

OD 変動とユーザーコストを考慮した橋梁群 補修スケジュールリング支援

Repair scheduling support of bridges with OD change and minimizing user cost

近田康夫* , 平田賀也** , 城戸隆良***

Yasuo Chikata , Yoshinari Hirata, Takayoshi Kido

*金沢大学理工研究域 環境デザイン学系 (〒 920-1192 金沢市角間町)

**伊予銀行 (元金沢大学自然科学研究科社会基盤工学専攻)

***金沢大学技術専門員

Many proposals of method for making a mid/long-term repair plan of the bridges under the jurisdiction of the municipality have been reported. In those repair plans, a detailed repair scheduling is not practical. However, the detailed scheduling is necessary for the first several years of the project, because bridges to be repaired are already determined. And, when a detailed scheduling is tried, it is necessary to decrease the user cost by the regulation of traffic during repair. Therefore, a detailed scheduling with minimizing UC by applying the genetic algorithm considering OD change is tried in this report.

Key Words : Bridge maintenance, scheduling, User cost, OD change

キーワード: 橋梁補修, スケジュールリング, ユーザーコスト, OD 変動

1. 背景・目的

現代的な道路整備が本格化した 1954 年 (昭和 29 年) の第一次道路整備 5 ヵ年計画以後, 道路および道路橋の整備が進められ橋梁の資産量は相当な量に及んだ。既存橋梁の維持管理が注目されるようになり, 現在では入念な管理と適切な補修を十分に行うことで既存橋梁の寿命を可能な限り延ばすことが求められてきている。

これまで報告されている橋梁補修計画案には大別して, ある特定の時点において与えられた予算の範囲内で管轄下の複数の橋梁群に対して最も効果的な補修を行う場合¹⁾, または, 各橋梁の劣化曲線に基づき, 予算制約の中で複数の橋梁群に対して最適な補修を経年的に行う場合²⁾がある。これまでの研究の成果により, 橋梁補修計画の代替案の作成が可能になったが, まだ改良の余地が十分にある。実際に橋梁の補修を行うことになれば, 費用だけではなく, 通行止めや車線制限などの交通規制による道路利用者への損害 (ユーザーコスト 以下 UC) を考慮しなければならない。道路利用者が被る損害をできる限り抑えられるような手法が確立できれば, 実用的な補修計画案の作成が可能になると言える。

杉本ら³⁾は UC を橋梁の資産価値や LCC を求める指標の一つとして考慮しており, 麻生⁴⁾も, 橋梁の資産価値評価において, 実際の交通ネットワークモデルを用いて橋梁が周辺道路におよぼす影響を資産価値として評価する手法を提案している。また, 平田ら⁵⁾は橋梁補修の実施スケジュールリングに UC 増加の最小化を検討しており, 古田ら⁶⁾は床版の補修計画に消費者余剰として UC を考慮している。

本報告では, 交通ネットワーク網上において橋梁が非常に重要な位置を占めることを考慮し, 計画年度内の UC 増分を最小化することを考える。すなわち, 補修工事の際の交通規制により生じる UC を評価値とした補

修スケジュールリングを行い, 道路利用者への影響が少ないより適切な経年的補修計画案の作成支援を目指す。Elbehairy ら⁷⁾は各橋梁の作業区間においてそれぞれ UC の最小化を行っているが, 本報告では, 一区間の交通規制が周辺道路に及ぼす影響を定量的に評価するため広範囲の道路ネットワークを想定する。

具体的には, 中長期的な計画で直近の数年間の補修対象が確定したのちに, それらの詳細な補修計画を立案する際の支援を意図している。それらの橋梁を中心に補修すると考えられる計画初年度からの数年間を補修可能期間とする。その際に, OD の季節変動や地域特有の OD 特性を考慮して UC 増加を最小限にすることを考慮する。工事数が少なければ UC 増加の大きな期間を補修実施期間から除いてスケジュールリングを行えば良いが, 所定年数の間に行うべき工事数が多い場合には対応しきれないと考えられる。西ら⁸⁾の橋梁補修スケジュールリングをベースに UC を評価指標として加え, OD 変動を考慮できるようにしたことになる。

2. スケジュールリングの概要

2.1 UC を考慮した補修計画案

本報告では, UC を道路ネットワーク全体における走行時間費用の増加量として定める。

(1) 仮想ネットワークモデルの設定

補修橋梁が路線上に配置された道路ネットワークを設定し, 交通流の推計を行う。本報告では仮想のネットワークモデルを設定し, リンクデータと OD 交通量についても仮定した値を設定する。なお, このネットワークモデルは広域的に都市や地域を結ぶ道路網を想定している。設定したネットワークモデルを図-1 に示す。交通規制による交通量の変化, 交通量が増大する場合の補修工事の回避を分析し易くするため, ネットワークモデル

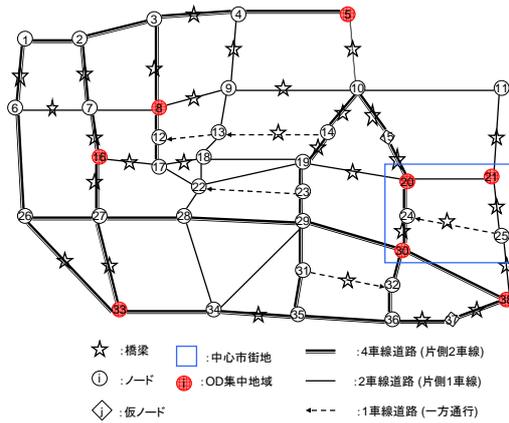


図-1 ネットワークモデル

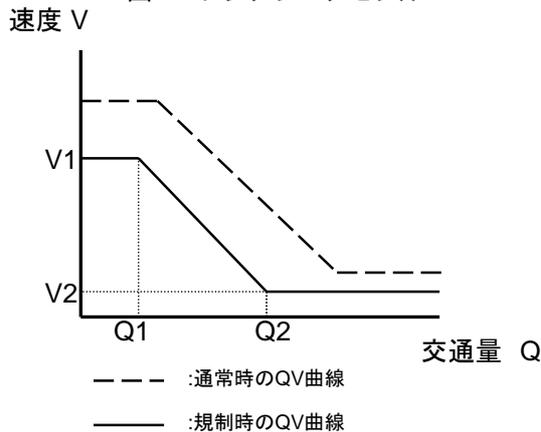


図-2 交通規制時の Q-V 曲線

において中心市街地と OD 集中地域を任意に設定し、交通量が比較的多くなる路線が生じるようにした。また、ダイクストラ法による最短経路探索結果に従うものとする。

(2) 交通規制による走行時間費用の増加

橋梁の補修工事による交通規制があるリンクについては、交通規制時の Q-V 係数でリンク走行時間を計算するという形をとり、交通量配分は等分割配分法で行う。

(3) 補修工事による交通制限

補修橋梁が配置されたリンクについては、通常時とは別に交通規制時の Q-V 式を設定する。交通規制時の Q-V 曲線は、図-2 に示すように、臨界点の交通容量と走行速度がある程度低下する形になると考えられる。

(4) ユーザコストの算出式

UC をネットワーク全体での走行時間費用の増加量とし、その算出式を式 (1) に示す。走行時間費用とはリンクの所要走行時間にリンクの交通量と時間費用 (時間価値) を乗じたものである。

$$UC = C_0 \cdot \sum_{ij} (T_{ij} \cdot Q_{ij} - t_{ij} \cdot q_{ij}) \quad (1)$$

表-1 各部位の補修内容とその費用

部位	補修内容	補修費用 (千円)
橋面 舗装	オーバーレイ	3 (m ² 当たり)
地覆 高欄	旧地覆撤去 地覆・高欄設置	80 (m 当たり)
床版	旧床版撤去 新床版建設	100 (m 当たり)
床組構	増設桁工	850 (9.8kN 当たり)
支承	沓交換 (490kN)	500 (1 箇所当たり)
伸縮 継手	ジョイント交換 (ゴム, 鋼, アルミ)	150 (m 当たり)
排水 装置	塩化ビニル管交換	5 (単位長さ当たり)
塗装	ケレン, 下塗り, 中塗り, 上塗り	4 (m ² 当たり)
安定性 (材質)	ASR 補修	29 (m ² 当たり)
耐震性	移動制限装置設置	500 (1 基当たり)

T_{ij} : 通常時の ij リンクの走行時間 (時)

Q_{ij} : 通常時の ij リンクの交通量 (台/日)

t_{ij} : 交通規制時の ij リンクの走行時間 (時)

q_{ij} : 交通規制時の ij リンクの交通量 (台/日)

C_0 : 時間価値 (1800 円/時・台)

2.2 橋梁各部位の補修費用

既存の橋梁点検データを参考に 30 橋を補修対象橋梁として仮想ネットワーク上 (図-1) に配置した。点検項目は、橋面舗装・地覆高欄・床版・床組構・支承・伸縮継手・排水装置・塗装・安定材質・耐震性である。

橋梁の各部位の補修内容と補修費用については西⁸⁾が設定した表-1 を一律に適用している。橋梁点検台帳には点検データとともに、橋梁の基本的なデータとして橋梁の種類・橋梁面積・橋長が含まれている。この 4 つのデータより主桁・伸縮継手・橋台・沓・移動制限装置の数と、橋梁の塗装面積を求めて補修費用と補修工期の算出に用いた。

2.3 補修スケジュールリング

スケジュールリングを行うために各補修部位の補修工期を設定し、各部位の補修工期の算出を行う。補修費用と同様、補修工期についても西⁸⁾が表-2 に示すようにその設定を行っている。本研究においてもまた同様の設定を行う。なお、これは 1 日当たりの工事実施時間を 8 時間として設定している。

橋梁を補修するにあたって、各補修部位の間には守らなければならない順序関係がある。例えば、床版と舗装と場合、床版・伸縮継手・舗装の順に補修しなければなら

表-2 各橋梁部位の補修工期

部位	補修工期 (単位:日)
橋面 舗装	0.05 (m ² 当たり)
地覆 高欄	0.5 (m 当たり)
床版	1 (m ² 当たり)
床組構	5 (9.8kN 当たり)
支承	3 (一個所当たり)
伸縮 継手	0.5 (m 当たり)
排水 装置	0.05 (m 当たり)
塗装	0.02 (m ² 当たり)
耐震性	2 (一基当たり)

ただし、1日の補修実施時間を8時間とする

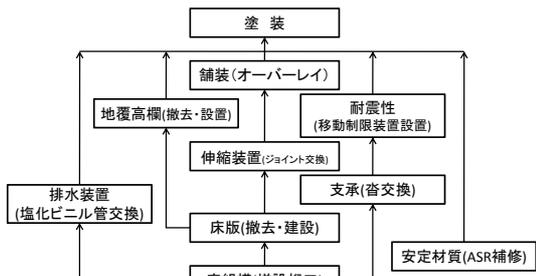


図-3 補修順序のアロー・ダイアグラム

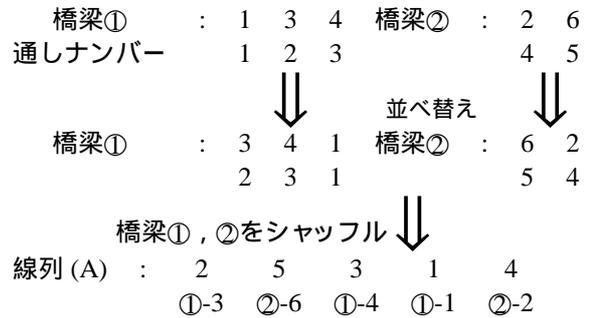
らない。本研究では図-3のように補修順序のアロー・ダイアグラムを設定し、どの橋梁においてもこの補修順序を守らなければならないものとして補修スケジューリングを行う。なお、本研究では対象とする橋梁について、高々数年の計画年度内において劣化状態は変化しないものと想定している。よってどの年度において補修する場合でも補修部位・費用・工期をすべて同じ設定で扱う。

2.4 遺伝的アルゴリズムの適用

補修スケジューリングに遺伝的アルゴリズムを適用する。遺伝的アルゴリズムを用いることで、膨大な数のスケジューリングパターンから、可能な限り大幅にユーザーコストを抑えることのできる最適解を求める。なお、西⁸⁾の報告と同様に、線列構造が複雑なため突然変異は実施せず、初期世代個体数を増やすことで多様性を確保し、ランダム・シーズを変更した複数回の試行で解を求めることにする。

スケジューリングにGAを適用する場合、線列のコーディングは、補修部位として選択された部位に通しナンバーを割り振り、図-3に従うように橋梁別にランダムに左から順に並べ替える。各橋梁の補修部位数に応じた

割合で乱数を発生させ、発生した乱数の橋梁の補修部位を左から1部位取り出し、線列に左から順に割り振られた通しナンバーを遺伝子として入れる。なお、線列(A)の下段に示されている"①-3"とは橋梁①の3番部位を表している。



(1) 補修工事の各事業への割り当て

橋梁補修計画案を作成するにあたって橋梁補修を実施する事業を考えながら行う。事業とは補修を行う系列を表しており事業数の補修工事が同時に行える。事業ごとに限られた日数(例えば1年間で256日)で割り当てられた補修工事を実施する。

各事業への補修工事の割り当ては、事業数を n 、総補修部位数を m とすると、1から m 番目まで並んだ遺伝子を左側から順番に第1事業から第 n 事業まで順番に割り当てる方法とする。1番目の遺伝子から n 番目までの遺伝子を第1事業から第 n 事業まで割り当て、 $n+1$ 番目の遺伝子から $2 \times n$ 番目までの遺伝子を再び第1事業から順に第 n 事業まで割り当てる。これを、遺伝子 m 番目が割り当てられるまで行う。以下に、総補修部位数:10・事業数:3の場合の補修部位割り当て方法の例を示す。



(2) UCの算出

スケジューリングでは、事業別に補修を実施するものと考え、事業ごとに1年間の補修日数を215日(土日を除いて10ヶ月間)、事業年数3年、1年当たりの補修予算を制限して事業ごとに割り当てられた工事を実施するものとする。

なお、事業数が3事業であれば、工事の割り当ては線列の左から順に1・2・3事業という形で割り当てる。そして、補修工事の行われる路線では走行速度の減少、または通行止めといった制限をかけて交通量を配分し、補修実施日ごとにUCを算出する。また、大型連休・年末年始といった混雑が予想される時期にはOD交通量の変動を考慮する。これにより、市街地や観光地の交通量増加など、地域の特性に対応した補修計画案が作成可能となる。

UC を考慮した目的関数 obj1

各個体の適応度を計算するために、本研究では式 (2) に示した目的関数を設定した。この関数は、補修計画期間内の総走行時間損失で同一期間において交通規制がない場合の総走行時間の総和を割ることにより、通常走行時間に対する走行時間損失の減少量、つまり UC の削減を考慮した関数である。

UC の削減を考慮した関数においては、走行時間という同一の値を扱っており、走行時間を走行時間で除算することにより無次元化された関数となっている。

$$F_a = \frac{\sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^n (tq_{j1})}{\sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^n (tq_{j2} - tq_{j1})} \Rightarrow \max \quad (2)$$

制約条件

$$h = R - r = 0 \quad (3)$$

- d : 計画期間内の補修可能日数
- n : ネットワーク上のリンク数
- i : i 日目
- tq_{j2} : 規制時のリンク j の総走行時間
- tq_{j1} : 通常時のリンク j の総走行時間
- R : 総補修部位
- r : 補修実施部位

UC を考慮しない目的関数 obj0

$$F_b = \frac{\sum_{i=1}^n (e_{i2} - e_{i1})}{\zeta} - \frac{g}{E} + \frac{\sum_{j=1}^P \sum_{k=1}^Y (D - d_{jk})}{D} \Rightarrow \max \quad (4)$$

制約条件

$$g = E - C \geq 0$$

ここに、

- n : 橋梁数
- e_{i2} : 補修後の i 番目の橋梁の評価値
- e_{i1} : 補修前の i 番目の橋梁の評価値
- E : 予算
- C : 補修費用合計
- ζ : すべての要補修部位を補修した時の評価値増分
- D : 一年間の工事实施日数
- Y : 事業年数
- P : 事業数
- d_{jk} : j 事業における k 事業年の最終工事終了日

同一足場を考慮した目的関数 obj2

$$F_2 = \frac{\sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^m (tq_{j1})}{\sum_{i=1}^d \sum_{j=1}^m (tq_{j2} - tq_{j1})} - \frac{\sum_{i=1}^n a}{D \times n} \Rightarrow \max \quad (5)$$

制約条件

$$h = R - r = 0$$

ここに、

- d : 計画期間の補修可能日数
- m : ネットワーク上のリンク数
- n : 橋梁数
- i : 補修計画期間 i 日目
- tq_{j2} : 規制時のリンク j の総走行時間損失
- tq_{j1} : 通常時のリンク j の総走行時間
- R : 総補修部位
- r : 補修実施部位
- D : 一年間の工事实施日数
- a : 同一足場をえる部位の補修インターバル

obj0: 式 (4) の第一項は、余った予算で橋梁の評価値増加量を割ることにより、費用に対する評価値の増加量、つまり投資効率を考慮した関数である。第3項は、橋梁の補修工事を行うにあたって各事業・各事業年毎に実施される工事が早く終了するような橋梁補修計画案の作成を目指すため加えられている。

obj2: 補修するにあたり床版・床組構・排水装置・塗装は同一のつり足場を利用することができ、支承・耐震性は同一の張り出し足場の共有が可能である。そこで、式 (5) においては同一の足場を使用する部位についてはなるべくインターバルなく補修が行われるのが好ましいと考え、設定を行った。各橋梁ごと同一足場を使用する補修部位のインターバルを加算した値が a である。

なお、以降に示す解析例は、表-3 の条件で行った。

表-3 スケジューリングにおける GA の諸値

集団数	: 1
人口数	: 200
エリート個体数	: 1
交叉	: 一点交叉
交叉率	: 0.6

2.5 解析結果の比較

まず、UC の削減を考慮した目的関数の有効性を確認するために、3種類の目的関数について UC を表したグラフを図-4 に示す。また、**obj0** と **obj1** について、世代数の増加に伴う UC の推移を図-5 に示す。図-6 は、各目的関数の同一足場のインターバルを表したグラフである。

まず、図-4 より、UC の削減を考慮した **obj1** と **obj2** では UC が **obj0** の 50% 以下であり大幅に抑えられていることが判る。図-5 を見ても、**obj0** では世代数に関わらず UC がランダムに増減しているのに対して、**obj1** では世代数の増加に伴って徐々に UC が減少している。この結果から、本研究におけるスケジューリングが UC を削減する補修スケジューリングとして有効であると言える。同一足場のインターバルは、目的関数の特徴のとおり **obj2** が最も小さい値となり、他の目的関数の 30% 程度の値である。**obj2** についても目的にあった結果になっており、UC の値も **obj1** とほとんど変わらないため、同

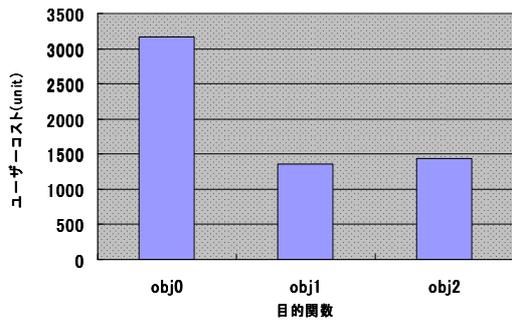


図-4 ユーザーコスト

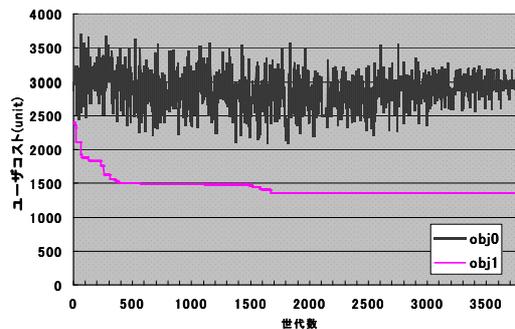


図-5 世代数とユーザーコストの推移

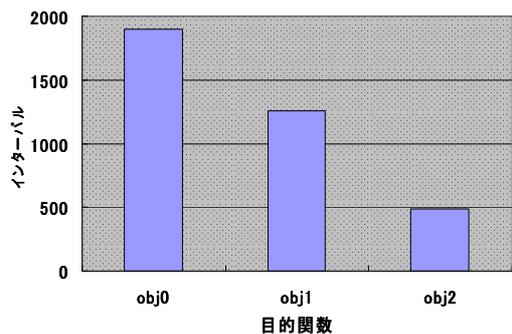


図-6 同一足場のインターバル

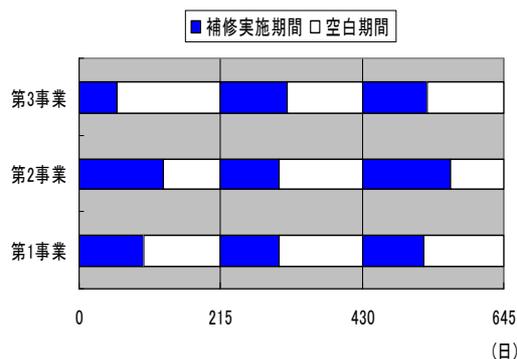


図-7 obj0 における事業別の橋梁補修計画案 (3年分)

一足場を考慮しながらでも UC を削減するスケジューリングは十分に行えると言える。

(1) 事業ごとの結果の比較

obj0 について、図-7 に事業ごとの補修スケジュールを、大まかに補修工事を実施している期間を補修実施期間、補修を実施していないを空白期間として表す。この結果からも判るとおり、この解析では補修部位間の

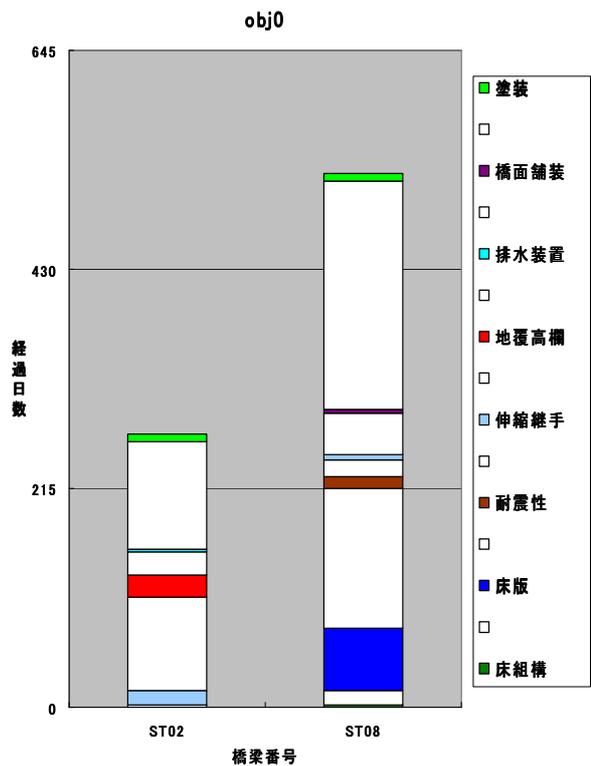


図-8 橋梁番号 02 番・08 番の補修計画 (obj0)

工期インターバルを考慮しておらず、補修が終了すれば日程の間隔なく次の補修が行われる形となっている。そのため、補修工事が早く終了するようなスケジューリングを目的としている obj0 のみならず、どの目的関数についても日程的に十分な余裕があるスケジューリングとなっている。

(2) 橋梁ごとの結果の比較

次に、橋梁単位での比較を行う。比較する橋梁には、同一路線上に配置されている 2 橋梁を選んだ。対象となった橋梁は、橋梁番号 02、橋梁番号 08(いずれも鋼橋)の 2 橋梁であり補修部位数はそれぞれ 4、6 部位である。2 橋梁の補修計画を図-8、図-9、図-10 に示す。

これらの補修計画を見ると、既存研究での解析結果でも表れていたように、UC を考慮した obj1 では 2 橋梁の補修時期が重なっている部分が多いことが判る。一方、obj0 では場合によっては偶然に重なる部分があるが、ほとんどの解析でまったく重なる部分なかった。よって、先に述べた図-4 での考察も考慮すれば、同一路線上に配置されている橋梁の補修は同時期に実施した方が UC を削減できると言える。一方、同一足場を考慮した obj2(図-10) では補修時期が重なる部分がまったくない結果となることが多かった。

橋梁単位で UC の増加を見たところ全体的な UC は obj1 とほとんど変わらないことが確認された。同一足場のインターバルを縮小する働きにより、UC を削減するために必要な補修時期の移動が十分に行えない部分があると考えられる。図-10 で同一足場の部位について比較すると、橋梁番号 08 については同一足場のインターバルを縮小しようとする効果が十分表れているとは言え

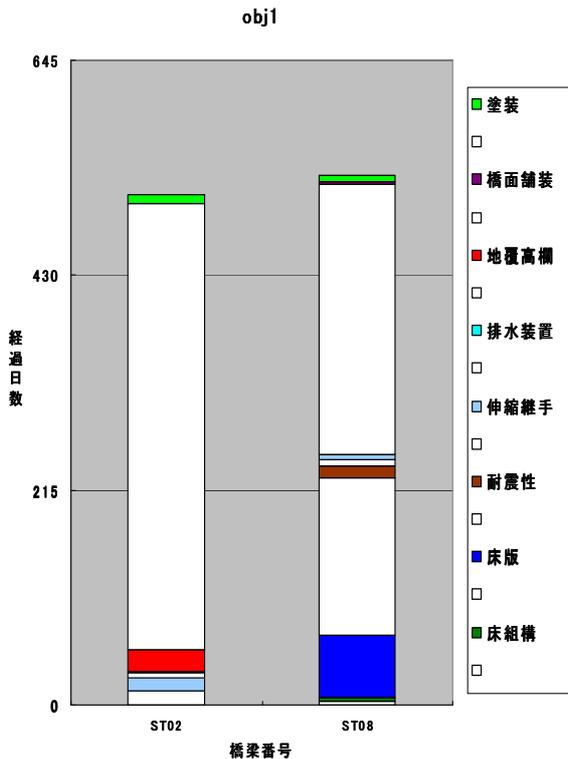


図-9 橋梁番号 02 番・08 番の補修計画 (obj1)

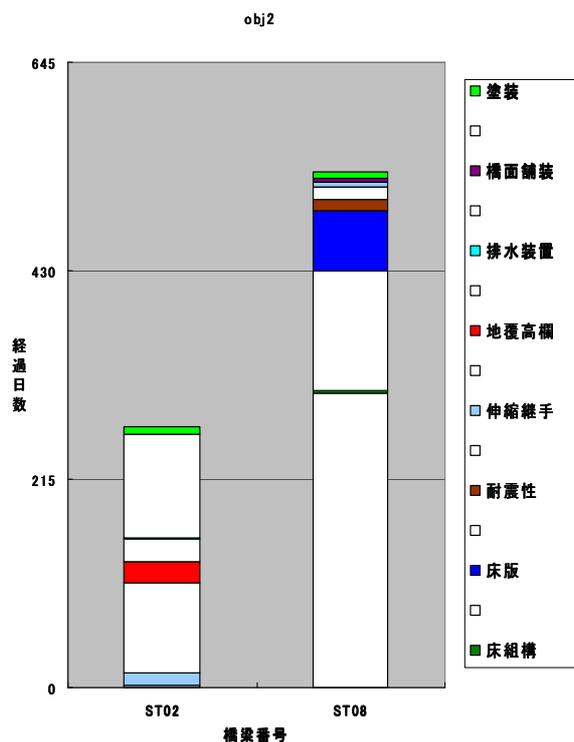


図-10 橋梁番号 02 番・08 番の補修計画 (obj2)

ない。全体的には同一足場のインターバルは十分減少しており obj2 の効果が表れているように見えるが、橋梁単位で見ると同一足場部位の間隔が大きく開いている部分が多く、まだ十分な効果が出ているとは言えない。

3. OD 変動への対応

3.1 補修部位間へのインターバルの追加

これまでの解析では補修部位間のインターバルを考慮していないため、各事業で補修部位間に日程の間隔がなく、補修可能日数にかなり余裕のあるスケジュールとなった。それでも十分に UC を削減できてはいるが、余分な補修日を有効に活用することができればさらに UC を削減される可能性がある。そこで、補修部位間にインターバルを追加したスケジュールを試みる。その手法として、インターバルの追加は初期線列を生成する時点で行い、線列においてインターバルを補修部位とみなし、実際の補修部位と同じ扱いとすることでインターバルを含めたスケジュールを行えるようにする。なお、ここでインターバルは一箇所につき 5 日単位(土日を除き 1 週間)で加算するものとする。

インターバル追加の手順は以下のとおりである。また、ここでは p は橋梁数を、 q は全橋梁の総補修部位数を、 r は個体数を、そして“(IN)” はインターバルをそれぞれ表している。

- 1: 線列をコーディングする前に、全補修部位の総補修日数を計算し、計画年度内の補修可能日数から引くことで余分となる日数を算出する。余分となる日数を 1 個あたりのインターバル日数 (5 日間) で除算し、インターバルの必要数を算出する。
- 2: 補修部位数の割合に応じて 1 から p までの整数 i を乱数発生させ、橋梁 (i) の線列にインターバルを一つずつ振り分ける。これを、インターバルの必要数分繰り返すことによりインターバルを含む線列を持った個体が生成される。これを、 q 回繰り返すことにより線列 (X) のような線列を持った個体が生成される。

以上の手順を j が r になるまで繰り返し、 r 個の個体を生成する。

こうして生成された線列から各事業への補修工事を割り当てると以下に示すとおりになる。総補修部位数:10・事業数:3 とする。

個体 (X)	:	3	5	8	2	10	7	4	6	1	9
							↓				
第 1 事業	:	3(IN)	2	4	9(IN)						
第 2 事業	:	5(IN)	10	6							
第 3 事業	:	8	7	1							

3.2 地域の特性を反映した OD 変動の考慮

インターバルを追加するにあたって、GW や年末年始といった一般的なものから観光地特有のものまで、混雑が予想される時期を考慮して、その時期の OD を通常よりも増加させるといった処理を加える。これにより、UC を削減する目的で行われるスケジュールであれば混雑時期を回避して補修が実施される結果になると推測できる。OD 変動を考慮しないスケジュール (インターバルを追加したもの) の解析結果と比較し、その効果を検証する。

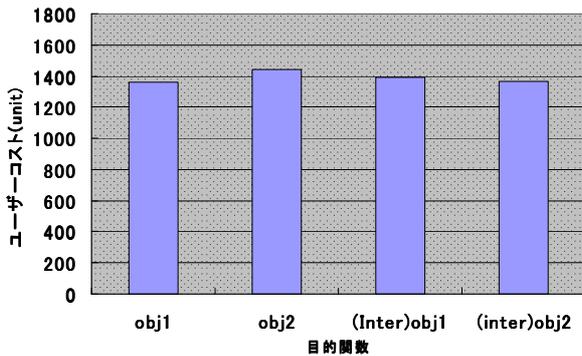


図-11 ユーザーコスト

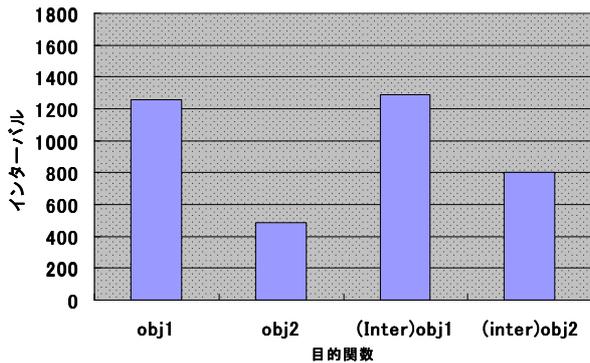


図-12 同一足場のインターバル

なお、OD変動は簡略化のため、混雑該当日のノード(混雑地域)と他の全ノード間のOD交通量を3倍としている。

3.3 解析結果の比較

インターバルを追加したスケジューリングの解析では、目的関数としてobj1とobj2でそれぞれランダムシーズを変えて5回ずつ解析を行った平均を示す(以降も同様)。

まず、部位間インターバル無しの場合の結果とUCを比較したグラフを図-11に示す。図-12は、各目的関数の同一足場のインターバルを部位間インターバル無しの場合の結果と比較したグラフである。グラフ中の(inter)obj1, (inter)obj2が部位間インターバルを追加したスケジューリングの結果である。

図-11より、補修部位間にインターバルを追加しても、インターバル無しの場合と比べ、UCはほとんど変化しないことが判る。この結果から、部位間インターバル無しの場合の結果において、GAによって最適化されたスケジューリングは互いに影響の大きい橋梁の補修時期をずらすことで、既にUCは最大限に削減されていると考えられる。図-12を見ると、同一足場のインターバルは部位間インターバルを加えるとobj2はかなり大きくなった。obj2はUCは十分小さくなっているが同一足場に関しては不十分な結果になっている。

次に、OD変動を考慮したスケジューリング結果と比較していないスケジューリング結果のUCを比較したグラフを図-13に、さらに、UCを考慮しない目的関数obj0による解析を行い、obj0からUCの削減を考慮したobj1へのUCの減少量を比較した結果を図-14に示す。

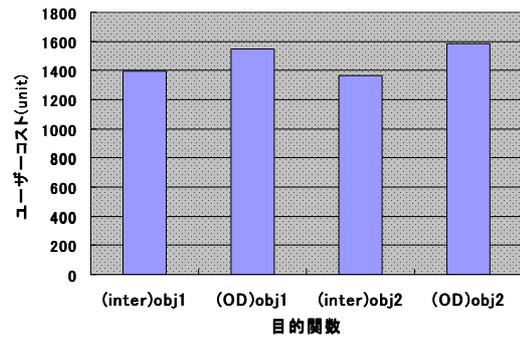


図-13 ユーザーコスト

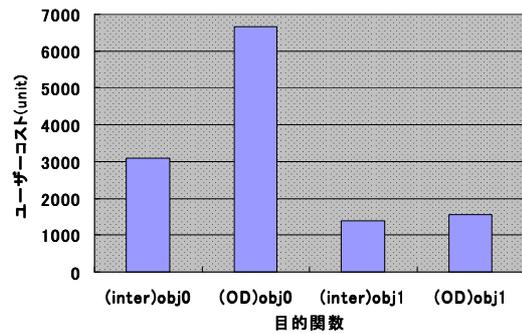


図-14 ユーザーコスト

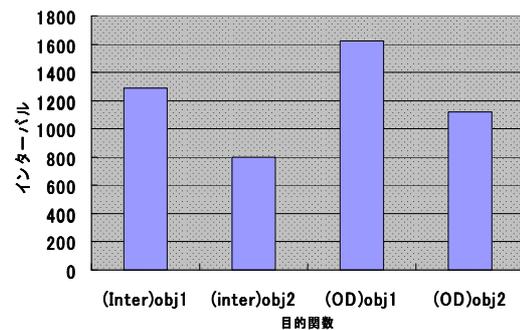


図-15 同一足場のインターバル

す。また、同一足場のインターバルを比較したグラフを図-15に示す。グラフ中の(OD)obj1, (OD)obj2がOD変動を考慮したスケジューリングの結果である。

まず、図-13より、OD変動を考慮したスケジューリングと比較しない場合を比較するとUCにはほとんど変化がなく、目的どおり混雑時期を回避して補修が実施されていると予想される。

obj0の結果を比較すると、OD変動を考慮したスケジューリングでは、ODの増加によりUCが倍増しているのが判る。しかし、obj1では倍増していたUCが大幅に削減され、OD変動が無いスケジューリングとほとんど変わらない値となっているため、UCを増加させないため混雑時期を回避して補修が実施されていると言える。

図-15を見ると、OD変動を加えたスケジューリングでの同一足場のインターバルは、OD変動が無い場合の

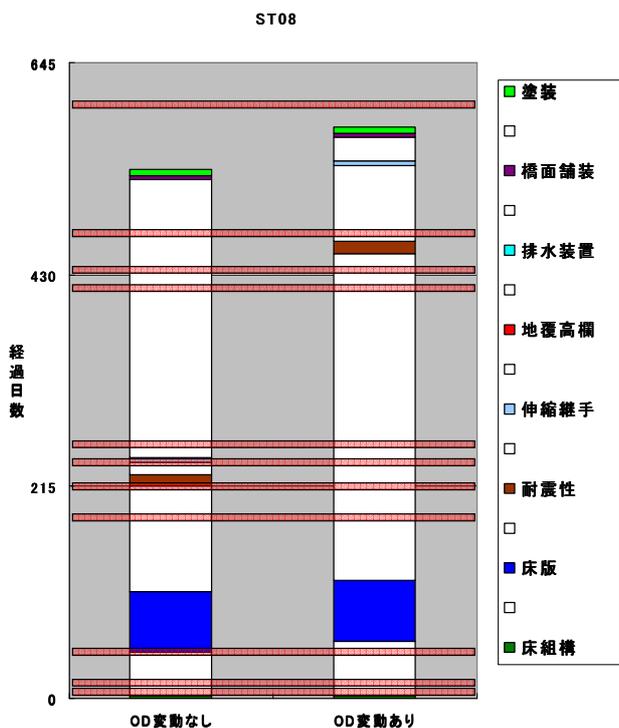


図-16 橋梁番号 08 番の補修計画

結果と比較するとかなり大きくなっている。

さらに、橋梁単位での補修計画案の比較を行う。比較する橋梁には、OD が集中する地域として設定したノードの周辺にあり、補修部位が 5 個以上である橋梁を選んだ。対象となった橋梁は、橋梁番号 08、補修部位は 6 部位である。橋梁番号 08 の補修計画を図-16 に示す。なお、グラフ中の全幅の横帯は混雑期間を示している。

この結果を見ると、OD 変動を追加したスケジューリングでは、交通規制が必要な部位の補修が混雑日には行われにくくなっているのが判る。このことから、混雑時期を回避して補修が実施するスケジューリングの効果が表れていると言える。しかし、図-16 で同一足場の部位について比較すると、全橋梁の同一足場のインターバルが増加したように、同一足場部位の補修の間隔を縮小しようとする動きがほとんど見られない。

4. 結論

遺伝的アルゴリズムを適用し、ユーザーコストが最小となる補修スケジューリングを検討した。スケジューリ

ングにおいて、計画年度内のユーザーコストを最小化する計画案、そして同時に同一足場の橋梁部位を短期間で補修する計画案の作成を目指した。結果的に、ユーザーコストの増加を最小化する補修計画案の作成は可能となったが、足場共有促進に関しては満足できる結果は得られなかった。

また、OD 変動を考慮したスケジューリング結果より、道路交通が混雑する日程を回避するという目的を満たす結果が得られた。これにより、地域の特性に対応したよりきめ細かな補修計画案が可能となった。

今後の課題として、UC の削減と同一足場の共有の条件を同時に十分満たすような補修スケジューリングへの改良があげられる。

参考文献

- 1) 近田康夫, 橋 謙二, 城戸隆良, 小堀為雄: GA による既存橋梁の補修計画支援の試み, 土木学会論文集, No.513/I-31, pp.151-159, 1994
- 2) 小野正樹, 宮本文穂, 中村秀明, 河村圭: 既存橋梁の最適補修・補強計画への遺伝的アルゴリズムの適用, 土木情報システム論文集, Vol.6, pp.181-188, 1997
- 3) 杉本博之, 阿部淳一, 赤泊和幸, 渡邊忠明: 公共投資の経年的シナリオに対する橋梁の健全度推移に関する研究, 土木学会論文集, No.780/I-70, pp.199-209, 2005
- 4) 麻生稔彦, 立道孝大, 榊原弘之, 井原慶子: 地方都市における橋梁の資産価値評価に関する一考察, 山口大学研究報告, Vol.58, pp.21-29, No.1, 2007
- 5) 平田賀也, 近田康夫, 城戸隆良: ユーザーコストを考慮した道路橋の最適補修スケジューリング支援, 土木学会第 62 回年次学術講演会概要集, I-355, pp.705-706, 2000
- 6) 古田均, 保田敬一, 築山勲, 竹林幹雄: 消費者余剰を考慮した道路橋 RC 床版の最適補修対策, 構造工学論文集, Vol.54A, pp.142-151, 2008
- 7) Hatem Elbehairy, Tarek Hegazy, Khaled Soudki: Bridge management system with practical work zone planning, Joint international Conference on Computing and Decision Making in Civil and Building Engineering, June 2006
- 8) 近田康夫, 西雄一, 廣瀬彰則, 城戸隆良: スケジュールを考慮した GA 援用橋梁補修計画支援の試み, 構造工学論文集, Vol.46A, pp.371-378, 2000
- 9) 杉本博之, 阿部淳一, 赤泊和幸, 渡邊忠明: 種々の制約下における橋梁維持補修のための公共投資の最適化に関する一考察, 土木学会第 59 回年次学術講演会概要集, I-092, pp.183-184, 2004.9

(2008 年 9 月 18 日 受付)