

地方部軽交通道路の維持管理技術の高度化に関する研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 18～平 20

担当チーム：上席研究員（特命事項担当）

研究担当者：吉田武

【要旨】

道路の維持管理は日常のサービスレベルに直結するものであり、各道路管理者の対応は様々である。道路維持管理費用の軽減が急務である現在、その効率向上が重要な課題となっている。

既往文献、インターネット等から道路維持管理効率の向上（費用の軽減、VFMの最大化等）に成功した事例を収集し、各手法を材料、機器、情報、体制等の観点から分析した。特に、道路の性能規定型維持管理契約と対症的維持管理のパフォーマンス指標としてのレスポンスタイムについて整理した。

キーワード：維持管理、性能規定型維持管理契約、対症的維持管理、パフォーマンス指標、レスポンスタイム

1. はじめに

ストックマネジメントには計画的維持管理と対症的措置（所謂「壊れたら直す」）がある。道路維持管理費用の軽減が急務である現在、前者の代表であるAMSに関する研究が国等により進められている。一方後者については、日常のサービスレベルに直結するものでもあり、各道路管理者の対応は様々である。特に地方道（一般道路117万kmのうち直轄国道は2万km）は後者のアプローチが必要十分であるとされる場合が多く、その効率向上が重要な課題となっている。そこで、維持管理効率の向上に関する国内外の成功事例（Best Practices）と維持管理分野に導入可能な新技術・手法に関する情報が求められている。

本課題は、今後の維持管理分野に導入可能な新技術・手法に関する情報を整理するため、成功した事例を収集し、各手法を材料、機器、情報、体制等の観点から分析したものである。

2. 研究方法

2.1 維持管理効率向上の成功事例に関する分析

既往文献・インターネット等から道路維持管理効率の向上（費用の軽減、VFMの最大化等）に成功した事例を収集し、各手法を材料、機器、情報、体制等の観点から分析した。

2.2 維持管理分野に導入可能な新技術・手法に関する整理

環境に優しい・高度な技術を必要としない材料、高齢技術者用機器、インターネットによる情報提供等今後の維持管理分野に導入可能な新技術・手法に関する

情報を整理した。

3. 研究結果

3.1 維持管理効率向上の成功事例

既往文献・インターネット等から収集した事例には定量的効果・実績の明確な成功事例は少なく、定量的効果・実績の明確でない参考事例も分析の対象とした。事例を体制、情報、材料、機器に区分し、概要をPWRIホームページに掲載した。以下、代表的事例を列挙する。

3.1.1 体制に関する事例

- 都市における性能規定型のアセットマネジメントプロジェクト"DC STREETS": 米国
- 3州のパートナーシップに基づく維持管理システムの開発と実行: 米国
- 州政府と地方政府の連携による道路管理: オーストラリア
- 維持管理の選択肢としての外部委託

3.1.2 情報に関する事例

- AUSTRROADSの利用者満足度指数: オーストラリア
- 英国道路庁による道路利用者満足度調査: 英国
- 冬期管理のパフォーマンス標準「凍結防止剤の使用量」: デンマーク
- 評価システムの活用方法: フィンランド、ベルギー、AUSTRROADS
- パフォーマンス指標の活用: ニュージーランド、AUSTRROADS

3.1.3 材料に関する事例

- 古タイヤで橋面の嵩上げ：米国
- 古タイヤをブロックにして再生利用：米国
- スラリーシールによる舗装の保護
- 省エネルギーとリサイクルが常温アスファルト混合物の発展の理由：欧州
- 摩耗層に用いる植物性のバインダに関する研究：フランス
- 重交通道路の表面処理への適用を初めて認可されたアスファルト乳剤：英国
- 耐久性の高い乳剤を用いた表面処理の実績が増加：英国
- 開発途上国の地方道路における表層の代替技術

3. 1. 4 機器に関する事例

- 吹き付け方式路面補修車の導入がアセットマネジメント成功の鍵：米国

3. 2 導入可能な新技術・手法

3. 2. 1 性能規定型維持管理契約

道路の性能規定型維持管理契約について、適用範囲、契約内容、路面／舗装の管理目標（性能基準）、メリット、課題を整理した。

1) 適用範囲

性能規定型維持管理契約の例はチリ・コロンビア・ウルグアイ等のラテンアメリカ諸国、ニュージーランド(Performance Specified Maintenance Contract)、オーストラリアのニューサウスウェールズ州・ビクトリア州等(Term Network Contract)、米国のバージニア州・フロリダ州等、英国(Managing Agent Contract)、カナダのブリティッシュコロンビア州、スウェーデン等で見られる。これらの契約では、国道・州道等の幹線道路における全ての道路資産（排水施設、路傍部、交通安全施設、舗装、橋梁）の維持管理および事故対応、道路利用者対応を一括して複数年度委託する点が共通している。対象施設を舗装に限定した例は アルゼンチン、ウルグアイ（モンテビデオ）、ブラジル（サンタカタリーナ）で見られる。アルゼンチンでは一つの契約で修繕工事とそれに続く維持作業を委託するシステム CREMA (Contrato de Recuperación y Mantenimiento)が確立された。また、都市における性能規定型のアセットマネジメントプロジェクトとして米国ワシントン D. C. の”DC STREETS” が有名である。

このほかに、パフォーマンスに着目したサービス調達に対する要求の世界的な高まりに応えるために、世界銀行が試行的に見本入札書類「道路の性能規定型維持管理（アウトプットに基づく役務契約）2002年」を発行した。また、AASHTOも「維持管理契約における方

法と手順に関する手引（草案）2002年」を公表している。

2) 契約内容

契約期間、契約金に含まれる費用、支払いの方法、受注者の責務等契約の内容は道路管理者毎に様々であり、また、時間の経過と共に見直されている。例えば、ニュージーランドでは性能によるボーナスまたは減額（年1回）に関する規定及び車線の閉鎖に伴うレーンレンタル費用（事故のリスクは受注者が負う）に関する規定があったが、複雑で効果がないため廃止された。

3) 路面／舗装の管理目標（性能基準）

対象となる道路資産について、性能（平坦、安全、すべり抵抗、耐久等）、性能指標の管理水準、およびパフォーマンス基準（管理水準を満足する道路資産の割合）を契約により定めたものが多い。さらに、対策基準と対応の適時性（対応までの許容時間）を定めることもある。ニュージーランドでは作業評価指標（Operational Performance Measures）について契約基準と対応時間が規定してあり受注者はこれを満足するようにアセットを管理しなければならないが、安全上のハザードとなる可能性がある場合および直ちに補修すべき欠陥については24時間以内に対応する。米国バージニア州では性能の評価は年1回実施され、受注者が契約基準を満足していない場合は、原則として30日以内には是正しなければならない。なお、州交通局の定常監理により管理水準を下回っていることが指摘された場合は、受注者は原則として10日以内（道路利用者の要請による場合は48時間以内）にこれを是正しなければならない。米国ワシントン D. C. の”DC STREETS”では性能指標は5段階評価が可能なパフォーマンス基準に細分され、5段階評価のうち「Good:4」の状態がパフォーマンス基準を満足した状態である。

4) メリット

性能規定型維持管理契約を通して目標設定型の維持管理を行うことにより維持管理に関する透明性を向上させることができる。さらに、道路状態を全体的に改善しつつ道路管理者費用を数割低減させた例がいくつも報告されている。また、受注者としては長期維持管理契約により技術革新の可能性を最大化できることが期待される。

表-1：性能規定型維持管理契約のメリット

立場	メリット
道路利用者	ネットワークのより良い管理
	維持管理に関する透明性の向上
道路管理者	維持管理費用の縮減
	契約事務の軽減
	リスクの移転
	ネットワークデータに関する情報の改善
	所有権によるリターン
受注者	コスト縮減
	技術革新の可能性

5) 課題

性能規定型維持管理契約の導入にあたっては、性能基準の適切な定義、性能評価のためのデータ収集、さらには性能予測に必要なデータの蓄積等の工学的課題の解決が前提となることが経験した機関により指摘されている。また、長期間の大型契約という側面からは、具体的に、複数年度あるいは長期に及ぶ契約期間、複数の工種（施設管理）の一括契約、修繕工事とそれに続く維持作業の一体的契約、さらには、それらを踏まえた価格設定等の制度的課題が明らかになる。当該契約方式を導入した機関はそれぞれの社会的・制度的制約の下で課題の解決を図っているが、多くの機関が官民のパートナーシップの重要性と道路管理者の役割の変化を指摘していることは興味深い。

3. 2. 2 パフォーマンス指標としてのレスポンスタイム

対症的維持管理のパフォーマンス指標としてのレスポンスタイムについて整理した。当該指標はサービス提供に関するアウトプット指標に位置づけられた。当該指標の基準と用途の現状が米国内を中心に概観された。当該指標が管理規則、契約条件あるいは行政と住民とのコミュニケーションにおいて活用されていることが示された。当該指標の改善が顧客満足度の向上に有効であることが明らかにされた。

1) 維持管理に関するパフォーマンス指標

経済協力開発機構(OECD)は、道路管理のための75のパフォーマンス指標を提案している。この75指標は、8つの領域（安全、環境等）と3つの視点(政府、道路管理者、道路利用者)に分類されており、指標の性格としては事業実施効果の評価と業務執行効率の評価、建設と維持管理、サービス提供と資産管理、アウトカムとアウトプットと多様である。なお、サービス提供の顧客は道路利用者、資産管理の顧客は所有者である政

府であり、道路管理者は両者に対し説明責任を有する。また、顧客の期待するパフォーマンス（アウトカム）は道路管理者自身の管理下にある道路のパフォーマンス（アウトプット）以外の多くの影響を受ける。

OECDのパフォーマンス指標のうち、問題の発生から対応までの時間に着目したものとして、事故通報から治療までの時間があるが、これはサービス提供に関する業務執行効率の評価のためのアウトカム指標に位置づけられる。アウトカムである事故通報から治療までの時間は、アウトプットである道路の構造規格だけでなく、事故現場と対応する医療機関との距離により決まるからである。また、国土交通省が用いている橋梁の予防保全率と道路構造物保全率（橋梁、舗装）は資産管理に関する事業実施効果の評価のためのアウトプット指標に位置づけられる。これに対し、本稿で対象とするレスポンスタイムはサービス提供に関する業務執行効率の評価のためのアウトプット指標に位置づけることができる。

2) レスポンスタイムの基準

米国の州レベルではレスポンスタイムの基準を定めているところは少なく、信号機に関しては6州、規制標識に関しては4州、路面の変状（ポットホール等）に関しては3州、との報告もある。一方、市郡レベルで独自の基準を定めている自治体も少なくない。すべての事例に共通するものではないが、以下のような特徴を見ることができる。

- 対症的維持管理には人員の派遣、現場の確保、損傷等の診断、利用者への情報提供等修理による施設の原状回復とこれらに付随する行動が含まれ、そのいずれかあるいはいくつかについてレスポンスタイムが規定されている。
- 道路、交通、地域の状況に応じ段階的に設定されている。
- 損傷の程度、交通への影響の程度、残存機能の有無に応じ段階的に設定されている。

このほかに、年中無休の維持修繕で対応すべきITS施設について、具体的なレスポンスタイムや修復行為を規定することなく、地域の実情（都市部か地方部か）と気候に応じた修復の優先順位を定めた事例もある（Oregon州）。

表-2：性能規定型維持管理契約の課題

視点	課題	経験者の考察／意見
工学的課題	性能基準の適切な定義	<ul style="list-style-type: none"> 目標を定めた維持管理を、通常、道路管理者は必ずしも達成していない 管理水準とパフォーマンスとの実際の実態を行政機関は把握しているか 管理水準規定には、性能指標、評価方法、測定の頻度と対象範囲、許容値、許容値を超えている場合の対処時間などを示さなければならない<AASHTO> パフォーマンス基準の定義は難しい。道路の長期的管理費用と道路利用者の費用を含む全体費用の最小化が目的である。曖昧さを避けるために、パフォーマンス基準は明確に定義されると同時に客観的に計測可能なものである必要がある<LA-PILOT>
	性能評価のためのデータ収集	<ul style="list-style-type: none"> 高速データ収集の再現性と信頼性 性能測定のリバスタビリティ（測定条件が多少いい加減でも正常に作動すること） 管理水準の評価システムは客観的で再現性があるか IT技術などの技術革新のプロセスへの反映
	性能予測に必要なデータの蓄積	<ul style="list-style-type: none"> 信頼性の高い舗装劣化モデル 入札時の道路データの信頼性 道路管理者は受注者に可能な限り多くの情報を供給しなければならない。情報がなければ、受注者は、その道路資産の過去の維持履歴、経年数、現場の舗装構造を推定しなければならない、明らかに不利になる。<AASHTO>
制度的課題	長期間の大型契約：総論	<ul style="list-style-type: none"> 受注者コスト、社会的コストの低減 システム適用時における政治の重要な役割（社会的圧力） プロジェクトの適切な発注 地方部における政治的、社会的影響
	長期間の大型契約：各論「複数年度、長期」	<ul style="list-style-type: none"> 長期間の関係の不確実性 日常的維持と定期的維持の組み合わせの最適化にはアスファルト舗装の場合少なくとも10年を要することから、契約期間10年以上の長期契約が望ましい。長期契約によるインセンティブが新技術の利用をもたらし、さらに新技術活用のための研究を促進する<LA-PILOT>
	長期間の大型契約：各論「一括契約」	<ul style="list-style-type: none"> パッケージ契約では、1業務を大きく4つの作業に分割（①冬期道路管理、②草刈り、③照明・標識清掃外、④その他）してそれぞれ見積・入札させ、費用の最も大きな部分（通常、冬期道路管理作業で全体の60～80%）を落札した者が1業務全体を落札する。2番手以降の者はその下請けに入るよう規定（発注時の条件とされ、元請け契約に明記）されている。なお、この契約方法は現在も模索中ということである。また、発注時には、発注者側は予定価格を作成しない<SW-SNRA>
	長期間の大型契約：各論「当初工事」	<ul style="list-style-type: none"> 当初に大規模な修繕が必要となるような劣悪な状態の道路には適さない。このような道路の場合にはアウトプットに基づく契約では受注者に多大のリスクを負わせることになるため、当該契約に先立ち、通常の土木工事契約に基づく修繕工事を実施すべきである。リスク分析によれば、当初修繕工事の割合が契約額の40%を超えないようにしなければならない。3～5百万ドル以下の小規模契約にも適さない。これら小規模契約はコンサルタントとの管理契約等が適している<WB-SAMPLE> 当初修繕工事を契約に含める利点は二つある。一つは、維持費用の増加に繋がる早期補修を避けるために修繕工事のパフォーマンスを高めるという受注者インセンティブが働くこと。もう一つは、修繕工事完了後直ちに維持管理に着手できること<AR-CREMA>
	価格設定	<ul style="list-style-type: none"> 入札過程での技術革新の考慮の難しさ リスクリワードボーナス（契約時に、より大きいリスクに対してより多い報酬を与える） 規定した管理水準を満足するための合理的な費用の水準を行政機関は把握しているか 作業単価の見積額には業者間で大きな差が現れる。予定価格の算定や最低入札価格の設定はないが、ダンピング行為は契約不履行時の罰金で対応する<SW-SNRA>
	道路管理者の役割の変化	<ul style="list-style-type: none"> より良い管理スキル コスト情報の蓄積、管理技術の伝承は民へ
その他の課題	パートナーシップ	<ul style="list-style-type: none"> 成功するかは人的資源、人間関係、信用にかなり依存 自己診断に対する重い信頼が潜在的リスク
	コスト削減効果と品質維持のバランス	<ul style="list-style-type: none"> ネットワーク展開のため最初の数年は品質低下 道路管理者は受注者による最低限の水準のサービスしか受けられないことがある

表-3 レスポンスタイムの用途

用途・目的	事例
行政のサービス目標 (管理規則)	Mississippi 州：交通技術課の責務として、信号技師は休日も含め 24 時間修理できるように待機、信号機故障の通報があれば信号技師を派遣、24 時間以内に信号技師による修復あるいは緊急修理 Rhode Island 州：信号機の故障に対し、勤務時間内は直ちに対応、勤務時間外は 15 分以内に本部に連絡し 45 分以内に対応
維持管理を外部委託 する際の契約条件	Florida 州：受注者は、休日を含む毎日 24 時間、非常事態の通報後 15 分以内に対応開始、60 分以内に現場到着（未着の場合報酬減額） Lincolnshire 郡(UK)：受注者は、非常事態の通報後 1 時間以内に現場到着、標識・信号機等の交通安全施設を 24 時間以内に修理 British Columbia 州(Canada)：受注者は、欠陥の発見あるいは通報から 24 時間以内に標識システムの洗浄・修理・移動を完了
行政と住民とのコミュニケーション	Washington, DC：ポットホールの充填を電話あるいはインターネットで要望した住民に受付番号を付与、基準通り（3 日以内）に修繕が完了しなかった場合市長ホットラインにクレーム Peoria 市：信号機の故障について通報した住民に修理に要する時間（平日 24 時間、週末 72 時間）を回答

表-4 レスポンスタイムの短縮

自治体	Fort Wayne 市
時期	2000 年から
対象	ポットホールの修繕（目につきやすいサービスであり住民の大きな関心事であることが採択の理由）
目標	通報後 24 時間以内に修繕されたポットホールの割合：77%→97%
手順	客観的データに基づき問題の特徴を正確に把握（例、多発地域の特定） 客観的データに基づき成功事例の特定、その理由の究明、さらにその方式の全体への適用（例、行政窓口から現場担当者への情報伝達の迅速化）
対策	住民からの通報手段の拡充（電話、携帯電話、インターネット） 夜間作業を可能にする特殊照明を補修機器に装備
結果	通報後 24 時間以内に修繕されたポットホールの割合：77%→99.6% 平均対応時間：21 時間→3 時間 ポットホールに起因する損害賠償請求の平均：US\$3,000→US\$1,000 ポットホールに関する苦情の激減

3) レスポンスタイムの用途

レスポンスタイム基準がどのような用途に適用されているかを概観すると、基準が主に以下の 3 つの目的で活用されていることが明らかになる。

- 行政のサービス目標（管理規則）：行政所管課の責務であると明言している事例等
- 維持管理を外部委託する際の契約条件：レスポンスタイムに遅れた場合報酬を減額する事例等（レスポンスタイムを規定する際、道路管理者は過度に迅速な応答を要求しがちであるが、時間と費用との適切なバランスを考慮することが必要であ

ることを連邦道路庁(FHWA) が指摘)

- 行政と住民とのコミュニケーション：通報した住民に修理に要する時間を回答する事例、通報した住民に付与した受付番号から行政による案件処理の進捗状況を追跡する事例等

このほかに、レスポンスタイムの短縮を実現することで、効率の良い行政組織へ変わる努力を続けていることを首長が住民にアピールした事例もある（表-3）。ポットホールに関する苦情が激減していることから、アウトプット指標であるレスポンスタイムの改善が顧客満足度の向上に有効であることがわかる。

4) わが国においてパフォーマンス指標としてのレスポンスタイムを効果的に活用するための方法

道路維持管理の課題は、迅速かつ安価な修繕工法等技術的なものから、サービス・基準類の性能規定化等制度的なもの、あるいは管理責任・管理瑕疵等法律的なものまで多岐にわたるが、以下の二つの領域において当該指標の導入が有効であると考えられる。

ひとつは、住民満足度の向上と情報収集のための住民参加である。道路管理者は、施設の損傷に応じた的確で迅速な対応により、安心・安全で、快適な道路交通を確保しなければならない。このため、道路利用者、沿道住民からの早期の発見通報を積極的に受け付ける仕組みを構築する必要がある。例えば、国土交通省は「道の相談室」、「道路緊急ダイヤル」とその仕組みの拡充を続けている。住民参加の促進のためには各施設の維持修繕基準とレスポンスタイム基準の公開が有効である。これは行政の透明性の確保にもつながる。また、行政サービスの向上は維持修繕基準の引き上げとレスポンスタイムの短縮により評価できる。

もう一つは、行政のスリム化と経費縮減のための外部委託である。ここでは、性能規定型維持管理契約方

式を例にとる。性能規定型維持管理契約方式は、道路の最低限の条件を定義し、定義されたパフォーマンス基準にどれだけ達しているかに基づいて支払額を決定し、受注者により実施された作業やサービスの量は問題としない。このため、新技術の導入による費用の縮減、維持作業を実施すべき道路の選定に関する透明性の向上等のメリットから、海外において採用されその成功事例が報告されている。しかし、当該契約方式には受注者による最低限の水準のサービスしか提供されないというリスクも指摘されている。性能規定型維持管理契約方式の有する課題についての工学的研究もなされているが、当該契約方式の採用にあたりレスポンスタイム基準を契約条件に加えることで、住民に配慮した維持修繕作業の実施を受注者に期待できる。

4. まとめ

本研究では、維持管理効率向上の成功事例に関する分析を行い維持管理分野に導入可能な新技術・手法として性能規定型維持管理契約およびパフォーマンス指標としてのレスポンスタイムについて検討を行った。その結果、以下のことがわかった。

1) 性能規定型維持管理契約

- 幹線道路における全ての道路資産（排水施設、路傍部、交通安全施設、舗装、橋梁）の維持管理および事故対応、道路利用者対応を一括して複数年度委託する方式と対象施設を舗装に限定した方式が見られる。アルゼンチンでは一つの契約で修繕工事とそれに続く維持作業を委託するシステムが確立している。
- 契約期間、契約金に含まれる費用、支払いの方法、受注者の責務等契約の内容は道路管理者毎に様々であり、また、時間の経過と共に見直されている。
- 対象となる道路資産について、性能（平坦、安全、すべり抵抗、耐久等）、性能指標の管理水準、およびパフォーマンス基準（管理水準を満足する道路資産の割合）を契約により定めたものが多い。さらに、対策規準と対応の適時性（対応までの許容時間）を定めることもある。
- 性能規定型維持管理契約を通して目標設定型の維持管理を行うことにより維持管理に関する透明性を向上させることができる。さらに、道路状態を全体的に改善しつつ道路管理者費用を数割低減させた例がいくつも報告されている。
- 当該契約方式を導入した機関はそれぞれの工学

的・社会的・制度的制約の下で課題の解決を図っているが、多くの機関が官民のパートナーシップの重要性と道路管理者の役割の変化を指摘している。

2) パフォーマンス指標としてのレスポンスタイム

- レスポンスタイムはサービス提供に関する業務執行効率の評価のためのアウトプット指標に位置づけることができる。また、住民にわかりやすい指標であり、その改善が顧客満足度の向上に有効である。
- レスポンスタイム基準は、対症的措置のメニューのいずれかあるはいくつかについての規定、道路・交通・地域の状況に応じた段階的設定及び損傷の程度・交通への影響の程度・残存機能の有無に応じた段階的設定が可能である。
- レスポンスタイムは、行政のサービス目標（管理規則）、維持管理を外部委託する際の契約条件あるいは行政と住民とのコミュニケーションにおいて活用されている。
- 住民参加の促進のためには各施設の維持修繕基準とレスポンスタイム基準の公開が有効である。
- 性能規定型維持管理契約方式の活用にあたりレスポンスタイム基準を契約条件に加えることで、住民に配慮した維持修繕作業の実施を受注者に期待できる。

今後は、対象を地方部軽交通道路に限定することなく、道路の対症的メンテナンスの高度化に関する研究を行っていく必要がある。

参考文献

- 1) 吉田武：「道路の性能規定型維持管理契約の現状と課題」、道路建設，No.695，pp.30-33（2006.5）
- 2) 吉田武：「道路維持管理における対症的措置のパフォーマンス指標としてのレスポンスタイム」、土木学会論文集F，Vol.64，No.1，pp.110-114（2008.3）