧が許容範囲外  
\* 上段はW/L、下段は配水池容量

表-6 レベル3,4で修正された配水ブロックと評価指標値

| 修正の内容                | 修正案1 | 修正案2 | 修正案3 | 修正案4  |
|----------------------|------|------|------|-------|
|                      |      |      |      |       |
| 修正の内容                | 修正案1 | 修正案2 | 修正案3 | 修正案4  |
| ① 21.5m <sup>2</sup> | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 21.5  |
| ② 133                | 174  | 174  | 174  | 174   |
| ③ 347                | 347  | 250  | 250  | 250   |
| ④ 058                | 058  | 108  | 200  | 200   |
| ⑤ 187                | 213  | 213  | 213  | 213   |
| ⑥ 150                | 150  | 150  | 150  | 150   |
| ⑦ 201                | 201  | 201  | 201  | 201   |
| ⑧ -                  | -    | -    | -    | (200) |
| ⑨ 4                  | 4    | 4    | 4    | 4     |
| ⑩ 9                  | 12   | 12   | 12   | 12    |
| ⑪ 5                  | 5    | 5    | 5    | 4     |
| ⑫ 0                  | 0    | 1    | 6    | 6     |
| ⑬ 2                  | 2    | 2    | 2    | 2     |
| ⑭ 0                  | 0    | 0    | 0    | 0     |
| ⑮ 5                  | 5    | 5    | 5    | 5     |
| ⑯ -                  | -    | -    | -    | 1     |
| 修正されたノードの数           | 55   | 25   | 25   | 11    |

ードの属すべき配水池が設定され、その共通集合をとったものが、図-6である。図-6で、斜線部分は配水池への帰属が決定されていないノードの集合となっている。

### (3) 配水ブロックレベルの配水ブロック評価

ここでは配水ブロックレベルの評価指標を用いて、配水池への帰属が決定されていないノードの検討を行なう。評価指標は配水池回転率、配水ブロック内ループ数であり、それを改善するために各配水ブロックにノードの包含または削除を行なう。この作業は、各ブロックの末端のノードに関して、それと隣接するノードとの近接性（距離、地盤高低差、管径）をもとに、判断される。図-7に修正された配水ブロックを示す。表-6にステップ1での配水ブロックと、このステップで修正された配水ブロックの評価指標を示す。

### (4) 給水区域レベルの配水ブロック評価

図-7では、どの配水ブロックにも属さないノードが残されている。このため、全体の給水区域を給水安定性のバランスという観点から、残ったノードについて検討する。ここでは、水質の安定性より残ったノードについては、新しい配水池を設定するのが望ましいことが明らかとなり、8番目の配水池によって分担するものとした。

最終的な配水ブロックの双対グラフを把握

すると、各配水ブロックに含まれるループの構造が明らかとなる。図-8に示すように、ループがただ1つのノードやリンクのみで連結している場合があり、ループを有していても安定性の低い配水ブロックが含まれている。また、図-8より、非定常時における配水ブロック間の相互融通を行なうのに効果のあるリンクが把握できる（図-8の破線）。このことから、配水ブロック設定後の水量安定性を増すために整備すべき施設の情報を得ることができる。

## 5. おわりに

本研究は、配水施設整備や配水管理を検討する前段階として配水ブロック化を位置づけ、グラフを用いて会話式に配水ブロックの作成と評価を行なっていくプロセスを示した。この評価プロセスは、基礎的なデータを用いて、簡単なマトリックスの四則演算を行なうことによって評価指標値を算出し、グラフにその指標値を示して視覚的に判断しやすくすることができることから、実用的な方法と考えられる。今後の課題としては、評価の段階で種々の評価指標が算出されるが、この複数の評価指標の扱い方として、多目標問題の適用が考えられることである。最後に、本研究の遂行にあたり、有益な助言をいただいた西沢常彦氏を初めとする日水コンシステム開発室の各氏に謝意を表わす。

〔参考文献〕

- 1) 小野寺力男；グラフ理論の理論と応用、森北出版、1973。
- 2) 萩原、上田、渡辺、西沢；広域的水道施設の有機的結合に関する分析、NSC研究年報、Vol 9, 1981。

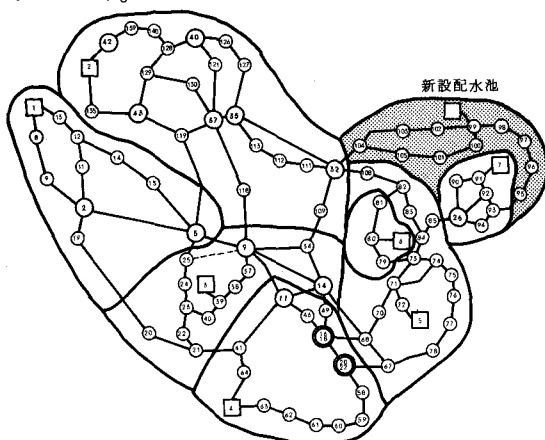


図-7 配水ブロックの最終案

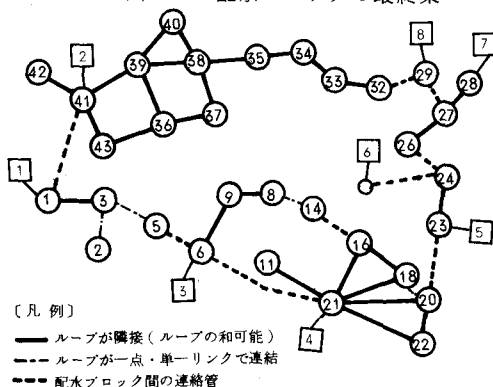


図-8 配水ブロック最終案の双対グラフ