

開削トンネルのLCC低減を目的とした面的補修設計法の提案(その3)

—LCC評価の事例—

エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社	正会員	○熊膳 和也
エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社	非会員	和田 賢二
エヌ・ティ・ティ・インフラネット株式会社	正会員	本多 文夫
西日本電信電話株式会社	正会員	玉松 潤一郎

1. はじめに

近年、道路橋などの土木構造物では、建設から補修までのLCC低減を図り、長期的な観点から維持管理コストの削減に取り組む傾向にある¹⁾。LCCの低減は、開削とう道で検討を行っている“面的補修設計法”においても、重要な目的の一つとしている。

本報告では、供用中の開削とう道に対して行った劣化予測後のゾーニング結果を用いてLCC評価を行い、最適な補修方法と時期を検討する。さらにその検討結果から、面的補修設計法の導入がLCC低減に寄与するか検証する。

2. LCCの算定条件

表-1 Aとう道の劣化予測結果

部位	ゾーン (m ²)			
	I	II-1	II-2	III
上床版	0.0	0.0	205.8	437.1
右側壁	1.2	4.2	113.4	471.6
左側壁	13.2	6.6	187.8	382.8
合計	14.4	10.8	507.0	1291.5

2-1 対象構造物

対象構造物(以下、Aとう道と称す)は、1976年に建設された箱型ラーメン構造の開削トンネル(内空:H2,250×B2,450mm、亘長:263.8m)である。ここで表-1にAとう道の劣化予測結果を示す。LCCは、表-1の劣化予測結果に基づき、各ゾーンに適した補修・補強方法を定め算定する。

2-2 補修・補強方法

各ゾーンに対応する補修・補強方法を表-2に示す。ゾーンIは、鉄筋質量減少率が15%を超過しており、補強を必要とするため、断面修復に加え設計鉄筋量相当の繊維シート補強を行う。ゾーンII-1は、鉄筋露出しているが十分な耐荷性能を保有していると考え、断面修復に加え劣化因子の遮断を目的とした繊維シート補修をする。ゾーンII-2は、鉄筋が露出していないが設計耐用期間内にゾーンIに移行するゾーンであるため、表面含浸工法で補修する。ゾーンIIIは、設計耐用期間内に問題とならないため、無処置とする。なお、各補修工法の概算額と期待耐用年数を表-2に併せて示す。施した各補修・補強が期待耐用年数を迎えた場合、同様の補修・補強方法により再補修を実施するものと仮定する。ただし再補修費は、コンクリートより優れた補修材料を用いていることから補修箇所が初回の数量より減少するものと考え、50%低減させて算定した。

またLCCには、上記の他に通信ケーブル養生、定期点検、面的点検、漏水に対する補修費用などを計上している。

2-3 シナリオの設定

(1) シナリオ1の設定 シナリオ1は、Aとう道の最適な補修方法を検証することを目的としている。シナリオ1の内容を以下に示す。なおCase1,2は面的補修設計法に基づき、Case3は事後保全型の補修としている。

Case1: 全ての区間において、ゾーンI~II-2を同時期に補修・補強する。(面的補修①)

Case2: 1区画(16m単位)内にゾーンI,II-1があれば、区画単位でゾーンI~II-2を補修・補強する。ゾーンII-2,IIIのみの区画は、ゾーンII-2がゾーンI,II-1になったとき、区画単位でゾーンI~II-2を補修・補強する。(面的補修②)

表-2 ゾーン別の補修・補強方法

ゾーニング	露筋	補修工法	概算費用	期待耐用年数
ゾーンI	有	断面修復 シート補強	117千円/m ²	30年
ゾーンII-1	有	断面修復 シート補修	107千円/m ²	30年
ゾーンII-2	無	表面含浸	7千円/m ²	30年
ゾーンIII	無	無処置	—	—
部分補修	有	断面修復	80千円/m ²	5年

※I~II-2の期待耐用年数は促進劣化試験結果²⁾から設定した。
 ※部分補修の期待耐用年数は従来の劣化事例から設定した。
 ※各補修工法の概算費用は、直接工事費を想定した。

キーワード 予防保全、面的補修設計法、LCC、劣化予測、開削トンネル

連絡先 〒103-0007 東京都中央区日本橋浜町2-31-1 浜町センタービル15F NTTインフラネット(株) TEL03-5645-1019

Case3：全ての区間において、鉄筋が露出している箇所のみを対象に部分補修する。（部分補修）

（2）シナリオ2の設定 シナリオ2は、シナリオ1で最適な補修方法としたケースに対し、適切な補修時期を検証することを目的としている。なおシナリオ1では、3-1項より Case1 が最適な補修方法となった。よってシナリオ1の Case1 に対して、Case1-1：現在(2008年)に補修した場合、Case1-2：5年後(2013年)に補修した場合、Case1-3：10年後(2018年)に補修した場合の3ケースについて比較する。

3. LCC の評価結果

3-1 シナリオ1の評価結果

シナリオ1のLCCを示したグラフを図-1に示す。これより Case3 は、LCC が他のケースと比較し高額となることや、補修回数が多くなるためケーブル養生費が維持管理費の60%程度を占めること、さらに事後保全型の維持管理であるため長期的な維持管理計画を立てづらいことを考慮し、採用すべきでないと判断した。

一方、Case1 と Case2 では、初期コストこそ Case1 が高くなるが、2018 年以降のコストは Case1 が低くなった。これは、Case2 の一部のゾーンⅡ-2 を放置することでゾーンⅠ、Ⅱ-1 に劣化が進行したため、表面含浸工法より10倍程度単価が高くなる断面修復と表面被覆(表-2参照)を使用する必要性が生じたことによるものと考えている。

以上のことから、A とう道の補修方法は、全ての区間でゾーンⅠ～Ⅱ-2 を同時期に補修・補強する Case1 が最適であると判明した。ただし、本結果は A とう道に対する結果であり、対象区間長や劣化状況によっては、Case2 が最適になる可能性も考えられる。

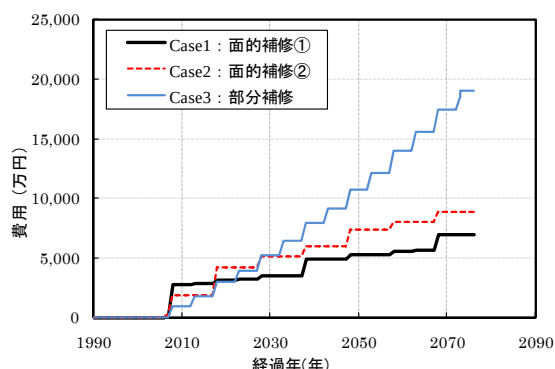


図-1 シナリオ1のLCC結果

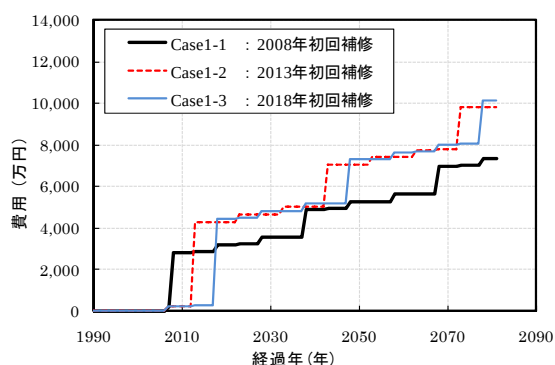


図-2 シナリオ2のLCC結果

3-2 シナリオ2の評価結果

シナリオ2のLCCを示したグラフを図-2に示す。これよりシナリオ2では、Case1-1が初期の補修コストとLCCともに最も低くなった。これは、他のケースが5～10年補修を行わず放置したことで、潜在的な劣化が顕在化したためである。3-1項でも述べたとおり、鉄筋が露出し事後保全的に断面修復を施した場合では、予防保全的に表面含浸工法を施した場合と比較し、約10倍の費用を要する(表-2参照)。このことから、A とう道の補修時期は、早い時期に補修する Case1-1 により行うべきであると判断した。

3-3 面的補修設計法の有効性の検証

3-1,3-2項のとおり、面的補修設計法を導入した場合のLCCは、事後保全的に部分補修を行った場合より低減される結果となった。面的補修設計法の導入は、事後保全型の維持管理では行わない面的点検や劣化予測、LCC評価を取り入れ、かつ劣化が顕在化していない箇所の補修も行うため、初期コストが高くなる。しかし長期的な観点で考えると、面的補修設計法は、設計耐用期間内の補修回数を少なくし効果的な補修を施すことから、事後保全型の維持管理よりLCCが低くなる。このように、面的補修設計法のLCCの優位性は、図-1,2のように表すことで視覚的にも分かり易いツールになるものと考えている。

4. まとめ

供用中の開削とう道はさらに老朽化が進行し、今後集中的に補修や補強を要する事態に陥ることが懸念される。このような問題を未然に対処するためには、開削とう道の劣化状態を的確に把握し、長期的な維持管理計画を適切に策定することが重要となる。このことから開削とう道は、面的補修設計法の考え方を取り入れた予防保全型の維持管理を行う必要があると考えている。今後、面的補修設計法を多くの開削とう道に適用しながら、さらにデータを蓄積し、劣化予測やLCCの精度を向上させ、より有効な補修設計法とする所存である。

【参考文献】1) 笠原篤ほか：社会資本マネジメント [維持管理・更新時代の新戦略]，森北出版株式会社，2001

2) 竹内光ほか：各種補修材料・工法の耐久性能に関する基礎的実験，土木学会第60回年次学術講演会 5-206,2005.9