

プロジェクトチームの活動報告

道路トンネル健全性評価技術の研究概要

プロジェクトリーダー 京都大学工学研究科 大西有三

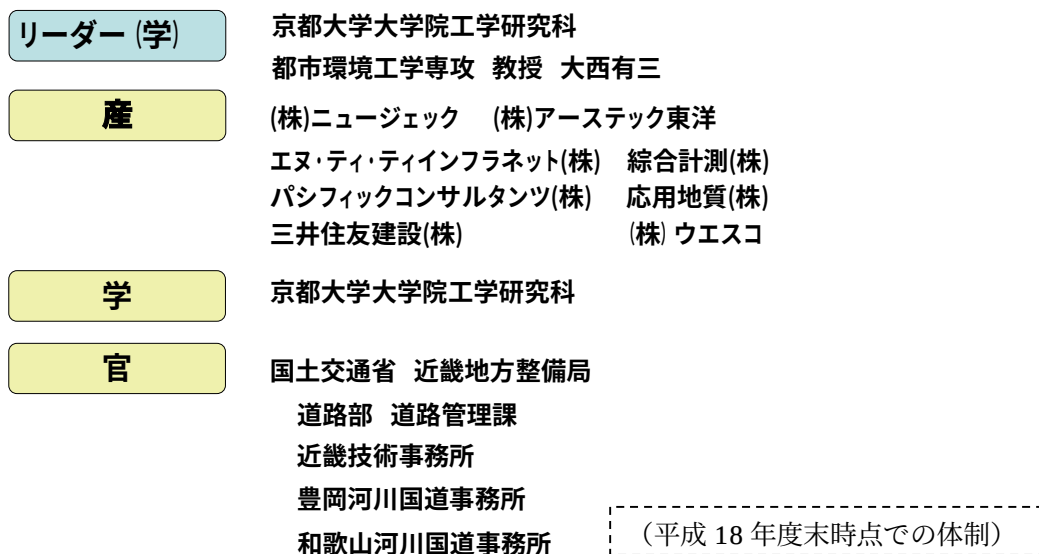
1 研究概要

1-1 研究目的

本研究では、現在、社会資本の根幹をなす道路資産の効率的な維持管理を必要とされている中で、補修等が困難な道路トンネルに対する検討が課題となっているため、道路トンネルの効率的な維持管理を行うための健全性評価技術およびその手法の研究を行うものである。

1-2 研究の体制

本研究では、大学を中心として、産学官が協同し、下記の体制により研究を進めている。



1-3 研究の全体フロー

本研究の基本方針は以下の研究フローに従って今後研究を進めていく。

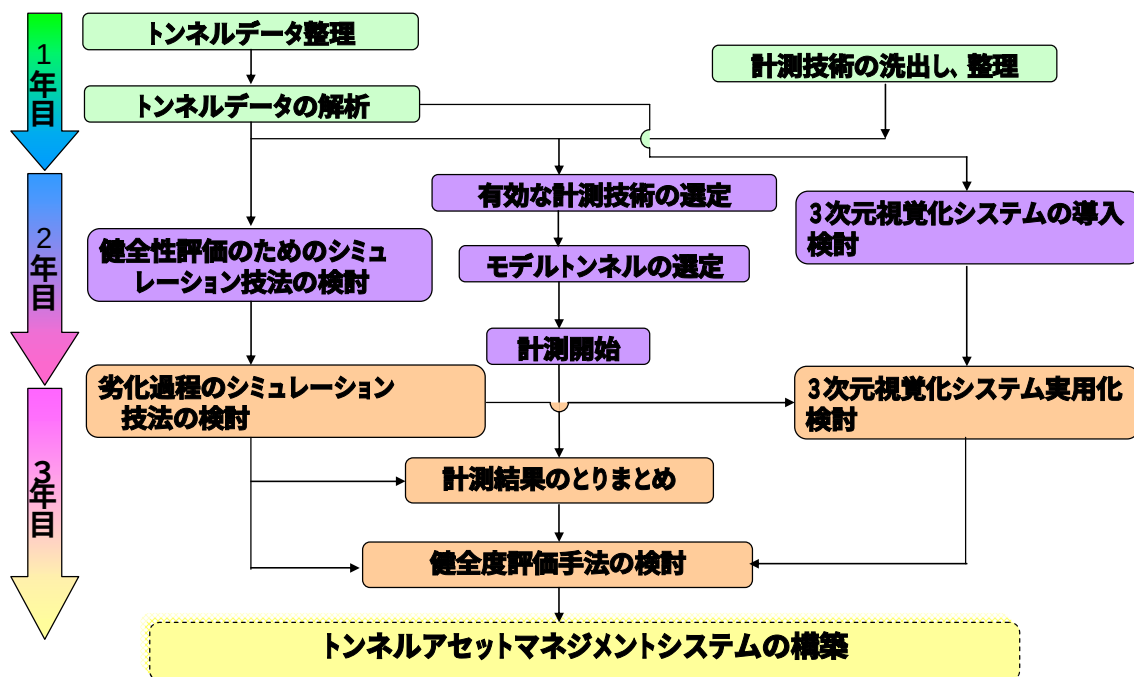


図 1-1 研究フロー

1-4 研究項目

本研究は、4つのグループに分け、道路トンネルの健全性の評価方法について研究を実施した。それぞれのグループの研究項目を表1-1に示す。

表 1-1 研究項目

グループ	内容
現状調査グループ	- トンネル管理者へのアンケートによる現状調査 →管理者の課題、ニーズの整理 - モデルトンネルの絞り込み
計測グループ	- 文献調査、実績調査、技術調査 - 必要な計測方法の絞り込み - 計測方法の検討 - 計測システムの構築
ビジュアル化グループ	- 実トンネルの点検評価データから3次元表示への展開検討 - 現場でのデータベースの使いやすさの追求 - 本当に実用的な方法かどうかの議論
データマネジメントグループ	- マネジメントへつなぐための必要なデータの整理 - 具体的な方法論の検討 - 損傷原因、点検結果からなる経年変化の分析 - トンネル劣化メカニズムの仮説

1-5 平成 18 年度の研究スケジュール

平成 18 年度に実施した研究スケジュールを以下に示す。

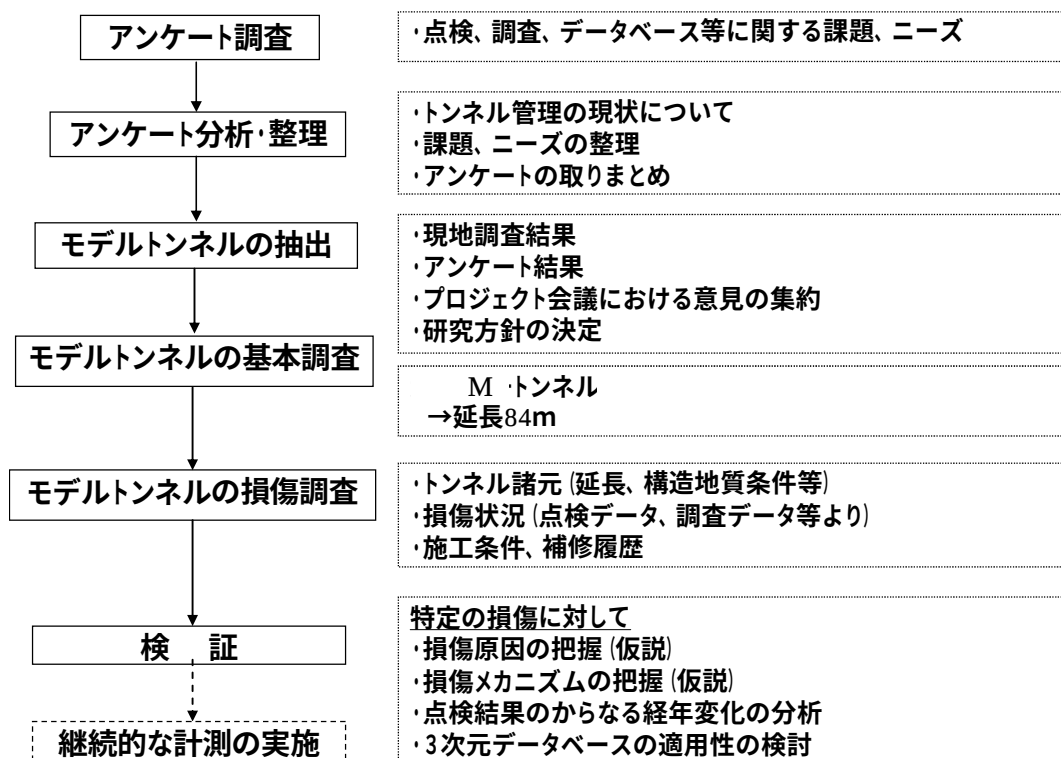


図 1-2 研究スケジュール

2 現状調査の結果

これまでに実施した以下の現状調査をとりまとめる。

- ・ 道路トンネルの健全性評価の整理
- ・ 現状道路トンネル損傷の整理
- ・ 道路管理者へのアンケート調査

上記項目において、各種内容を整理し、本研究テーマである健全性評価、評価を実施するための計測技術、同じくデータの活用方法別に、今後の研究において重要と考えられる項目を図 2-1 に示す。今後は、下記の重点項目を基本方針と捉え、トンネルの健全性評価手法の研究を実施するものとする。

◆健全性の評価項目

- ・ 現状の点検ベースとした評価項目を基本として、**ひび割れ、うき・はく離・はく落、漏水**に着目する必要がある（利用者被害に着目）
- ・ **ひび割れ幅、本数、方向**に着目した評価が重要である
- ・ 点検をより**安く、正確に、安全**に行うことが重要である

◆評価を実施する計測技術

- ・ 現状の点検に変わる**計測システムの開発**が重要である（安く、正確に、安全）
- ・ ひび割れの**将来予測（進展）**を行う必要がある
（地形・地質条件や周辺環境に応じたひび割れの挙動を確認）
→ **モデルトンネルにおける現状のひび割れ計測の実施が必要**

◆評価データの活用方法

- ・ 現場での**データベースの有効活用**が重要である
- ・ データの保存方法は、半永久的な**電子化**が望ましい
- ・ 現状のデータベースである**カルテ**を活用するのが望ましい

図 2-1 現状調査のまとめ

3 計測の実施

3-1 計測概要

本研究では、現状調査の結果を踏まえ、道路トンネルのひび割れに着目し、モデルトンネルにおけるひび割れの状況を調査（ひび割れデータの採取～挙動計測）し、原因の推定、メカニズムの把握、将来の予測（ひび割れの進行、他の損傷への発展）、効率的な維持管理を目指したデータベースの構築を実施するものである。

調査は、管内のMトンネルにおいて、短期計測（利用者被害を想定した計測）と長期計測（構造的な変状を想定した計測）に区分し、近接目視、画像取り込み計測、ひび割れ計測を実施した。

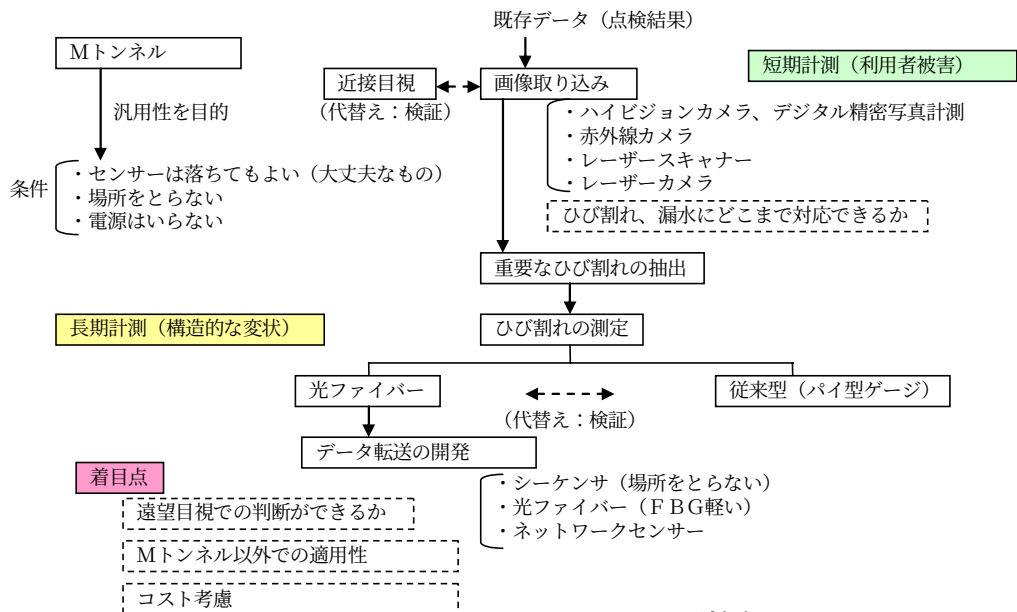
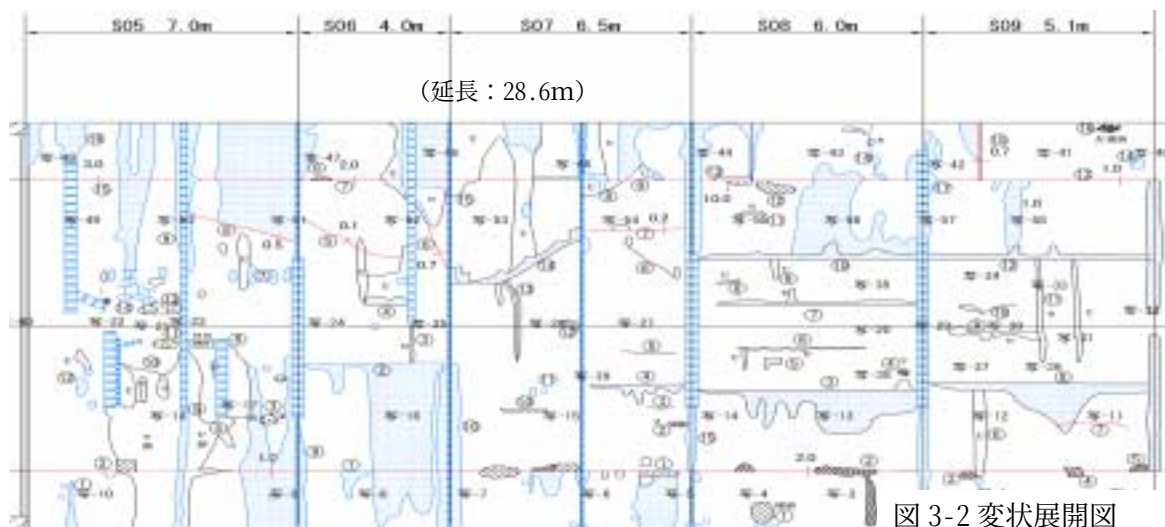


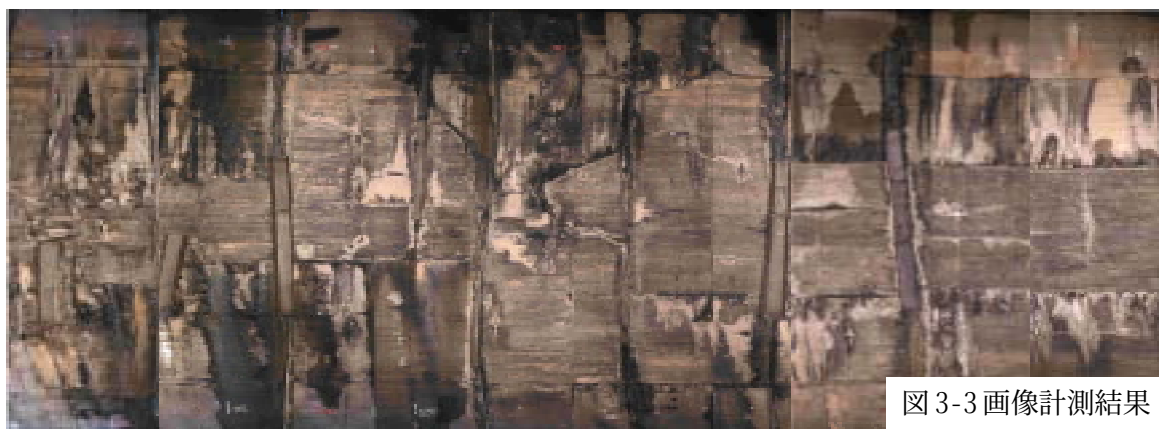
図 3-1 計測フロー

3-2 計測結果

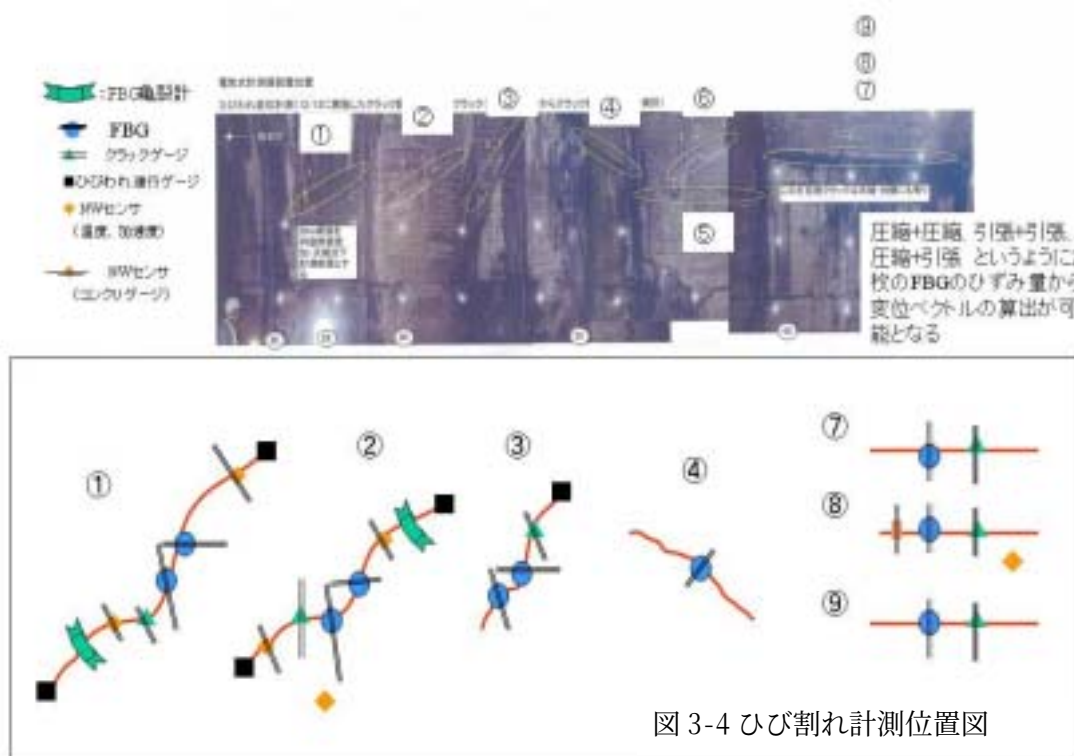
(1) 近接目視（トンネル点検と同様の方法による）



(2) 画像計測（高倍率ネットワークカメラによる撮影）



(3) ひび割れ計測（主要なひび割れ箇所の継続的な計測）



センサについては、2月上旬より設置を開始し、3月上旬に実施されたトンネルへの電源供給工事完了後、各計測装置の設置を3月上旬～中旬で行った。事前計測を3月中に行い、本格モニタリングについては、平成19年度より開始している。

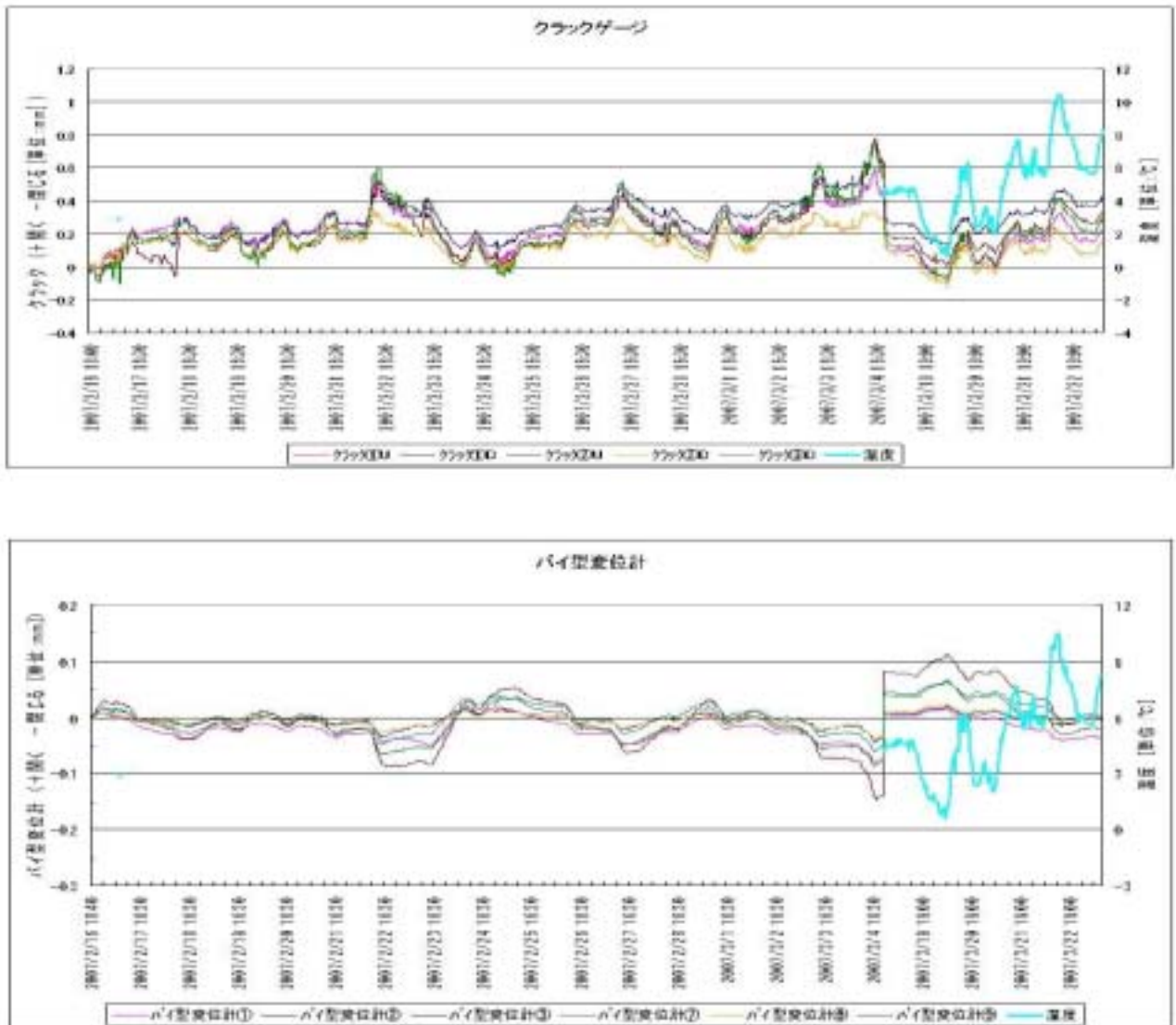
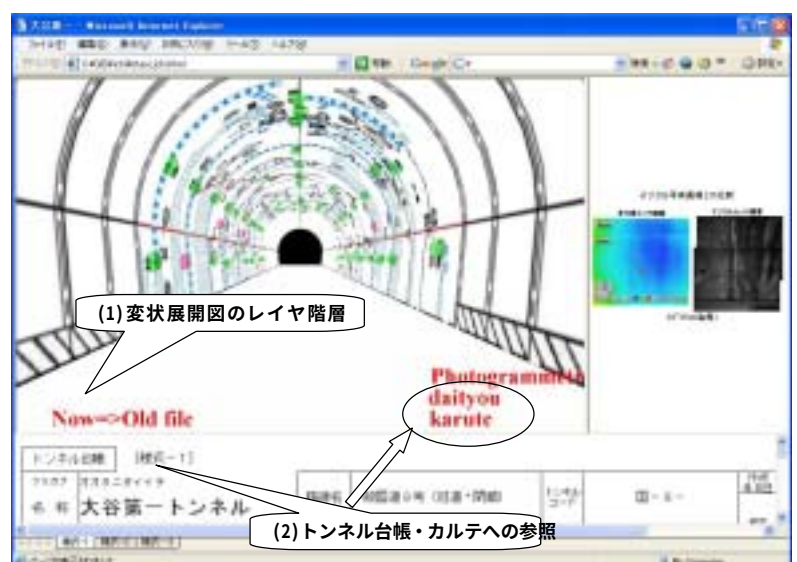


図 3-5 ひび割れ計測状況

4 3次元データベースの構築

図 4-1 に示すように、近接目視調査で得られた変状展開図を3次元可視化し、疑似体験できるような立体構造を構築することができる。同時に点検カルテや画像写真、赤外線カメラ等のデータもインポートしている。

図 4-1 既存展開図の表示



5 データマネジメントと評価手法

平成18年度では、変状のうち、特にひび割れに着目し、第3者影響と構造的変状に区分した上で、計測技術の活用により効率的、合理的にデータを収集し、その基づいて健全性評価をいかに行うかについて基本となる考え方を整理し、マネジメント手法の導入について検討した。

サービスレベルを3区分した健全性評価の考え方を表5-1に示す。

表5-1 サービスレベルに応じた維持管理法（案）

	サービスレベル 低		サービスレベル 中		サービスレベル 高	
	交通量小、劣化進行低、山間部（離島） （ミニマムメンテナンス）		交通量中、劣化進行中、中間地域 （国交省での標準的な手法）		交通量大、劣化進行高、都市部、 重要路線、災害道路、ネットワーク	
分類	第3者影響	構造的変状	第3者影響	構造的変状	第3者影響	構造的変状
日常点検	日常の巡回（低頻度）、通行者通報	日常の巡回（監視ポイント明示）	日常の巡回	日常の巡回	日常の巡回	日常の巡回
定期点検	一度は実施 必要に応じて実施（頻度5年以上）	一度は実施 必要に応じて監視ポイントのみ実施	2～5年に1回	2～5年に1回	1～5年に1回 （2年以内が標準） レーザースキャン実施	1～5年に1回 （2年以内が標準） レーザースキャン実施
標準調査	—	—	応急処置	点検に併せ実施	実施	実施
モニタリング	—	必要に応じ、監視ポイントのみ簡易計測（簡易ひび割れ計：目視観測）	定期点検で判定	簡易計測実施 必要に応じて右の計測実施	レーザースキャンで判定	内空変位、ひび割れ進展など構造耐力判定の計測
点検DB	点検要領の記録シートに記入、紙DB、2回目以降は追記	点検要領の記録シートに記入、紙DB、2回目以降は追記	点検要領の記録シートに記入、電子データベース化、体系表	点検要領の記録シートに記入、電子データベース化、体系表	壁面画像+GISによるデータ化、数量処理、変状分析	壁面画像+GISによるデータ化、数量処理、変状分析
変状原因	1回目定期点検後、専門技術者が判定	1回目定期点検後および必要に応じて専門技術者が判定	専門技術者	専門技術者 標準調査で判定	専門技術者 標準調査で判定	専門技術者 モニタリングによる構造解析により定量的に分析
点検定量化 健全度評価	レーティング	レーティング	レーティング +連続データ変換	レーティング +連続データ変換	レーティング +連続データ変換	性能照査型評価 →連続データ化
劣化予測	—	必要に応じて、専門技術者が点検、簡易計測結果を確認し、進行度を判定	上記連続データに基づき、残存耐用年数等による確定論的に予測	上記連続データ+簡易計測データに基づき、残存耐用年数等による確定論的に予測	上記連続データに基づき、不確実性を考慮した確率論的に健全度低下予測	同左 + モニタリングデータに基づき、時間依存性を考慮した構造解析的に予測
LCC最適化	—	必要に応じ	実施	実施	実施	実施
対策工等の意思決定	目地周辺の浮き・剥落、トンネル天端の縦断ひび割れ、ブロック状閉合ひび割れ、路面への漏水に対してのみ判定。目地部については、簡易で経済的な導水樋方式で必要な箇所は事前に対策。その後は点検結果に応じて判断。		LCC最適化により、点検頻度、対策工実施時期（対策工は想定）を選定、計画的投資を意思決定		LCC最適化により、点検頻度、対策工種別・実施時期を選定、計画的投資を意思決定	

6 今後の研究方針

今年度は、本プロジェクトの3年目となり一連の研究内容を取りまとめる必要がある。現在実施している計測を継続し、データ集積～分析により変状のメカニズムの把握、将来の予測（ひび割れの進行、他の損傷への発展）、効率的な維持管理を目指したデータベースの構築さらにはアセットマネジメント手法の確立を目指していくものである。本年度の研究項目を以下に示す。

項目	内容
望ましい点検・計測・データベースのあり方検討	モデルトンネルの計測データ蓄積に伴い、望ましい計測手法及びデータベース手法（3次元システム）を提案
簡易型性能評価手法	簡易な点検シートを基本として概略で健全度を評価できる手法を提案
性能照査型評価手法の検討	性能照査型評価法を取り入れ、計測結果による健全度を評価する手法を提案（構造的な変状に関する健全性の評価）
健全度低下手法の検討	実施の計測データを用いた、将来の健全性低下予測を行う手法を提案
実データを使ったモデル適用性の検討	実施の計測データを用いた、予測モデルの検証
アセットマネジメントシステムの構築	最終のアウトプットであるアセットマネジメントの構築を目指す

新都市社会技術融合創造研究会

積雪寒冷地における舗装の耐久性向上と
補修に関する研究プロジェクト

2007 年 7 月

1. 研究概要

道路舗装は、安全で快適な走行を行うために必要な表面的な路面性状などの機能と、長期にわたってサービスを提供するための構造的な耐久性が必要とされる。そのため、道路管理者は道路利用者に一定レベルのサービスを提供するために道路の維持管理が重要な課題となっている。しかし、道路ストックの増大・老朽化、限られた予算、道路利用者のニーズの高度化などさまざまな制約がある中で、道路構造物の効率的な維持管理が求められている。

さらに、積雪寒冷地では、冬季の除雪対策としての融雪（散水）により、小さなひび割れに水が入り、その水が凍りひび割れを成長させたり、ポットホールが発生原因のひとつとして想定することもできる。また、小さなポットホールの発生に関しても車両の通行に伴い成長しパンクや事故の原因となり管理瑕疵を問われることも想定される。

本研究では、積雪寒冷地の現状に即した舗装の維持管理手法の構築を目的として、補修工法・材料などの評価方法を検討するとともに、試験施工を行い、その効果や影響を確認するための社会実験の方法について検討を行う。その結果を踏まえて、道路舗装材料、舗装構造の耐久性の向上に対する基礎的な知見をとりまとめることを目的としている。

具体的には、まず、ミクロレベルの研究として、現在積雪寒冷地の冬季における舗装の維持管理上、大きな課題になっているポットホールに対する維持管理方策に関する研究を実施する。さらに、舗装補修の評価を目的として、試験舗装区間を設定し、民間業者より提案された積雪寒冷地に適応した補修工法・材料を用いて試験施工を行う。その箇所を定点観測するとともに、工法、材料の評価軸（耐久性、施工性、コスト、保存性など）の検討を行う。

さらに、マクロレベルの研究として、舗装材質、舗装構造、および舗装をとりまく社会的、環境的要因の関連関係について、データベースに基づいて照査し、ライフサイクル費用の低減に資するような、ポットホールを含めた舗装の維持管理政策について検討する。

これらの検討結果を用いて、舗装構造・材料・工法ごとの性能カルテ作成方法を検討し、社会実験の方法論の検討を行い、近畿地方整備局における社会実験の方法を確立する。また、日常的な維持管理を考慮したマネジメントシステムについて検討を試みる。

本研究では、国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所が管轄する道路を適用事例として、積雪寒冷地域における維持管理業務への適用を試みる。

2. 研究フロー

2.1 平成 18 年度の検討結果

本研究は 19 年度より 3 ヶ年で行うものとするが、18 年度においても、プレ試験施工、データ収集などを行った。

平成 18 年度では、国土交通省近畿地方整備

局豊岡河川国道事務所八鹿事務所が管轄する道路を適用事例として、擬似的なポットホールを作成し企業より提供を受けた常温合材を用いて補修を行った試験舗装区間（6 箇所：図 1 参照）と自然に発生したポットホール（5 箇所）

に対して、日常の維持管理の中で試験舗装区間に適用した常温合材を用いて補修を行い、経過をモニタリングした。

平成 18 年度は積雪量が少なく、施工条件の良い状態で施工され、プレートを用いて転圧した結果、試験舗装区間では剥離などは起きず、良好な状態で保たれるという結果が得られた。

さらに、文献調査により、ポットホールの発生原因は、交通荷重による繰り返し応力を受けて、雨水がアスファルトと骨材の間に徐々に浸入し、骨材が結合力を失い破壊することによる（図 2 参照）。つまり、骨材に交通荷重 P が作用すると、間隙水圧によりアスファルトが徐々にその上部より排出されるために発生するもので、欧米では Stripping, わが国では剥離と呼ばれている（図 3 参照）。

また、近畿地方整備局福井河川国道事務所小浜国道維持出張所管内の国道 27 号において、2006.04.01～2007.02.22 の間に蓄積された、ポットホールの発生と補修のデータベースのデータを用いて、ワイブルハザードモデルを適用し、常温合材の耐久性に関する推計を行った。小浜国道維持出張所管内の国道 27 号の概要を表 1 に示す。期間内に発生したポットホールは 340 件であり、119 件は常温合材で補修した箇所であり、再びポットホールが発生し、補修した箇所である。ポットホールが同一箇所でも複数回発生の有無と舗装種別（密粒度舗装、排水性舗装）を説明変数として常温合材の耐久性を解析した結果を表 2 に、常温合材の生存確率を図 4 に示す。

同一箇所でも複数回ポットホールが発生している箇所については、生存確率が低くなっている。これは、同一箇所でも複数回ポットホールが発生している箇所では、現状の常温合材と補修工法では対応が難しいと思われる。また、密粒度舗装と排水性舗装では排水性舗装の方が生

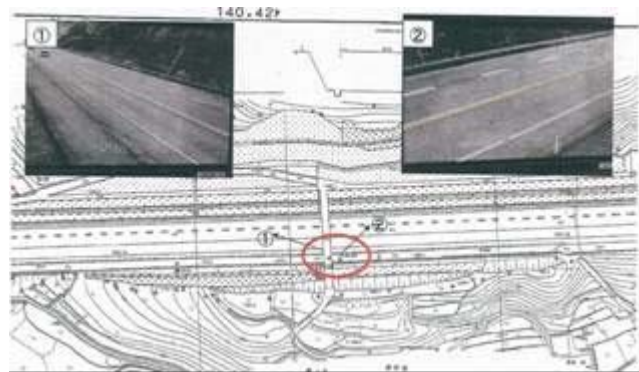


図 1 プレ試験施工場所の地図（関宮 1）

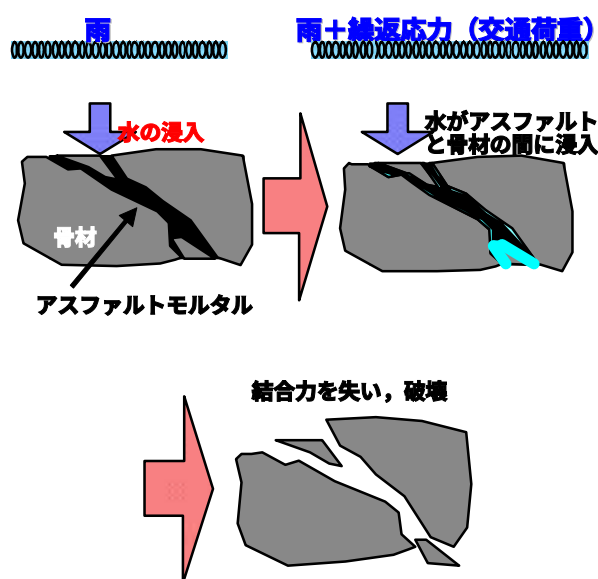


図 2 ポットホールの発生原因

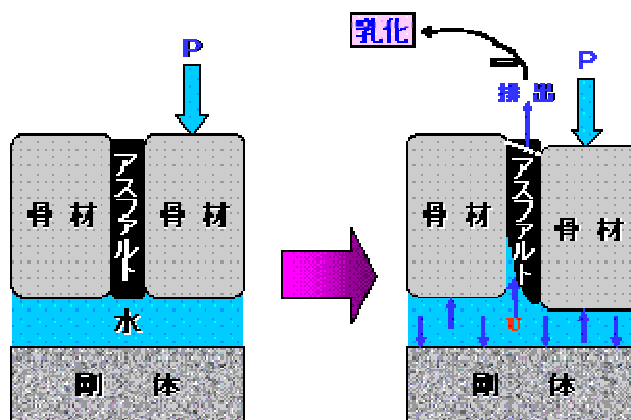


図 3 剥離のメカニズム

存確率が低くなっている。これは、排水性舗装でも、密粒度舗装で適用している常温合材で補修が行われており、排水性舗装にあった常温合材が適用されていないためだと思われる。

2.2 平成 19 年～平成 20 年度計画

平成 19～20 年度は評価、マネジメント、舗装構造の検討のために既存資料を用いた検討を行う。ポットホールなど日常的に発生する路面損傷に関する文献の調査や、クラックが成長してポットホールになるまでの定点観測からポットホールの発生メカニズムを整理する。また、補修履歴データ、既存の点検データを用いた舗装の劣化線算定、ライフサイクルコスト算出、データベース項目の整理などを行い、アセットマネジメントを構築するための基礎的な検討を行う。さらに、路面の損傷に対し日常的に対応しているデータの蓄積のため、試験舗装区間を選定し試験施工を実施する。その箇所を定点観測し、積雪寒冷地に適応した舗装構造、補修工法、舗装材料の効果について調査する。さらに、工法、舗装材料の評価軸（耐久性、施工性、コスト、保存性など）の検討を行う。また日常的な維持管理を考慮した、舗装のマネジメントシステムについて検討する。

平成 19 年度に関しては、18 年度に取得できたポットホールのデータが 11 件と少なかったこと、舗装に対して水がポットホールの発生に大きく寄与している状況から、寒冷な季節ではないが、雨量の多い梅雨時期においても、国土交通省近畿地方整備局豊岡河川国道事務所八鹿事務所管内（図 5 参照）において自然発生したポットホールに対して、企業より提供された常温合材（常温合材の適用条件により冬季の常温合材とは異なる場合もある）を用いて補修を行い、常温合材の耐久性に関して試験を行っている。

表 1 福井河川国道（27 号）の概要

路線概要	延長 [km]	ポットホール 発生件数 [件]	混雑時平均 旅行速度 [km/h]	平日 24 時間 大型自動車 交通量[台]
	54.9	340	46.5	5,098
ポット ホール 発生箇 所の概 要	常温合材の 平均寿命 [日]	最新補修か らの経過年 数[年]	舗装種別 [箇所]	大型車交通 量区分 [箇所]
	40.7	7.8	密粒 : 191 排水性 : 149	D 交通 : 296 C 交通 : 44
	地域区分	地域区分 [箇所]		
	雪寒地域	市街地 : 168 平地 : 150 山地 : 22		

表 2 常温合材の耐久性に関する推計結果

	β_1 定数	β_2 ポットホール 複数発生	β_3 舗装種別	m
最尤推定値	0.113	0.106	-0.0614	0.569
t-値	5.82	4.59	-3.69	18.23
対数尤度 尤度比	-970.7 0.813			

ポットホール複数発生：あり、なし
舗装種別：密粒度舗装、排水性舗装

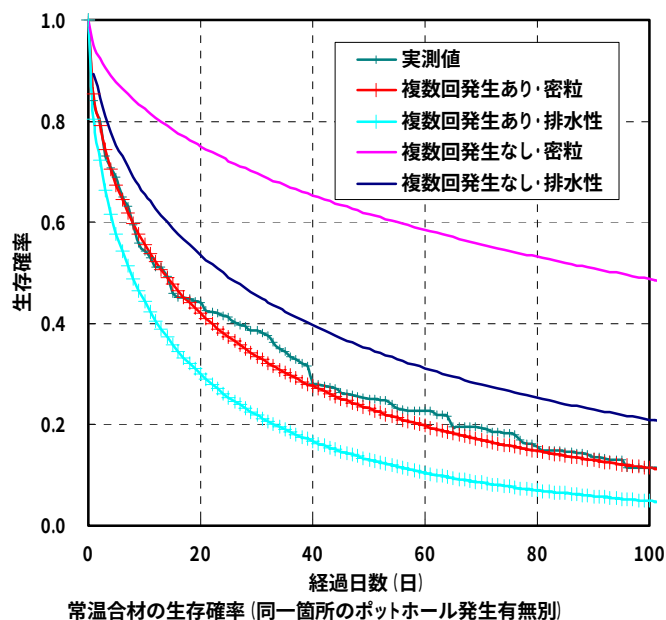


図 4 常温合材の生存確率

さらに、一方、将来における性能評価の実施の可能性を考慮し、ラベリング試験等による耐久性評価の相関を考えている。

この試験は、積雪寒冷地におけるチェーン走行による舗装の耐久性を模擬した試験で、ステップⅠとしてラジアルタイヤ走行を10,000回、ステップⅡとしてスパイクチェーン走行を20,000回の負荷をかけることができる。(図6参照)

試験体数は、同時に12体が可能であるが、供試体の種類が異なる場合等は、供試体間の影響を防ぐために、供試体間に1枚のコンクリート製のダミー供試体を入れるため、同時に6種類の常温アスファルト混合物の評価が可能であるが、今年度行う試験では、アスファルト系、レジン系、セメント系の常温合材を試験することから、アスファルト系の間にセメント系の材料を入れるなど、8種類の常温合材を用いて同時に試験することとした。ラベリング試験については現在、試験方法の検討を行い試験を行う準備をしているところである。

2.3 平成21年度計画

平成21年度は、舗装構造・補修工法・舗装材料に関する性能評価から性能カルテ作成方法、アセットマネジメントシステムの構築として計画的な維持管理を行うためにライフサイクルコストの分析より必要な予算について検討を行う。さらに、本研究で行った社会実験をもとに、舗装設計・管理手法の見直しを検討して、近畿地方整備局におけるこれらの社会実験の方法について基準を検討する。



図5 ポットホール調査対象区間 (H19 梅雨時期)



図6 ラベリング試験

平成 19 年 7 月 31 日
京都大学工学研究科
都市社会工学専攻

平成 19 年度
ITS を活用した道路交通ネットワークの調査・評価手法に関する研究
研究計画

(1)プローブカーデータを活用した交通行動調査と道路整備効果計測への適用

平成 18 年度成果：

平成 18 年度においては、新都市社会技術融合創造研究会の枠組みにて実施された先行研究の成果を踏まえつつ、道路ネットワークのサービス水準をマクロに分析・評価するための方法論の構築を目指している。先行研究においては、近畿地方整備局にて収集・蓄積されているバスプローブデータを活用して、ある経路や道路区間の所要時間分布を抽出するための方法を構築してきた。この所要時間分布は、道路ネットワークを所要時間の安定性（信頼性）の観点から評価するために、必要不可欠なものである。

平成 18 年度は、上述のバスプローブデータを利用した、所要時間信頼性評価手法を総括するとともに、サービスレベルの評価手法を検証する際のケーススタディ実施エリアの選定に向けて検討を行った。また一つのケーススタディとして、バスプローブデータにアメダスデータを追加し、道路ネットワークのサービスレベルに天候および時間帯が及ぼす影響について分析を試みた。ケーススタディの結果より、分析対象ネットワークの一部経路、とりわけ、京阪枚方市駅に向かう経路のサービスレベルが、雨天時に低下する傾向にあること、ならびに、ネットワーク全体として夜間時間帯のサービスレベルが相対的に低くなる傾向にあることが示された。

平成 19 年度研究予定：

18 年度の成果をふまえ、19 年度は道路ネットワークのサービスレベルの評価分析に有用と考えられるデータの種類（例えば、道路交通センサスデータ、アメダスデータ、VICS データ等）と、その利用可能性について検討するとともに、これらのデータを統合的に利用した道路ネットワークのマクロ分析・評価手法について検討を行うこととする。

(2) 物流事業者を対象とした集配送費用の安定性評価指標に関する検討

平成 18 年度成果：

所要時間信頼性の向上が配車配送計画に及ぼす影響を検討するために、神戸市臨海部を対象に道路ネットワークと所要時間分布を作成し、ケーススタディを行った。本研究では、プローブデータより求めた所要時間分布の平均値と標準偏差の関係を用いて所要時間分布を作成した。

ケーススタディの結果の考察から、道路整備によって所要時間信頼性が向上すると物流企業の物流コストが削減可能であることが確認された。その場合でも、使用トラック台数・出発時刻等は複雑に変化するため、さらに詳細な検討が必要であることが分かった。また詳細な所要時間情報が取得できない場合でも、確率論的配車配送計画を用いることで物流コストの増加を最小限に抑えられることが確認された。

平成 19 年度研究予定：

18 年度の成果をふまえ、19 年度は都市内道路ネットワークの所要時間信頼性に関し、物流に関する安定性を表現可能な新たな指標の構築を目指し、検討を行うこととする。

具体的には任意のルートが与えられたときに、そのルートの旅行時間変動リスクを対象道路ネットワーク全体の旅行時間変動リスクの比で表すことを目標とする。このような指標を考慮することで、ルートを通してのリスクが小さくなる経路選択を行うことが可能となり、18 年度の研究で用いた確率論的配車配送計画において、更にコスト削減を行うことが出来る可能性がある。また 18 年度実施したマクロ分析評価指標に対しても分析対象としたリンク・ルートのネットワーク全体における位置づけを評価可能となることが期待される。この新たな評価指標構築にあたり、VICS データ・プローブデータ・走りやすさマップ作成時のデータ等が利用可能であるか検討が必要となる。

平成 19 年度研究計画

ITS を活用したまちづくりのための交通マネジメントに関する研究

1. 研究テーマ 1：ITS を活用した大型車マネジメントシステムに関する研究

近年貨物車等の大型車の都市内交通全体に与える影響が指摘される状況を受け、本研究では交通観測システムを構築することで大型車を考慮した交通シミュレーション (LEGATO) を高度化し、以て大型車マネジメント施策の評価手法の確立を目指す。

2. 研究項目

- 大型車を考慮した交通流シミュレーション (LEGATO) は、車間モデルにより交通流を表現するシミュレーションモデルである。そこで LEGATO を用いて都市内交通を表現するための車間モデルを構築する。
- 車間モデルの構築に当たり、車間データの収集が必要である。既存の ITV 画像より車間データを取得するシステムを開発しデータ取得を行う。
- 構築した都市内交通流を表現する車間モデルを組み込んだ LEGATO を用いて、大型車マネジメント施策の評価を行い、評価手法の確立を目指す。

3. 研究体制と研究スケジュール

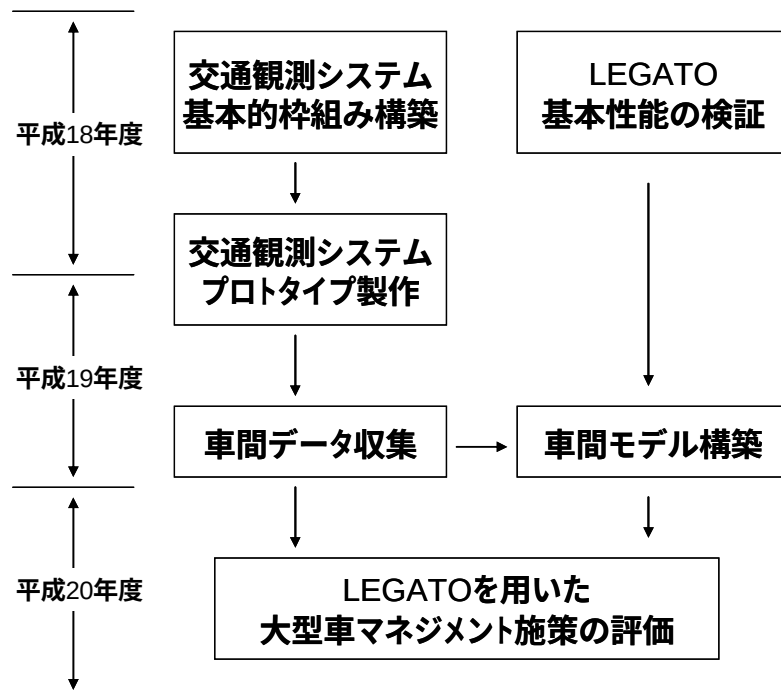
大型車マネジメント研究グループによる研究スケジュールは以下の通りである。

研究体制

学: 京都大学大学院工学研究科 都市社会工学専攻 都市基盤システム工学研究室

官: 近畿地方整備局

産: (株) データプレイス



4.平成 18 年度研究成果

平成 18 年度において、主に下記の項目について研究を行った。

- (1)車間データ収集・交通観測システムの基本的枠組み構築：一般道路における交通流観測を行い、車間データ収集における労力、難点について検討を行った
- (2)交通シミュレーション(LEGATO)の基本性能の検証：阪神高速道路ベンチマークデータセットを用い、交通流シミュレータ LEGATO の性能について検証を行った

5.平成 19 年度研究計画

平成 19 年度には、研究スケジュールのうち、下記項目について研究を行う。

- (1)車間データ収集・交通観測システムプロトタイプ製作：官、産による交通観測システムの構築に基づき車間データ収集の準備および検討を行う。
- (2)交通シミュレーション(LEGATO)の一般道路への適用：平行して交通シミュレーション(LEGATO)の一般道路への適用のため改良および検証を行う。一般道路適用への改良、一般道路ネットワーク構築について検討する。

1. 研究テーマ2：ITSを活用した道路空間リアロケーション技術に関する研究

環境負荷の低減や、賑わいのある都市の構築に向けて、都心の歩行空間の拡大やトラジットモール化などの施策が多く都市で検討されている。また、L R Tなどの新しい交通システムの導入を検討している都市も少なくない。

しかしながら、限られた道路空間において、歩行空間を拡大したり、公共交通導入空間を確保したりするためには、荷捌き車両・バス・タクシー・緊急自動車など地域にとって必要不可欠な車両への対応などで克服すべき課題は多いのが現状であり、実際にはほとんど実現に至っていない。

そこで、本研究では、歩行空間の拡大や公共交通導入空間の創出を念頭において、限られた都心の道路空間をリアロケート（再配分）するために必要な技術開発を行う。

2 研究項目

①道路空間リアロケーションの必要性と技術課題の整理

道路空間のリアロケーションに対するニーズの把握や、実現のための課題を整理する。

②道路空間の時間的配分技術

時間を区切って荷捌き空間と歩行者空間を共存させる技術の研究。自動昇降式ボラード（ライジングボラード）・昇降式ゲートやその周辺のセンサー技術などの要素技術と、許可車両の認証や操作のためのI T S技術の融合。

③道路空間の効率的利用のための技術

バス運行管理システムによるノンバスベイ化技術や、路外タクシー待機スペースの活用等によるノンタクシーベイシステムなど、公共交通空間をコンパクトにするオペレーション技術や、コミュニティキャリーシステムとして低床ライトレールを活用した物流システムなど荷捌き時間帯以外の時間における共同物流システムの構築。

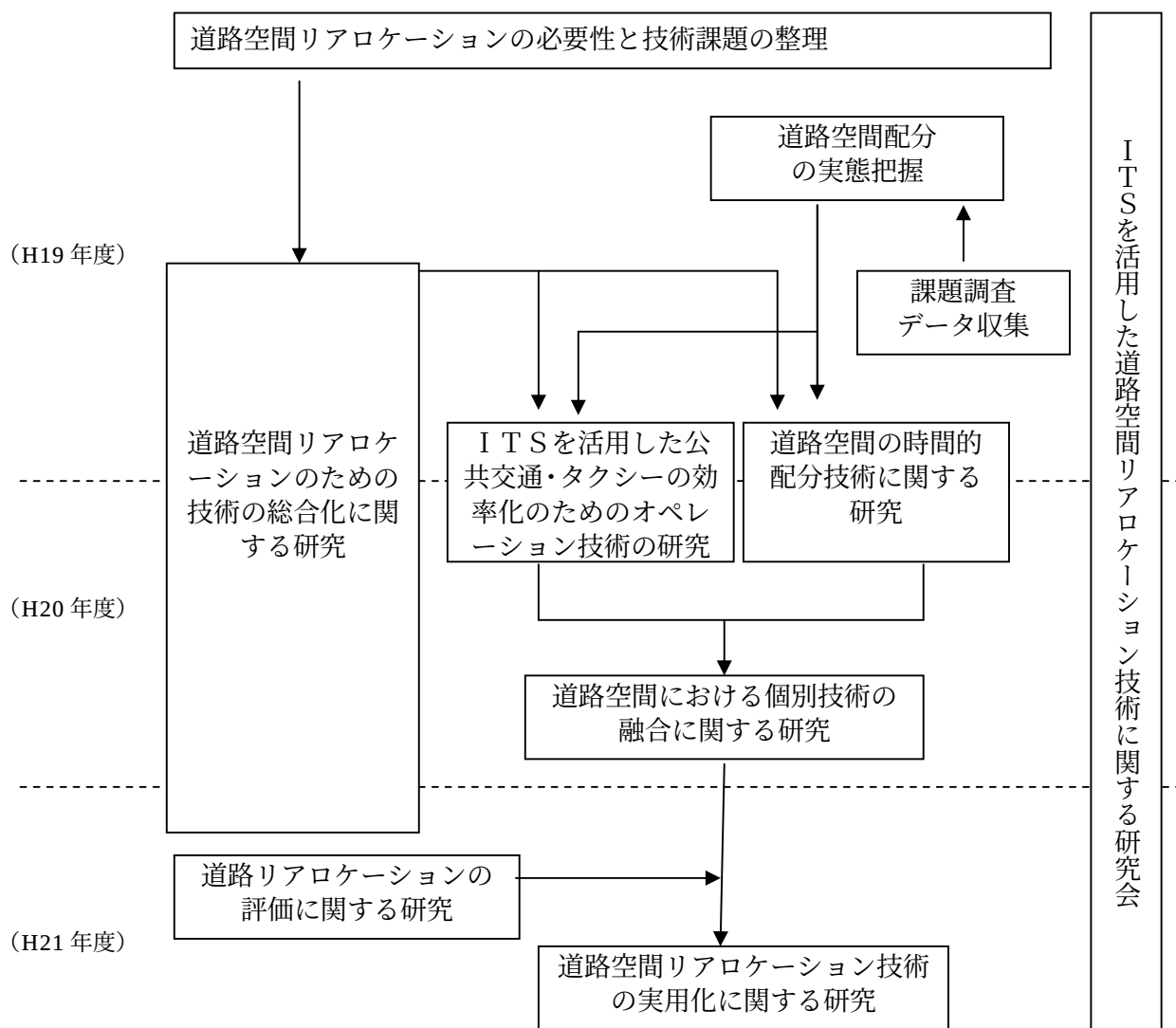
④道路空間の魅力向上技術

要素技術と融合させて道路空間の魅力を向上させる道路デザイン。舗装材料など歩行空間の快適化のための技術、歩行空間内のソフトデザイン区画などの提案。

⑤成果の実用化に関する研究

具体路線（対象：京都市都心部の幹線道路）において、歩道の拡幅および週末等の歩行者化を念頭においた実用化の研究。それぞれの個別技術と、それらの総合的な技術システムによって、限られた道路空間の最適配分を示す

3 研究スケジュールと研究体制



平成 19 年 7 月 31 日

「排水性舗装混合物のリサイクル技術の研究」プロジェクト活動報告

1. 活動状況

継続（3 年目）

2. 現段階での研究状況

（1）研究目的

高粘度改質アスファルトをバインダーとする排水性舗装混合物の骨材を繰返し使用するリサイクル技術を確立する。

（現在試行されている技術では、再生骨材を新しい骨材に 20～50%混入して使用するだけであるが、本プロジェクトでは、再生骨材を 100%使用するリサイクル技術を確立したい。）

（2）プロジェクトメンバー

山田優(大阪市立大学名誉教授)、佐野正典(近畿大学教授)、東亜道路工業(株)、奥村組土木興業(株)、(株)NIPPO コーポレーション、大林道路(株)、(株)コマツ、近畿地方整備局道路部道路管理課、同近畿技術事務所、同兵庫国道事務所

（3）研究会の開催状況

これまで全メンバーが集まる研究会を 19 回実施した。

（4）研究の進捗状況

これまで、(仮称)加熱式と(仮称)摩砕式の 2 つの方式により既設の排水性舗装から骨材を分離再生し、粗骨材の 100%を再生骨材にして排水性舗装用混合物を製造する新しいリサイクル技術を開発してきた。昨年度、その実用性を検証すべく、国道 43 号において試験施工を実施するとともに、骨材の分離再生時の副産物を利用した防草舗装の試験施工ならびに砕石マスチック舗装（SMA）の実験室での検討も行った。

（5）研究成果の公表

平成 17-18 年度 2 年間の成果を、平成 19 年 11 月開催の日本道路会議において、次の 7 題の論文により発表する。

- 1) 既設アスファルトプラントを活用した排水性舗装発生材のリサイクル技術について
- 2) 摩砕機による排水性舗装発生材からの骨材回収
- 3) 排水性舗装発生材からのリサイクル粗骨材のアスファルト付着量について
- 4) 排水性舗装発生材の再生利用～再生排水性舗装の試験舗装～
- 5) 排水性舗装から回収した再生骨材を用いた試験施工の追跡調査結果
- 6) 排水性舗装からのリサイクル細粒材の防草舗装への適用
- 7) 排水性舗装発生材からのリサイクル細粒材の SMA への検討

3. 今年度の活動方針

次のことを行った後、最終報告書をまとめる。

- 1) 試験施工結果の追跡調査を継続して実施する。
- 2) 排水性舗装混合物から回収した再生骨材とそれを用いたアスファルト混合物の評価・管理方法案を作成する。

「新都市社会技術融合創造研究会」

鋼橋の疲労亀裂進展シミュレーション手法の開発とその維持管理への応用

平成19年度 活動計画書（案）

1. 研究テーマ

鋼橋の疲労亀裂進展シミュレーション手法の開発とその維持管理への応用

2. 研究目的

経年した鋼橋に発生する疲労亀裂を対象として、その発生および進展挙動を精度よく予測できる解析手法およびプログラムを開発することで、疲労亀裂を生じた鋼橋の補修・補強および点検等の維持管理の合理化に役立てることを目的とする。

3. 研究概要

鋼床版に生じる疲労亀裂のうち、特に数の多い縦リブと横リブの交差部から発生して横リブを進展する疲労亀裂を対象とし、その発生および進展挙動を精度よく予測できる解析手法を、亀裂進展則に Paris 則を用いて構築する。さらに、亀裂進展に対して有利な拡張有限要素法（X-FEM）を用いたプログラムの開発を行い、その妥当性を実験および実橋における疲労亀裂進展状況との比較・検討により検証する。

4. 活動計画

本研究の活動は以下の3ステップから構成される

- ・ステップ1：実橋計測（近畿地方整備局、日本橋梁建設協会）

大阪国道事務所管内の重交通路線に位置するA橋を対象とし、動ひずみ計を用いてバルブリブと横リブの交差部の応力を72時間連続計測し、同時に交通車輛のビデオ撮影を行う。計測結果等により、交差部各部の応力分布と載荷位置の関係の把握および疲労寿命の推定を行う。

なお、実橋計測は平成19年8月下旬頃に実施予定である。

- ・ステップ2：FEM解析（京都大学）

A橋のFEM解析を行い、実橋各部の応力・変形挙動を推定する。さらに、X-FEMにより実橋の境界条件を考慮した亀裂進展解析を行う。

- ・ステップ3：模型実験（関西大学）

着目部位の実物大部分模型（2主桁1横リブモデル）を製作し、静的載荷試験によって縦リブと横リブの交差部各部の応力分布を計測して実橋計測結果およびFEM解析結果と比較する。さらに疲労試験を行い、疲労亀裂の発生・進展挙動をX-FEM解析結果と比較する。

5. 活動体制

産 （社）日本橋梁建設協会

学 関西大学環境都市工学部都市システム工学科 教授 坂野昌弘（プロジェクトリーダー）

京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻 准教授 宇都宮智昭

官 国土交通省 近畿地方整備局

道路部道路管理課、大阪国道事務所、近畿技術事務所、海洋架橋・橋梁調査会

以上

景観性に優れたアーチカルバートを用いた盛土構造に関する研究

新都市社会技術融合創造

2007, 7, 31

活動状況

- 安定性に関する検討.
- 設計・施工規範の構築.
- 実プロジェクトを想定したシミュレーション設計.
- メンテナンスマニュアルの構築.
- 設立 (平成18年度後半) より設立準備会を含む5回のプロジェクト会議を開催.

安定性に関する検討 設計・施工規範の構築

- プレキャストアーチカルバート工法の現状について議論を行う。
- 多ユニットプレキャストアーチカルバートを含む盛土構造 (有明沿岸自動車道)
地盤改良範囲→コスト削減
インバートタイプ→不同沈下の防止
- プレキャストアーチカルバートの不具合事例→整理は出来ているが、議論は行っていない。

→次回以降

- 多ユニット多連式プレキャストアーチカルバートを含む盛土構造の設計指針の作成を開始する。

実プロジェクトを想定した シミュレーション設計：A地点

- 盛土高さ：現況地盤より2.5 m
 - 超軟弱地盤→沈下は許容されない
 - 多ユニット3連式プレキャストアーチカルバートで検討
開放感がある (壁面解放率22%)、地域分断がない。上載荷土量を軽減でき、地盤改良対策が軽微 (コストの計算には反映できず)、工期の短縮 (盛土工の半分)
 - 本区間は、橋梁の必要はない。
 - 盛土に比べ、2倍の工費となる。⇒改良工の軽減や工期の短縮は反映できず。
- ⇒課題：軟弱地盤への対応、地盤改良とその範囲、今回の地点だけの問題ではなく、今後検討を続ける予定である (実験or解析)。

実プロジェクトを想定した シミュレーション設計：その他地点

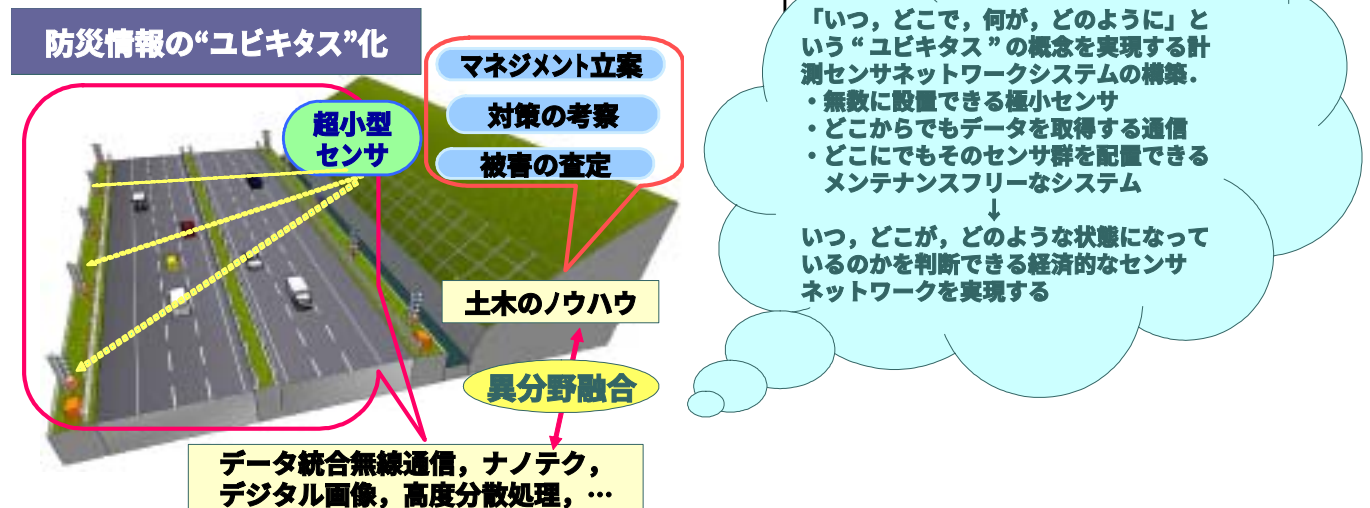
- B地点：地元から盛土は難色．連続アーチの検討を行う予定．
- C地点：地元から橋梁との要望．検討を取りやめる．
- D地点：深層混合処理により地盤改良の必要
⇒橋梁とコストの比較が必要．

「新都市社会技術融合創造研究会」

道路防災モニタリングネットワークシステムの構築に関する研究

研究成果報告書（2007. 6月まで）

1. 研究の目標



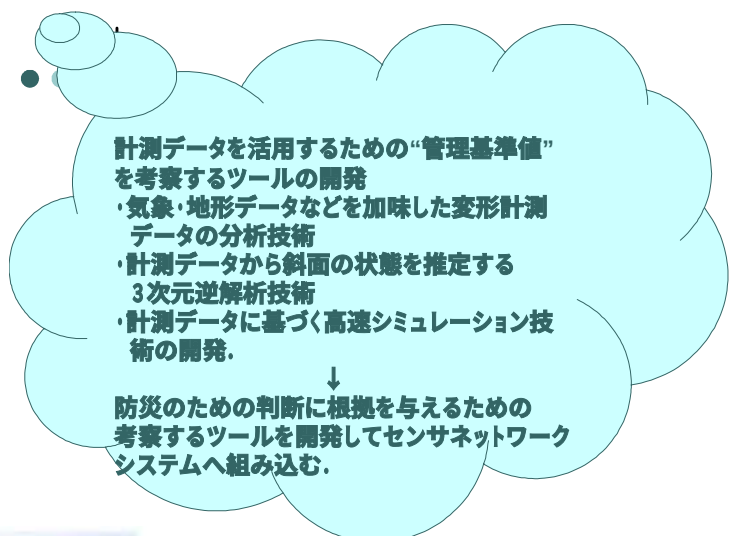
2. 研究の成果

- ・本年度の目標

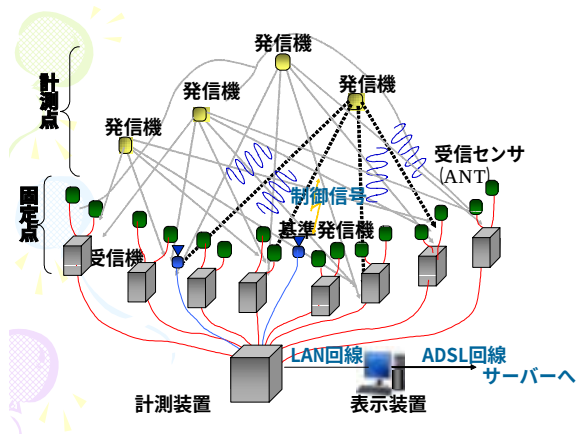
ユビキタスセンサの開発

高知県の橋脚の施工現場にてセンサを設置。

現在、遠隔リアルタイムモニタリングを実施中

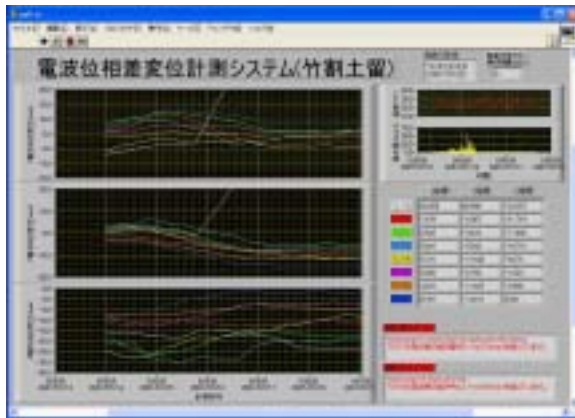


- ・ 図における“ TGT ”は発信機を示す.この発信機から設置した箇所の3次元の変位データがリアルタイムで送信される。
- ・ 発信機：大きさ 100mm□
乾電池駆動（1年間）



・計測原理：変位を計測する必要がある箇所に電波発信機を設置し、周囲に受信機を配置する。発信機からは周波数 2.45GHz の電波が発信され、受信機が受信した電波の位相差から発信機の 3 次元座標 (X,Y,Z) を算出する。計測点の発信機は計測装置の制御信号により任意の時間（現在は 15 分間隔）で、自動的に計測電波を発信する双方向通信手段である。計測データは LAN 回線および ADSL 公衆回線を介して京都大学内に設置されたサーバーに転送され、web 上にて閲覧できる。

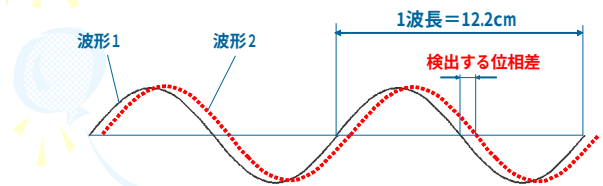
・観測画面例



変位計測原理

周波数2.45GHzの電波の位相差を観測して変位を測る。

$$\text{波長} = \frac{\text{光速}}{\text{周波数}} = \frac{30\text{万 km/s}}{2.45\text{GHz}} = 12.2\text{cm}$$



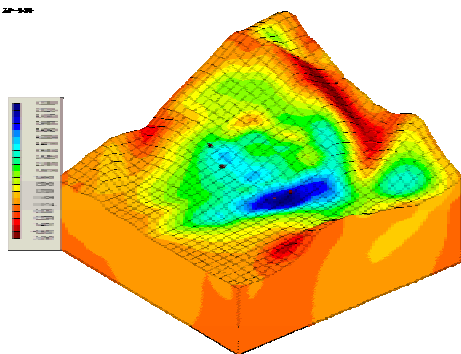
$$\text{位相差 } 1^\circ = \frac{\text{波長 } 12.2\text{cm}}{360^\circ} = 0.34\text{mm}$$

ミリメートル・オーダーの変位計測を実現

3. 今後の計画

ユビキタスセンサの近畿管内への展開：紀ノ川ダム統合管理事務所との共同開発

・解析によるせん断ひずみ分布の算出および時系列解析による将来動向予想



4. 体制

- 国土交通省 近畿地方整備局
紀南河川国道事務所
兵庫国道事務所
近畿技術事務所

- 学：京大大学院工学研究科都市環境工学専攻
ジオフロント環境工学講座
- 産：株式会社地層科学研究所（幹事）を中心に
再構築検討中