

6) 型式・口径別損傷率（ある特定の型式・口径で、不具合バルブ台数／設置台数）

①仕切弁：調査総台数：46台

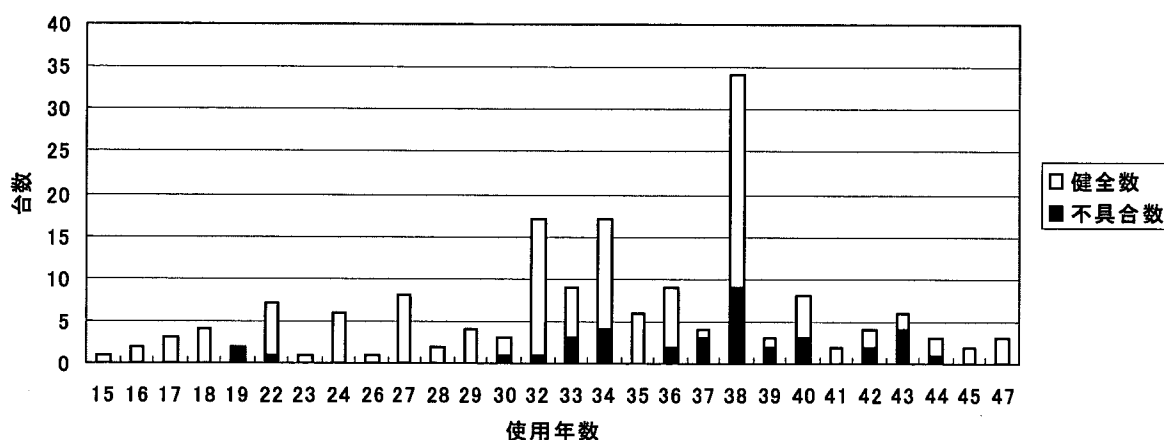
口径	不具合台数	設置台数	不具合率(%)
400	0	2	0
500	2	6	33
600	3	7	43
700	7	10	70
800	0	1	0
1000	4	7	57
1100	4	4	100
1200	2	3	67
1350	1	4	25
1500	0	1	0
2000	0	1	0

②バタフライ弁：調査総台数：178台

口径	不具合台数	設置台数	不具合率(%)
500	1	12	8
600	0	13	0
700	2	21	10
800	4	16	25
900	1	17	6
1000	1	15	7
1100	0	2	0
1200	6	11	55
1350	3	25	12
1500	3	17	18
1600	0	3	0
1650	1	1	100
1800	0	3	0
2000	5	10	50
2200	1	8	13
2600	1	4	25

## 7) 使用年別不具合バルブの分布状況

使用年数 15 年以上のバルブについて不具合バルブの分布状況をグラフ化した。



### (6) まとめ

- ①主な不具合は、基準値をこえた操作力、弁室の水没による維持管理への悪影響、開度表示の不具合である。操作力増大の要因としては、バルブ内の発錆・異物の堆積、グランドの固着、操作機の故障等が考えられる。
- ②場内と管路で有意な差異は認められなかった。
- ③仕切弁のあとにバタフライ弁が開発されている。従って使用年数の長い仕切弁の方が不具合率が高く、約半数の仕切弁に何らかの不具合が認められる。優先的にバタフライ弁やソフトシール仕切弁へ転換を図るべきである。
- ④口径による有意な差異は認められない。上述のように、仕切弁はすべての口径にわたって不具合率が高い。
- ⑤使用年数が 19 年未満のバルブに不具合は報告されていない。設置後 30 年を超えると徐々に不具合が増加し、今回の集計では、不具合のあったバルブの平均使用年数は 37 年であった。また、不具合は全設置数の 23% のバルブで報告されているが、補修等に対応できるレベルであった。

以上の分析結果より、突発で補修・更新するバルブを除いて、設置後 30 年を超えるバルブについては、点検あるいは更新等により設備の維持・延命化を図る必要がある、と判断される。

#### 4.6.2.2-2 その2 / B水道局提供データの分析および評価

##### (1) はじめに

A水道部に続いてB水道局よりも水道用バルブの点検データの提供があった。前回と同様の手法でデータを分析した結果を報告する。

##### (2) データの概要

B水道局のデータの特長を以下に記す。

- 1) 調査台数は全1024台
- 2) 設置年度は、大正2年～平成18年
- 3) 点検年度は、昭和51年～平成18年
- 4) バルブは制水弁であって、空気弁・消火栓等の小口径弁は含まない。
- 5) 点検周期は2年に1回。点検は局員によって実施されている。
- 6) 本点検以外で報告されている故障バルブのデータは含まない。
- 7) 補修内容は、弁本体のみならず、弁室や鉄蓋についても報告されている。

##### (3) データの分析結果

- 1) 調査台数は全1024台
- 2) 弁種は、仕切弁(口径100mm～1500mm)が739台、バタフライ弁(口径500～2000mm)が259台、及びその他弁種不明のものが26台あった。
- 3) 点検実施時までの使用期間(=点検年度-設置年度)は、  
仕切弁           最短：1年、最長：89年、平均：26.7年  
バタフライ弁   最短：1年、最長：41年、平均：14.7年
- 4) 現在も引き続いて使用されているとすると、その使用期間(=平成19年-設置年度)は、  
仕切弁           最短：3年、最長：95年、平均：37.4年  
バタフライ弁   最短：4年、最長：43年、平均：23.8年
- 5) うち何らかの不具合が報告されたバルブの台数：53台(全体の5.2%)  
仕切弁           計46台           仕切弁全体の6.2%  
バタフライ弁   計7台           バタフライ弁全体の2.7%  
バルブの不具合以外に弁室の補修及び鉄蓋の調整・交換が報告されたのは、計166ヶ所にのぼり、全体の16%を占めた。
- 6) 不具合が報告されたバルブの使用年数(=点検年度-設置年度)は、  
最短：1年、最長：89年、平均：40年

7) 仕切弁の不具合内容を分類すると、

不具合内容	台数 (台)	平均使用年数 (年)
グランドよりの漏水	26	4.2
減速機又はギアの補修・交換	9	3.8
弁室の水没	6	7.7

が主要な不具合内容で、開度計の損傷(3台)、キャップの取替え(3台)と続く。

バタフライ弁は不具合が少なく、減速機(ギア)の補修(3台)が報告された程度である。

8) 型式・口径別不具合率(型式別・口径別で、不具合バルブ台数/設置台数)

①仕切弁 調査総台数：739台

口径	不具合台数	設置台数	不具合率 (%)
100	0	4	0
150	0	9	0
200	1	36	2.8
300	6	159	3.8
400	3	129	2.3
450	0	7	0
500	5	100	5.0
600(27"を含む)	7	84	8.3
700(30"を含む)	4	19	21.1
800	7	49	14.3
900(36", 39"を含む)	1	27	3.7
1000(42"を含む)	5	27	18.5
1100	1	21	4.8
1200	4	20	20.0
1350	0	11	0
1500	2	34	5.9

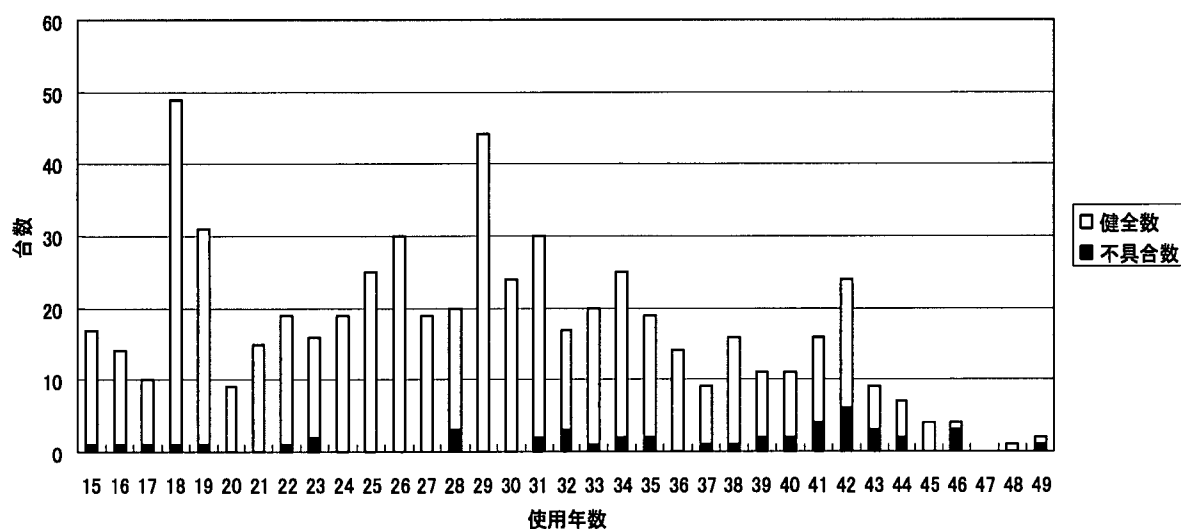
②バタフライ弁 調査総台数：259台

口径	不具合台数	設置台数	不具合率 (%)
500	0	3	0
600	0	56	0
700	0	30	0
800	1	34	2.9
900(39"を含む)	0	58	0
1000	2	28	7.1
1100	1	5	20.0
1200	1	8	12.5
1350	1	22	4.5
1500	1	14	7.1

仕切弁は、多少の凸凹はあるが、口径 500mm 以下では不具合率が小さく、比較的大きな口径 (700~1200mm) で不具合の出る確率が大きくなっている。  
バタフライ弁は、不具合数そのものが少なく、口径との関連を見出すことはできない。

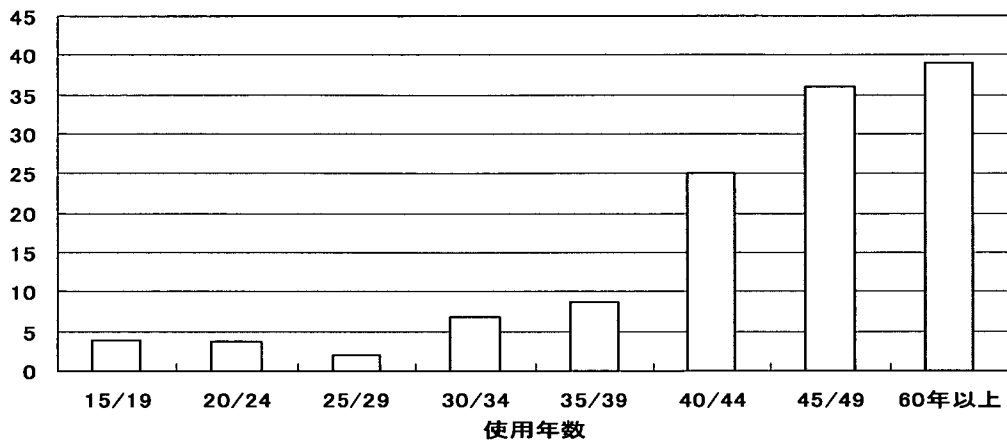
9) 使用年別不具合バルブの分布状況

使用年数 15 年以上のバルブについて不具合バルブの分布状況をグラフ化した。



使用年数 28 年あたりから不具合バルブが目立ち始め、30 年をこえると不具合バルブの占める割合が増加する。不具合台数 / 総台数 x 100% を不具合率として、使用年数 5 年ごとで区切ってみると、以下のようになる。

不具合率(%)



使用年数30年で不具合率が5%をこえ、40年を超えると急増して25%に達する。45年で不具合バルブは設置数の1/3を超えることがわかる。

#### (4) まとめ

製造/設置年が昭和一桁年以前のバルブは使用年数も60年をこえており、使用限界に達していると思われるので、順次取り替えていく必要がある。

昭和30年・40年代に設置され使用期間が30年をこえるバルブは、不具合が発生する確率が増加してきているので、点検あるいは更新等により設備の維持・延命化を図る必要があると判断される。

#### 4.6.2.2-3 まとめ / 水道用バルブ類点検データの分析および評価

安心・快適な給水を確保・維持するために、付属設備（バルブ類）を含めた水道管路の老朽度を評価できる技術の確立が強く求められている。ただし、制水弁に代表される水道用バルブのような静的機器を評価するには、日常のメンテナンスに伴う兆候データを評価することが有用である。しかしながら、これまではこのような兆候データや損傷データベースはほとんど公にされてこなかった。今回、New Epoch プロジェクトの求めに応じ、二水道事業体より制水弁の点検データの提供を受け、これら提供いただいたデータの分析および評価を実施した。

その結果、比較的使用年数の長い仕切弁は不具合率が高い傾向にあるので、優先的にバタフライ弁やソフトシール仕切弁への転換を図るべきである。

使用期間が30年を超過するバルブは、不具合が発生する確率が増加傾向にあるので、点検あるいは更新等により設備の維持・延命化を図る必要がある。特に、60年を超過するバルブは、使用限界に達しており、順次取替え等の対策が必要であると判断される。

以上

#### 4.6.2.2-4 参考資料 / 分析および評価に必要なデータの蓄積について

##### (1) はじめに

制水弁に代表される水道用バルブのような静的機器を評価するには、日常のメンテナンスに伴う兆候データを評価することが有用である。ここでは、データベースを蓄積していくに際しての要点について記述する。

##### (2) バルブの点検周期

参考のため、二水道事業体のバルブ点検周期を以下に記す。

- 1) A水道部：
  - ①場内電動：4年
  - ②場内手動：10年
  - ③管路電動：4年
  - ④管路手動：6年（ただし、管路の電動弁は数が少なく、これにのっとっていない場合もある。）
- 2) B水道局：2年に1回

##### (3) 点検時の抽出項目

- 1) 弁番号（弁管理番号）
- 2) 口径
- 3) 型式 仕切弁（メタルシート／ソフトシール）／バタフライ弁（ゴムシート／メタルシート）／ボール弁／逆止弁／その他
- 4) 要部材質 鋳鉄／鋼板
- 5) バルブ製造メーカー名
- 6) 製造年月 又は 設置年月
- 7) 点検年月
- 8) 設置場所 施設／管路（幹線名）
- 9) 不具合状況
  - ・操作力 基準値をこえる／動かない

【注意】①バタフライ弁については10度程度、仕切弁については減速機の大歯車1回転程度の開閉操作を行う。

②全閉又は中間開度のバルブ及び流量に影響を与える場合は、監督員と協議を実施し、その指示に従う。

  - ・水漏れ グランドよりの水漏れ／フランジよりの水漏れ
  - ・開度表示 開度計の不具合
  - ・操作機 キャップ又はハンドルの破損／ケース又はギアの破損／油漏れ
  - ・ボルト 腐食の有無
  - ・外面塗装 錆発生の有無

以上



### 4.6.3 管路の老朽度面における評価手法のまとめ

事業体が保有する管路は高度成長期を中心として多量に建設されており、近年には埋設期間が40年を超過するような経年管の割合が高まり、漏水事故などによる管路の機能低下が懸念される状況にある。

このため、管路の破損による断水など直接的な被害に加え、道路の寸断など2次災害による社会的な影響が伴う多量の漏水事故などを未然に防止するための危機管理面からの対策が重要となっている。

このような背景から、管路の機能を適切に維持、管理を行うためには、日常の管路の維持管理を通じて、管路の健全性を的確に把握してゆく必要がある。

地中に埋設された管路の全数点検は、現有の技術では技術的及びコスト的に困難な状況であり、管路の間接診断は必須な技術と言える。

本研究では、施設情報及び維持管理情報を用いた間接診断による危機管理のための重点観察地区及び管路の抽出を目的として、次の項目について研究を行った。

項目別の研究概要及び成果を下記に列挙する。

#### (1) テーマ別の研究成果

##### ①施設情報や維持管理情報を用いた統計分析による要観察地区、管路の抽出

「数量化理論による配水管の安全性モデルに関する研究」<sup>注)</sup>

水道管路システムを構成する「配水管路」を取り上げ、その安全性評価に供する統計的な分析を試みた。具体的には、水道管路のマッピング情報を活用し、配水管路の修理件数の有無が、管路の材質や埋設年度、土質・地形分類といった要因にどのような影響を受けているのかを明らかにした。

そして、将来において優先的に対策を講じるべき地区(メッシュ)の特定を目的に、数量化理論を用いた配水管路の安全性評価モデルを作成した。

これらの研究から、施設情報や地震時の被害状況を含む維持管理情報を用いて統計分析を行うことにより、漏水や破損事故の未然防止のため、観察が必要な地区や管路の抽出及び管理のための優先順位付けが可能となった。

---

注) 本テーマについては基礎研究における成果を示した。詳細は5章の基礎研究結果を参照のこと

## ②既存施設情報を用いた管路施設の老朽度評価事例

### 「水道用硬質塩化ビニル管の評価・診断技術の研究」

特徴的な破損事故形態についての研究として、硬質塩化ビニル管の主要な事故原因である旧 JIS 規格の TS 継手管路について劣化現象の把握及び破損のメカニズムについて分析を行った。

その結果、現在の JIS 規格管との性能比較から、現行品に比べ明らかに旧 JIS 規格の TS 継手管路は性能が劣っていることを確認し、該当管路の危険性を明示した。また、指標となる現象として「疲労破壊」の前兆として TS 継手内面に発生する「き裂」に着目し、側視可能な管内カメラを用いることで、「き裂」を直接捉えることができる可能性を示した。

### 「水道用バルブ類の点検データの分析及び評価」

制水弁に代表される水道用バルブのような静的機器を評価するには、日常のメンテナンスに伴う兆候データを評価することが有用である。複数の水道事業体より制水弁の点検データの提供を受け、経年による不具合の発生傾向について分析を行った。

分析の結果、使用期間が 30 年を超過するバルブは、不具合が発生する確率が増加傾向であるので、点検あるいは更新等により設備の維持・延命化を図る必要があると判断された。特に使用年数が 60 年を超過するバルブは、使用限界に達しており、順次取替え等の対策が必要であると判断された。

また、分析を通じて日常維持管理において台帳などを用いてデータベースを蓄積していく際に注意すべき項目を提案した。

## (2) まとめ

漏水事故の発生状況や管路施設の情報から事象の発生傾向を把握し、漏水が発生しやすい地区や漏水事故が発生しやすい管路を抽出することで、効率的に漏水の抑制や漏水事故の未然防止を行うことができる。

また、統計的な傾向分析結果に加えて、現在に比べて強度が低い 1979 年以前の硬質塩化ビニル管など特定の管種や使用期間が 30 年を超過する弁類などについても留意が必要である。

以上のように、事故リスクに着目して重点観察地区や管路を抽出することにより、管路の改良や管路の部分的な老朽度調査など、管路機能の維持、向上策をより効果的に講じることが可能である。

これらの分析を通じて、漏水事故などの原因と結果の関係を的確に捉えた情報収集が重要であることが改めて認識された。

管路の間接診断には、管路の埋設位置や布設年度、管の種類などの施設情報や、管路の状態が観察できる数少ない機会である漏水事故などに関する情報の蓄積が重要であるとともに、管理項目や記入者の目的意識が蓄積した情報の質を左右することとなる。

たとえば、修繕台帳に破損した管の種類や布設年などの基本情報に加え、破損の形態

や破損要因など管路の状態を把握するための項目を設定し、記入者に情報収集の目的を周知した上で運用することで、より有効な情報の収集が可能である。

また、破損事故については単体での事象の把握と統計的に全体での傾向を把握することが重要である。全体の傾向把握のためには、単年度に十分なデータの収集ができない場合には年度データの積み重ねなど経年的な取り組みが必要となる。一方で、管の種類は全国的に類似であることから、全国を対象としたアンケート結果を用いるなど、単一事業体の枠を超えた情報の収集により、危機管理面から着目すべき管路の情報が補完できる。本研究においても全国を対象とした「漏水事故実態調査」を実施しており、全国的な現在の管路破損の傾向を参照することができる。

## 5. 基礎研究・基礎実験

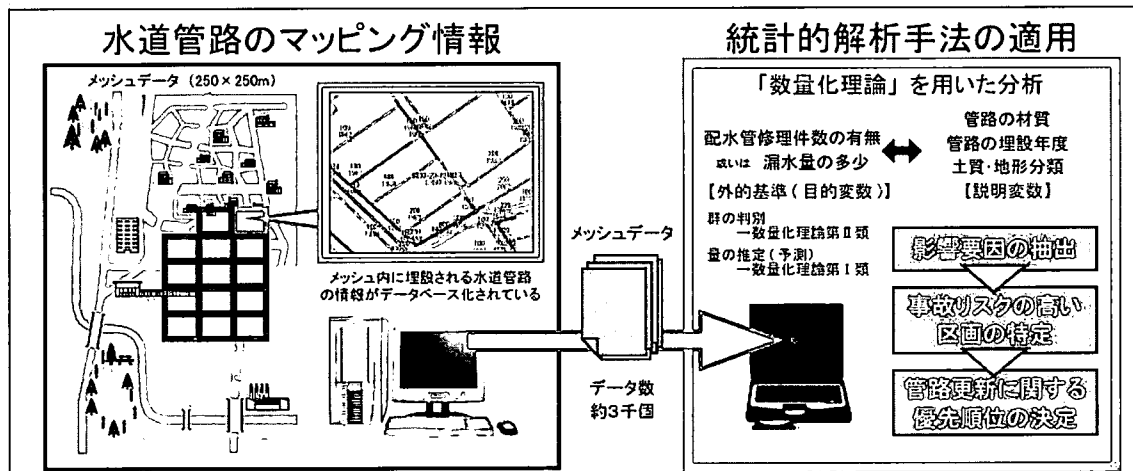
## 5.1 数理化理論による配水管の安全性評価モデルに関する研究 —メッシュデータを用いた評価モデルの作成—

研究担当委員／首都大学東京大学院 小泉 明

### (1) はじめに

水道事業における 21 世紀最大の課題は「管路の更新」である。総額 37 兆円とも言われる水道資産の約 7 割を占める管路システム（導水、送水、配水、給水）は、高度経済成長時代に敷設されたものが多く、現在、それらの老朽化が問題となっている。管路の老朽化を放置しておけば、漏水量の増大化を招くほか、突然の出水事故や断水、給水水質の劣化、地震時等の災害時における事故リスクを高める。今後、水道管路システムの維持管理に取り組む上での重要事項として、管路の安全性を可能な限り効率的にかつ簡易に調査・診断することができる新技術の開発が挙げられる。

そこで本研究では、水道管路システムを構成する「配水管路」を取り上げ、その安全性評価に供する統計的な分析を試みる。具体的には、水道管路のマッピング情報（福岡市水道局のメッシュデータ）を活用し、配水管路の修理件数の有無が、管路の材質や埋設年度、土質・地形分類といった要因にどのような影響を受けているのかを明らかにする。そして、将来において優先的に対策を講じるべき地区（メッシュ）の特定を目的に、数理化理論<sup>1)</sup>を用いた配水管路の安全性評価モデルを作成する。



(参考図) 研究内容のイメージ

## (2) マッピング情報の概要と影響要因の抽出

### 1) 使用するデータ

今回使用するデータは、福岡市水道局の提供による水道管路のマッピング情報（メッシュデータ）である。メッシュデータの1つの大きさは250m×250mで、データベース化された内容として、管種別・経年別の配水管延長や配水管修理件数（平成10～15年度）といった基本情報が含まれるほか、水圧（有効水頭）や世帯数、さらには土質や地形に関する情報もメッシュ毎に整理されている。

また、給水管に関する修繕・漏水についても、給水管修理件数（平成8～15年度）、残存鉛管延長、漏水量（より正確には、給水管における漏水防止量）等の情報が同じメッシュデータに蓄積されている。特に、この漏水量に関しては、水道管路システムの機能診断・評価を考える上で留意すべき項目の1つであることから、以降の安全性評価モデルの構築においては、この漏水量を外的基準（目的変数）にした数量化モデルも併せて検討して行くことにする<sup>2)</sup>。

なお、福岡市全域を覆うメッシュデータは5千個以上になるが、配水管が埋設されていない地域も一部存在する。配水管延長が0ないし極端に短いメッシュは、今回の分析対象から除くことが望ましいとの判断から、以降では配水管延長が100[m]未満のメッシュを除く、合計3,033個のデータを対象に扱うことにした。

### 2) 相関分析と要因関連図

メッシュデータに含まれる各項目の関連性を把握するため、相関分析を行い、表5.1.1に示す相関マトリックスを作成した。最上段（No.1）の行は、配水管修理件数と各項目との相関を示し、残りの行は他の項目間の関係の強さを示している。ここで、配水管修理件数と給水管情報との関連性に注目すると、最上段のNo.4～No.8の値の中で最も大きい相関係数になっているのは「漏水量（No.7）」であることがわかる。

なお、いくつかの項目にある「延長比率」とは、全て配水管延長[m]に対する百分率[%]を意味し、「土質分類」及び「地形分類」は、いずれもカテゴリーデータを用いている。また、福岡市水道局でのポリエチレンスリーブ採用が昭和54年（1978年）である点を踏まえ、本研究ではこの年度の以前と以降（'78年以前／'79年以降）を区別することで、ポリエチレンスリーブ有無による影響を考慮に入れることにした。

さらに、相関分析に使用した項目の中から、代表的なものをいくつか取り上げ、図5.1.1のような要因関連図<sup>3)</sup>を作成した。この図では、縦軸に配水管修理件数との相関係数の絶対値を取り、図の上部に位置する項目ほど配水管修理件数に対する相関が高いことを表現している。こうした要因関連図を用いることにより、配水管修理件数との関係を考慮しつつ、項目全体の関連構造を的確に捉えることができる。同様に、漏水量（給水管における漏水防止量）を縦軸に取った場合の要因関連図を作成すると、図5.1.2のような結果が得られる。

図 5.1.1 の配水管修理件数に関する要因関連図について考察すると、管種に関する情報である「CIP 管（铸铁管）延長比率」、続いて埋設環境・その他の関連情報である「世帯数」及び「地形分類」が図の上部に見られる。一方、図 5.1.2 の漏水量に関する要因

関連図については、管種に関する情報で「残存鉛管延長比率」が「CIP 管延長比率」と入れ替わるものの、「世帯数」及び「地形分類」が先と同様、図の上部に位置していることが確認できる。各項目間のつながりを踏まえ、数量化理論を用いた安全性評価モデルの構築（次章 3.）では、モデルに用いる説明変数の候補として、①CIP 管延長比率、②'78 年以前 300mm 以下延長比率、③残存鉛管延長比率、④土質分類、⑤地形分類、⑥平均水圧、⑦ 1 ha 当たり世帯数の計 7 項目を取り上げることとする。また、目的変数（外的基準）は「配水管修理件数」及び「漏水量」の 2 種類とし、前者には数量化理論第Ⅱ類を、後者には数量化理論第Ⅰ類をそれぞれ適用する。

### 3) データのカテゴリー化について

数量化理論の適用に先立ち、説明変数の候補となるデータのカテゴリー化を検討する。各項目に関するヒストグラムを図 5.1.3 に示す。

以上のヒストグラムを参考にしながら、カテゴリー化後、各々のデータ数がアイテム内で極端に偏らないよう留意した上で、数量化理論による安全性評価モデルにおけるアイテム・カテゴリーを表 5.1.2 のように定めた。

表 5.1.1 相關マトリックス (計 27 項目)

	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	
1 配水管修理件数	1	0.70	0.93	0.14	0.07	0.17	0.22	0.16	0.18	0.29	-0.23	-0.01	-0.01	-0.01	0.09	0.05	-0.01	-0.06	-0.02	0.07	-0.01	-0.12	-0.08	-0.07	0.17	0.17	0.06	
2 配水管修理件数(km当り)	0.70	1	0.89	0.02	0.05	0.04	0.04	0.07	-0.03	0.19	-0.16	0.02	0.00	-0.01	0.02	0.04	-0.01	-0.04	-0.02	0.09	-0.02	-0.08	-0.03	-0.04	0.02	0.02	0.02	
3 配水管修理頻度	0.83	0.69	1	0.15	0.08	0.19	0.22	0.16	0.19	0.29	-0.23	-0.02	-0.01	-0.01	0.09	0.05	-0.01	-0.06	-0.01	0.07	-0.01	-0.12	-0.08	-0.07	0.18	0.18	0.06	
4 給水管修理件数	0.14	0.02	0.15	1	0.67	0.82	0.45	0.28	0.51	0.16	-0.10	-0.04	-0.05	-0.01	0.53	0.21	-0.03	-0.11	-0.05	0.02	0.04	-0.12	-0.13	0.02	0.45	0.45	0.17	
5 給水管修理件数(km当り)	0.07	0.05	0.08	0.67	1	0.56	0.17	0.19	0.14	0.08	-0.05	-0.01	-0.02	-0.01	0.41	0.15	-0.03	-0.06	-0.04	0.03	0.02	-0.09	-0.09	0.04	0.22	0.22	0.24	
6 給水管修理頻度	0.17	0.04	0.19	0.82	0.56	1	0.53	0.35	0.62	0.21	-0.13	-0.04	-0.06	-0.01	0.59	0.24	-0.03	-0.12	-0.04	0.01	0.03	-0.15	-0.19	-0.06	0.53	0.53	0.22	
7 漏水量	0.22	0.04	0.22	0.45	0.17	0.53	1	0.82	0.64	0.29	-0.19	-0.07	-0.07	-0.01	0.35	0.15	-0.02	-0.12	-0.03	0.14	0.00	-0.27	-0.24	-0.20	0.56	0.56	0.19	
8 漏水量(km当り)	0.16	0.07	0.16	0.28	0.19	0.35	0.82	1	0.28	0.25	-0.18	-0.08	-0.03	0.00	0.29	0.21	-0.03	-0.18	-0.02	0.34	-0.04	-0.33	-0.30	-0.23	0.41	0.41	0.29	
9 配水管延長	0.18	-0.03	0.19	0.51	0.14	0.62	0.64	0.28	1	0.17	-0.08	-0.07	-0.10	0.00	0.31	0.08	0.00	-0.04	0.00	-0.02	0.02	-0.11	-0.15	-0.15	0.55	0.55	0.08	
10 CIP比率	0.29	0.19	0.29	0.16	0.08	0.21	0.29	0.25	0.17	1	-0.82	0.00	-0.02	0.01	0.16	0.18	-0.02	-0.20	-0.05	0.15	-0.04	-0.19	-0.13	-0.16	0.26	0.26	0.12	
11 DIP比率	-0.23	-0.16	-0.23	-0.10	-0.05	-0.13	-0.19	-0.18	-0.08	-0.82	1	-0.17	-0.53	-0.06	-0.11	-0.15	-0.07	0.19	0.00	-0.15	0.02	0.15	0.10	0.12	-0.17	-0.17	-0.08	
12 VP比率	-0.01	0.02	-0.02	-0.04	-0.01	-0.04	-0.07	-0.08	-0.07	0.00	-0.17	1	0.02	0.00	-0.05	0.02	-0.01	-0.02	-0.01	-0.03	0.05	0.05	0.14	0.03	-0.07	-0.07	-0.05	
13 SP比率	-0.01	0.00	-0.01	-0.05	-0.02	-0.06	-0.07	-0.03	-0.10	-0.02	-0.53	0.02	1	0.00	-0.04	-0.01	0.17	-0.03	0.09	0.05	0.01	0.00	-0.01	0.01	-0.07	-0.07	-0.04	
14 AGP比率	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	-0.01	0.00	0.00	0.01	-0.06	0.00	0.00	1	0.10	-0.01	0.00	-0.01	0.00	-0.01	-0.01	0.03	-0.01	-0.01	0.01	0.01	0.01	
15 鉛管比率	0.09	0.02	0.09	0.53	0.41	0.59	0.35	0.29	0.31	0.16	-0.11	-0.05	-0.04	0.10	1	0.36	-0.02	-0.21	-0.06	-0.03	0.02	-0.11	-0.11	-0.15	0.38	0.38	0.24	
16 78以前300以下比率	0.05	0.04	0.05	0.21	0.15	0.24	0.15	0.21	0.08	0.18	-0.15	0.02	-0.01	-0.01	0.36	1	0.04	-0.77	-0.07	0.04	-0.02	-0.13	-0.15	-0.02	0.13	0.13	0.08	
17 78以前350以上比率	-0.01	-0.01	-0.01	-0.03	-0.03	-0.03	-0.02	-0.03	0.00	-0.02	-0.07	-0.01	0.17	0.00	-0.02	0.04	1	-0.07	0.04	0.00	0.05	0.06	0.07	-0.02	-0.03	-0.03	-0.03	
18 79以降300以下比率	-0.06	-0.04	-0.06	-0.11	-0.06	-0.12	-0.12	-0.18	-0.04	-0.20	0.19	-0.02	-0.03	-0.01	-0.21	-0.77	-0.07	1	-0.10	-0.02	0.07	0.09	0.18	-0.05	-0.05	-0.05	0.00	
19 79以降350以上比率	-0.02	-0.02	-0.01	-0.05	-0.04	-0.04	-0.03	-0.02	0.00	-0.05	0.00	-0.01	0.09	0.00	-0.06	-0.07	0.04	-0.10	1	-0.06	0.00	0.08	0.02	0.01	-0.07	-0.07	-0.06	
20 腐食性評価係数	0.07	0.09	0.07	0.02	0.03	0.01	0.14	0.34	-0.02	0.15	-0.15	-0.03	0.05	-0.01	-0.03	0.04	0.00	-0.02	-0.06	1	-0.11	-0.32	-0.21	-0.11	0.05	0.05	0.09	
21 土質分類	-0.01	-0.02	-0.01	0.04	0.02	0.03	0.00	-0.04	0.02	-0.04	0.02	0.05	0.01	-0.01	0.02	-0.02	0.05	0.07	0.00	-0.11	1	0.14	0.34	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	
22 地形分類	-0.12	-0.08	-0.12	-0.12	-0.09	-0.15	-0.27	-0.33	-0.11	-0.19	0.15	0.05	0.00	0.03	-0.11	-0.13	0.06	0.09	0.08	-0.32	0.14	1	0.38	0.07	-0.24	-0.24	-0.16	
23 地盤高	-0.08	-0.03	-0.08	-0.13	-0.09	-0.19	-0.24	-0.30	-0.15	-0.13	0.10	0.14	-0.01	-0.01	-0.11	-0.15	0.07	0.18	0.02	-0.21	0.34	0.38	1	-0.11	-0.25	-0.25	-0.18	
24 平均水圧	-0.07	-0.04	-0.07	0.02	0.04	-0.06	-0.20	-0.23	-0.15	-0.16	0.12	0.03	0.01	-0.01	-0.15	-0.02	-0.02	-0.05	0.01	-0.11	-0.04	0.07	-0.11	1	-0.19	-0.19	-0.12	
25 世帯数	0.17	0.02	0.18	0.45	0.22	0.53	0.56	0.41	0.55	0.26	-0.17	-0.07	-0.07	0.01	0.38	0.13	-0.03	-0.05	-0.07	0.05	-0.04	-0.24	-0.25	-0.19	1	1	0.66	
26 世帯数(ha当り)	0.17	0.02	0.18	0.45	0.22	0.53	0.56	0.41	0.55	0.26	-0.17	-0.07	-0.07	0.01	0.38	0.13	-0.03	-0.05	-0.07	0.05	-0.04	-0.24	-0.25	-0.19	1	1	0.66	
27 世帯数(km当り)	0.06	0.02	0.06	0.17	0.24	0.22	0.19	0.29	0.08	0.12	-0.08	-0.05	-0.04	0.01	0.24	0.08	-0.03	0.00	-0.06	0.09	-0.04	-0.16	-0.18	-0.12	0.66	0.66	0.66	1



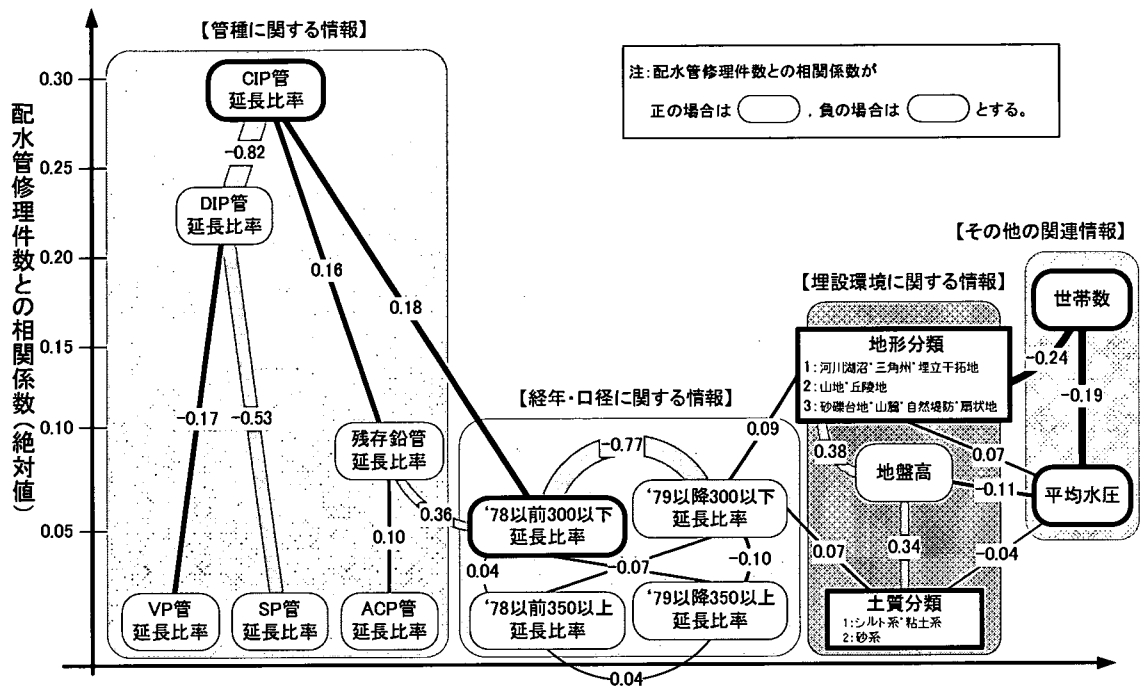


図 5.1.1 要因関連図（配水管修理件数）

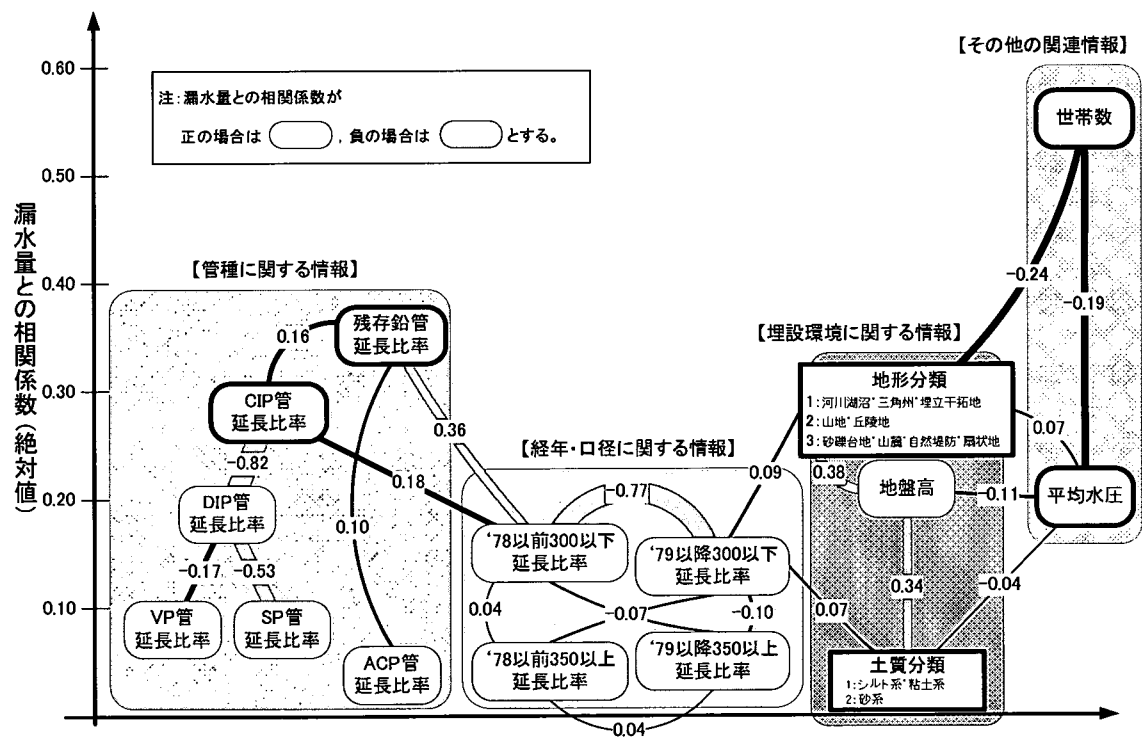


図 5.1.2 要因関連図（漏水量[給水管における漏水防止量]）

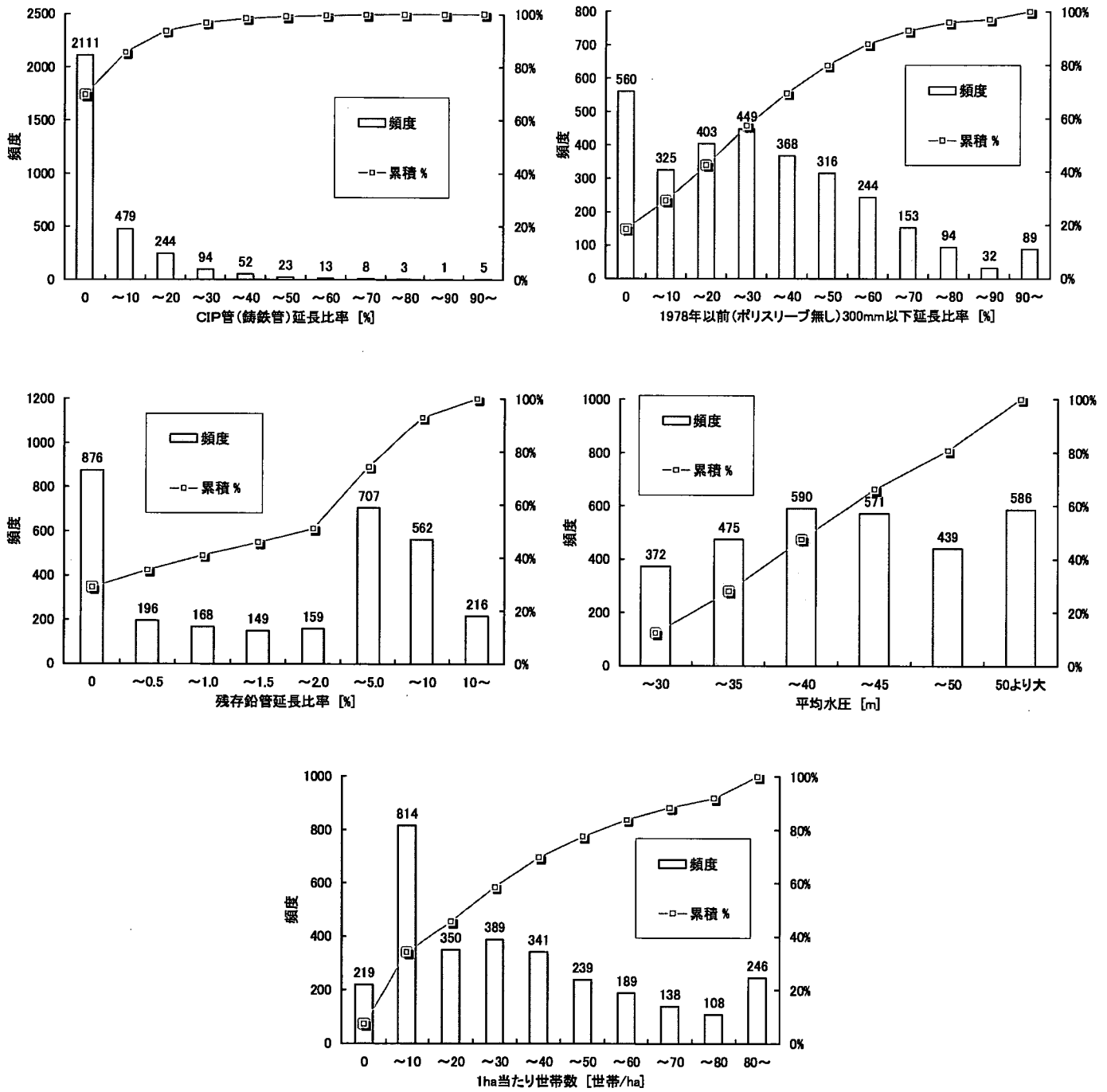


図 5.1.3 説明変数の候補となるデータのヒストグラム

表 5.1.2 モデルのアイテム・カテゴリー

アイテム	カテゴリー	データ数	配水管 修理件数	漏水量
CIP管(鋳鉄管) 延長比率	0%	2111	○	○
	～10%	479		
	～20%	244		
	～30%	94		
	30%より大	105		
1978年以前 300mm以下 延長比率	0%	560	○	○
	～30%	1177		
	30%より大	1296		
1ha当り世帯数	～10[世帯/ha]	1033	○	○
	～30[世帯/ha]	739		
	～60[世帯/ha]	769		
	60[世帯/ha]より大	492		
平均水圧	～50m	2447	○	○
	50mより大	586		
残存鉛管 延長比率	0%	876	使用せず	○
	～5%	1379		
	～10%	562		
	10%より大	216		
土質分類	シルト系・粘土系	1703	○	○
	砂系	1326		
地形分類	河川湖沼・三角洲・埋立干拓地	1682	○	○
	山地・丘陵地	486		
	砂礫台地・山麓・自然堤防・扇状地	865		
			6 アイテム	7 アイテム

(3) 数量化理論を用いた安全性評価モデルの構築

1) 配水管修理件数の有無を外的基準とした数量化理論第Ⅱ類による判別モデル

まず、「配水管修理件数：1件以上」のメッシュをBAD群（群1、n=522）、「修理件数：無し」のメッシュをGOOD群（群2、n=2,511）とし、両群に関する判別モデルを検討する。前掲表5.1.2のアイテムの6アイテムから、段階的にレンジの小さいアイテムを除き、3アイテムまで減少させた場合、表5.1.3に示すようなレンジ順位、判別の中率及び相関比が得られた。ここでのレンジとは、各アイテムにおけるカテゴリースコアの最大値と最小値の差（絶対値）であり、この値が大きいアイテムほど、外的基準に与える影響が大きいと考えるものである。なお、モデルに用いる説明変数の候補として挙げたアイテムの内、「残存鉛管延長比率」については、前掲図5.1.1及び図5.1.2の要因関連図による判断から、漏水量を外的基準としたモデルに使用することにした。

同様に、BAD群（群1）を「修理件数：2件以上」（n=157）、「修理件数：3件以上」（n=60）とした場合の計算についても各々行い、表5.1.4及び表5.1.5に示す結果を得た。

表 5.1.3 「修理件数：1件以上」の判別モデル（数量化理論第Ⅱ類）

項目名	6 items		5 items		4 items		3 items	
	CIP比率	2.45	1位	2.45	1位	2.46	1位	2.54
世帯数	0.75	2位	0.74	2位	0.74	2位	0.77	2位
78以前300以下比率	0.37	3位	0.37	3位	0.38	3位	0.39	3位
地形分類	0.27	4位	0.27	4位	0.28	4位	---	---
平均水圧	0.02	5位	0.02	5位	---	---	---	---
土質分類	0.01	6位	---	---	---	---	---	---
判別の中率	64%		64%		64%		62%	
相関比	0.077		0.077		0.077		0.075	

表 5.1.4 「修理件数：2件以上」の判別モデル（数量化理論第Ⅱ類）

項目名	6 items		5 items		4 items		3 items	
	CIP比率	6.67	1位	6.68	1位	6.84	1位	7.17
世帯数	0.88	2位	0.88	2位	0.89	2位	0.91	2位
地形分類	0.25	3位	0.26	3位	0.26	3位	0.27	3位
78以前300以下比率	0.11	4位	0.10	4位	0.10	4位	---	---
平均水圧	0.09	5位	0.09	5位	---	---	---	---
土質分類	0.04	6位	---	---	---	---	---	---
判別の中率	70%		70%		71%		71%	
相関比	0.099		0.099		0.099		0.099	