

サステナビリティの観点からみた道路橋と建設部門の現状と将来

Present and future statuses of Japanese road bridges from the viewpoint of sustainability

北海道大学工学部 ○学生員 竹下夏目 (Natsume Takeshita)
 熊本高等専門学校 正会員 松家武樹 (Takeju Matsuka)
 北海道大学工学研究院 フェロウ 横田 弘 (Hiroshi Yokota)

1. はじめに

土木部門で最も投資額の大きい道路部門の中の道路橋について、サステナビリティ（社会、経済、環境的側面）の観点からその現状を調査し、2050年における道路橋の将来を予測した。道路橋の現状として、社会的側面では日本の総人口・就業者数の推移および道路橋の健全性を調べた。環境的側面では橋梁の施工におけるコンクリートおよび鋼材の消費量とCO₂排出量を調べた。2050年における道路橋について、社会的側面では人口・建設就業者数、道路橋の年齢構成、道路橋の健全度の推定を行った。環境的側面では橋梁施工時の燃料転換と鉄鋼・セメントのCO₂排出原単位の低減技術を用いたCO₂削減シナリオを作成した。

これらに基づき、本論文では、持続可能な道路橋マネジメントのための提言を行った。なお、ここでは経済的側面に関する記述は省略する。

2. 道路橋の現状

2.1 社会的側面

人口減少は全ての産業の生産性低下に直結する社会問題である。日本の総人口は、2008年に1億2808万人と過去最高を記録したが、それ以降減少の一途をたどり、2018年には1億2643万人になっている¹⁾。

一方、2018年の就業者数は2008年と比較して4.0%増加した²⁾。これは定年を超えても就業し続ける高齢者が増加しているためであると考えられる。しかし、建設業の就業者は7.0%の減少であり、人口減少割合を上回っている。これは建設業では高齢に伴う退職数が多いことに加えて、新規入職者の数が減少しているためである。

日本では、道路橋の定期点検として5年に1回の近接目視が義務づけられている。そして、定期点検によってそれぞれの道路橋は表-1³⁾に示す4つの健全度に区分して診断される。2014年から2018年に亘る5年間の点検結果⁴⁾に基づき、道路橋の判定区分を建設経過年数ごとに整理した結果を図-1に示す。

表-1 健全度の判定区分³⁾

区分	状態
I 健全	構造物の機能に支障が生じていない状態
II 予防保全段階	構造物の機能に支障が生じていないが、予防保全の観点から措置を講ずることが望ましい状態
III 早期措置段階	構造物の機能に支障が生じる可能性があり、早期に措置を講ずべき状態
IV 緊急措置段階	構造物の機能に支障が生じている、又は生じる可能性が著しく高く、緊急に措置を講ずべき状態

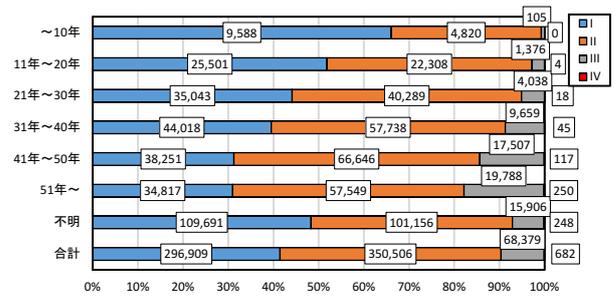


図-1 経過年数と判定区分

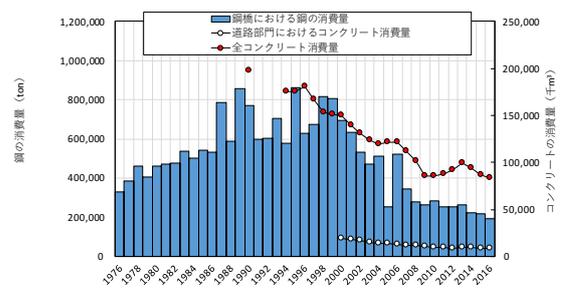


図-2 鋼およびコンクリートの消費量の推移

建設後10年以内の段階で判定Iの割合は66.1%まで低下している。また判定IIは建設経過21年以降半数以上の割合を占め、判定IIIおよび判定IVは建設経過50年までに14.4%に増加する。

2.2 環境的側面

道路橋は、主にコンクリートおよび鋼により建造されているため、ここでは2つの消費量について調査を行った⁵⁾。しかし道路橋に限定したコンクリート消費量を調査することは困難であったため、道路部門全体のコンクリート消費量を用いた。

図-2に鋼橋で使用された鋼の消費量と道路部門におけるコンクリートの消費量の推移を示す。2000年以降の道路部門のコンクリート消費量は全コンクリート消費量の約10%となった。

PC橋および鋼橋の施工におけるCO₂排出量を、PC橋はプレストレスト・コンクリート建設業協会の公表値⁷⁾を用いて、また鋼橋は上述したコンクリートと鋼の消費量にCO₂排出原単位⁸⁾を乗ずることで算出した。PC橋および鋼橋施工時のCO₂排出量は全体排出量の0.11~0.23%の範囲となった。なお、PC橋のCO₂排出量は上部工に限定した値であるため、実際の値はさらに大きいと予想される。

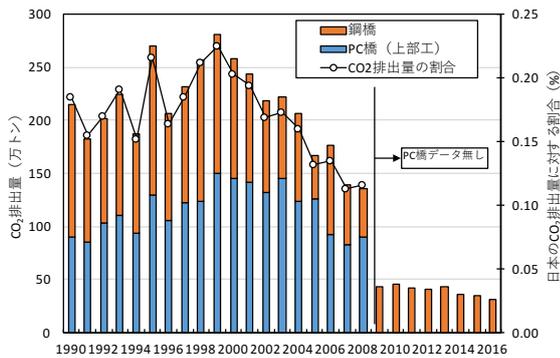


図-3 CO₂排出量の推移

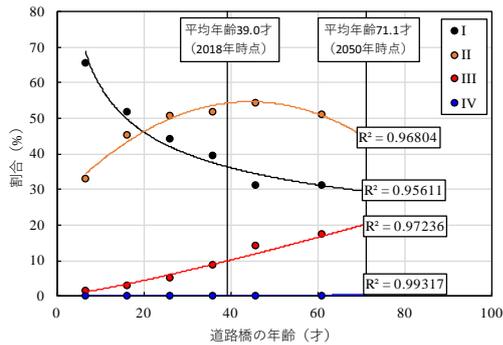


図-4 道路橋の健全度の推定

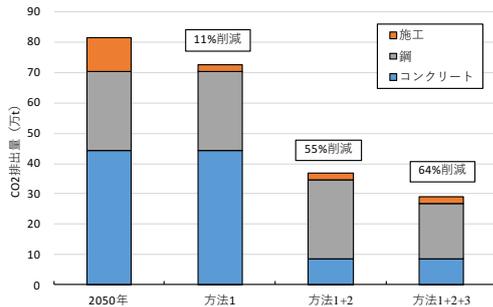


図-5 CO₂削減シナリオ

3. 2050年における道路橋の将来予測

3.1 社会的側面

2016年における合計特殊出生率 1.44 を用いて、2050年における日本の人口を推定した結果、2008年のピーク（1億2808万人）に対し、2050年には20.4%が減少し1億192万人となった。就業者数の推定では、2018年の全人口に対し就業者数は52.7%であること、および全産業就業者数に対し建設業就業者数は7.5%であるという条件が2050年においても維持されると仮定した。その結果、2008年の541万人の建設就業者数に対し、2050年には25.5%減少し403万人になると推定される。

2018年の道路橋の平均年齢は39.0歳であり⁹⁾、2050年には、更新が行われないとすると、71.1歳まで高齢化すると推測される。建設経過50年以上を高齢橋梁とすると、2050年における高齢橋梁の割合は約90%となる。この結果は建設年度不明の道路橋数（227,425橋）を除いた値であるため、実際の高齢橋梁の割合はさらに大きくなると推測され、維持更新費の増加が見込まれる。

前述の道路橋の健全性のデータから、将来の道路橋の健全度を推定した。図-4に道路橋の年齢と判定区分の割合の関係を示す。39.0歳から71.1歳への移行は健全度IおよびIIの割合を減少させ、健全度IIIの割合を増加させている。事後保全を必要とする健全度IIIは維持更新費の増大が見込まれるため、健全度IIの段階での予防保全措置が重要となる。

3.2 環境的側面

建設部門のCO₂排出量の削減方法として、施工時の燃料に再生可能エネルギーを活用すること（方法1）、および鋼およびセメントの製造時におけるCO₂排出原単位の低減技術の活用（それぞれ、方法2および方法3）について検討した。方法2の一例として、コークスの一部代替として水素を利用することにより鋼生産におけるCO₂排出原単位を低減させる技術を検討した。この方法により2050年におけるCO₂排出量削減目標値を約30%と設定している¹⁰⁾。方法3の一例として、キルン排ガスからのCO₂を化学吸収法により回収し、CO₂排出原単位を低減させる技術を検討した。この方法により、2050年におけるセメント生産時のCO₂排出量を80%まで削減できるとされている¹¹⁾。

以上の3つの方法を用いた場合に、2050年にどの程度CO₂が削減されるか予測した結果を図-5に示す。これらの方法をもってしても政府の掲げる「2050年までにCO₂排出量を0とする」目標には及ばず、さらなる対策を講じる必要がある。

4. まとめ

本研究の結果より今後の道路橋マネジメントについて以下を提言する。

- (1) 2050年における建設就業者数は2008年比で25.5%減少すると予測され、人材の確保および生産性向上のための技術革新が求められる。
- (2) 2050年には高齢橋梁の割合が約90%となると予測され、維持更新費の増加が見込まれる。この費用低減のため、予防保全措置をさらに推進することが重要となる。
- (3) 本研究で検討した3つのCO₂削減方法による目標値が完全に達成されたとしても、2050年までにCO₂排出量を0にすることは難しいため、さらなる技術開発が必須である。

参考文献

- 1) 総務省統計局：人口推計，2018
- 2) 総務省統計局：労働力調査長期時系列データ，2019
- 3) 国土交通省道路局：道路橋定期点検要領，2015
- 4) 国土交通省：道路メンテナンス年報，2019
- 5) 日本橋梁建設業協会：鋼橋の統計データ，閲覧日2019.10.6
- 6) ZENNAMA：統計情報，閲覧日2019.10.6
- 7) プレストレスト・コンクリート建設業協会：環境に対する取り組み，閲覧日2019.10.7
- 8) 日本橋梁建設協会：こんなにもある鋼橋のすばらしさ，2013
- 9) 国土交通省：国土交通白書2012
- 10) 日本鉄鋼連盟：COURSE50
- 11) TAIHEIYO CEMENT：NEWS LETTER，2019.7.1