

構造物技術に関する最近の研究開発

構造物技術研究部
部長 小西 真治

1. はじめに

鉄道総研では構造物技術研究部を中心に、鉄道構造物の設計や維持管理の実務に活用できる研究開発を進めている。「技術基準整備」、「構造物の維持管理に係わる研究開発」、「建設費削減に係わる研究開発」および「耐震設計・耐震診断に係わる研究開発」を研究の柱とし、また、列車による地盤振動、構造物騒音などの「環境に係わる研究開発」にも力を注いでいる¹⁾(図1)。

ここでは、鉄道総研における構造物技術に関する最近の研究開発の概要を紹介する。

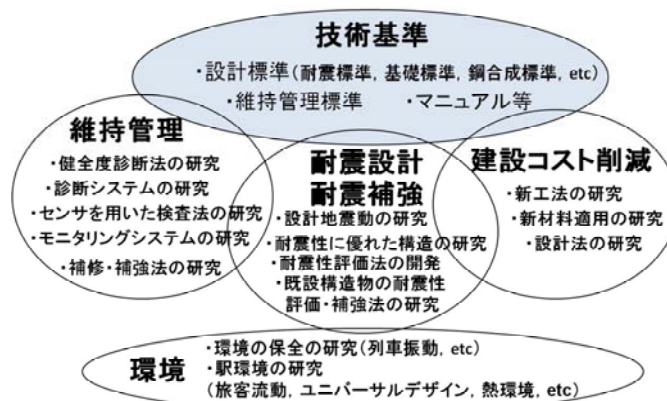


図1 構造物分野の研究開発

2. 技術基準の整備

平成19年度は、鋼・複合標準(改訂)の通達、制定に備えて、図書の作成を行っている。また、基礎・抗土圧標準(改訂)の最終原稿作成、耐震標準(改訂)の検討も行っている。さらに、具体的な数値や例を記載した設計ツールの作成を行っている。平成20年度も、これらの活動を進めるとともに、今後の技術基準整備の方向性を検討する予定である。

鋼・合成構造設計標準および基礎・抗土圧構造設計標準の改訂では、性能照査型設計法への移行や合理的な照査法の検討とともに、新技術の導入として、高性能材料(Ni系高耐候性鋼、橋梁用高性能鋼厚板)、連続合成桁、免震支承の適用、シートパイル基礎、回転杭、機械式鋼管継手の適用の検討等を行っている。

耐震標準の改訂では、近年の地震観測実績や被害事例を踏まえ、設計地震動の検討や応答値の算定、照査法の見直しを行っている。また、実務に対応した適合見なし規定を検討している。

3. 維持管理に係わる研究開発

鉄道構造物は、経年が百年を超えるものもあり、様々な年代の構造形式、すなわち、旧式の構造物から最新の構造形式まで存在する、また、その種類も盛土、トンネル、擁壁、橋梁、高架橋と多岐にわたるため、維持管理について幅広い対応が必要である。また、経年が50年を超えるような保守量が多くなると思われる鉄道構造物が増えているが、維持管理方法に事業者間で若干のばらつきも見られた。このような背景のもと、昨年度維持管理標準が制定され、全ての鉄道事

業者が同じ体系で維持管理をすることになった。これに伴い、適確で効率的な維持管理手法が以前にも増して求められている。そこで、健全度診断等の維持管理業務の支援システム、健全度診断法、モニタリングシステム、効果的な補修・補強工法などの開発を進めている。特に、「自動車等の衝突により変形が生じた鋼桁の健全度評価法」や14の鉄道事業者との共同開発による「構造物管理支援システム」等、間違いやばらつきを無くし、迅速に判断が出来る健全度評価が欲しいといった鉄道事業者のニーズに合わせた研究開発を進めている。

モニタリングシステムの開発²⁾では、IT技術を活用した構造物のヘルスマニタリングシステム(図2)を鉄道総研全体で開発中である。最近開発されつつある様々な新しいセンサと情報を伝達する情報管理技術を組み合わせて、構造物自身から損傷等の状態のデータが申告されてくるシステムで、維持管理に係わる研究開発の新しい方向と考えている。また、地下鉄トンネルのワイヤレスセンサネットワークについてケンブリッジ大学と共同研究も実施している。

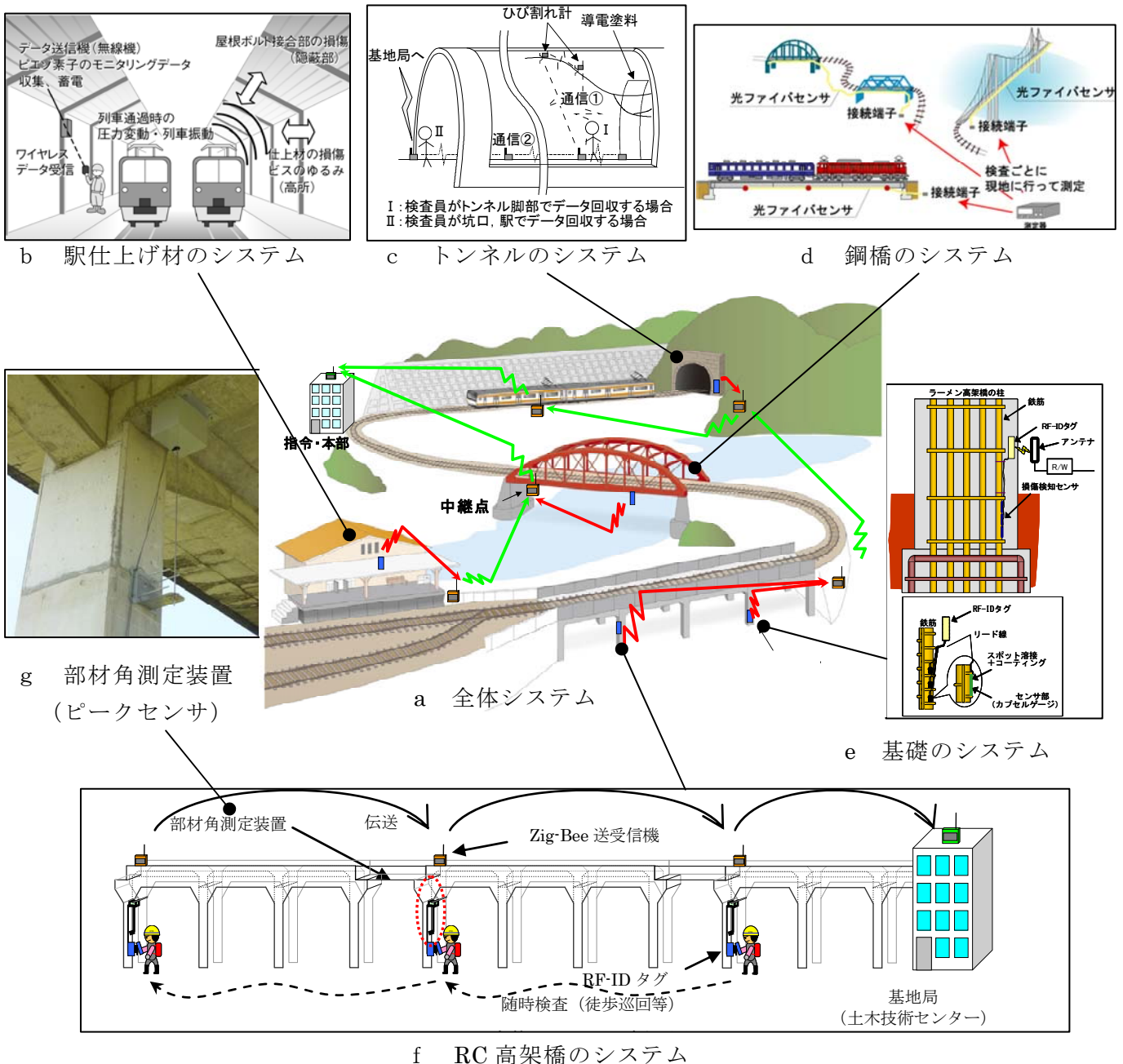


図2 構造物のヘルスマニタリングシステム

4. 建設コストの削減に係わる研究開発

近年、耐震性能に対する要求性能が高まるなど建設コストの上昇につながる要因や海外に比べて高いといった指摘もあり、更なる建設コスト削減が求められている。鉄道における限られた資金を考えると、建設コストの削減による鉄道事業者等のメリットは大きく、そのための地道な研究開発を行っている。最近では、耐震設計による部材の増大に対する対策としての「ケーソン基礎頂版の合理的設計法の開発」、経済的で性能の高い材料としてセメント改良礫土に着目した「土構造物や地盤改良工法へのセメント改良礫土の適用」や、シートパイル基礎、合成、高架橋杭の開発等の実績がある。今後は、これらの技術を新設構造物のみならず、古くなった構造物のリニューアルにも活かして行く研究開発が必要と考えている。

5. 耐震設計・耐震補強に係わる研究開発

耐震の分野では、地震動の研究、耐震性能に優れた構造の研究、耐震性評価法の研究、既設構造物の耐震評価・補強の研究等を行っている。

鉄道システムは、構造物、軌道、電力設備、信号設備、列車などから構成されている。しかし、これまでの耐震設計および耐震補強は、それぞれ別個に評価・対策が行われてきた経緯がある。そこで、その評価を適切に行うことで鉄道施設の地震時挙動を共通の土俵で評価し、どのような順序でどのような対策を施すべきかを、投資効果などの観点も含めて総合的に判断するための方法論の構築を行っている(図3)。具体的には、①鉄道施設の耐震性評価に用いる地震動の共通化、②鉄道施設間の相互作用を考慮した挙動評価法、③線路方向に連続する構造物群の挙動評価法(図4)、④鉄道土木施設の耐震対策および補強法(図5)、⑤有道床軌道の耐震対策、⑥列車走行性および鉄道付帯設備に対する耐震対策、⑦鉄道施設の投資効果に基づく耐震対策、等の研究を鉄道総研全体で行っている。

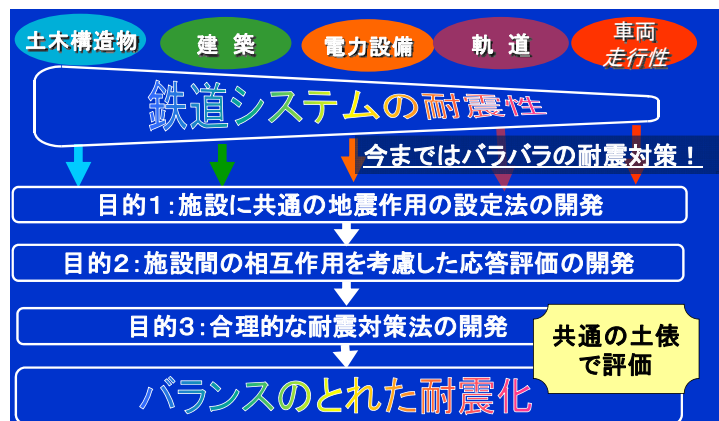


図3 鉄道システムの耐震性向上

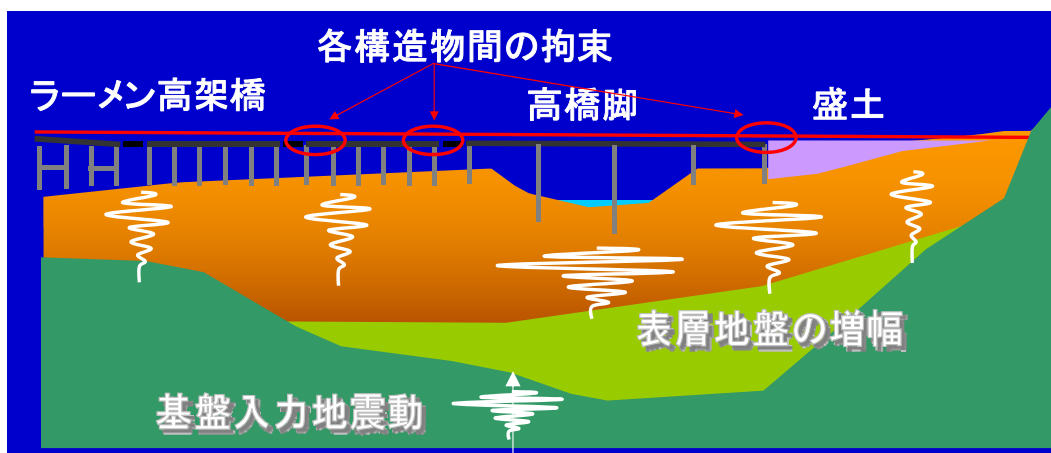
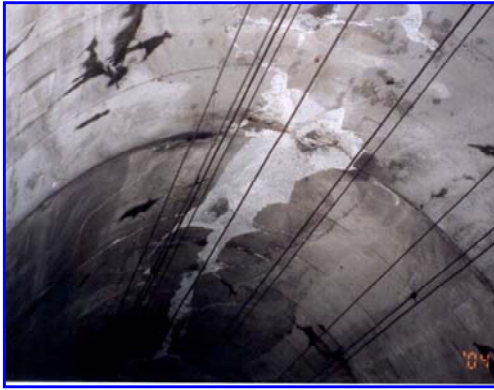
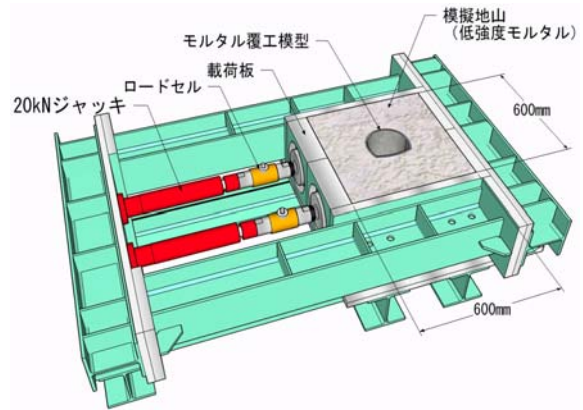


図4 線路方向に連続する構造物群の挙動評価法の開発



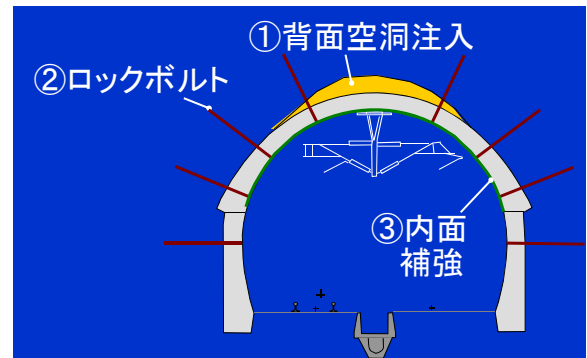
a 地震によるトンネル覆工コンクリートの圧壊



b 地盤変位を模擬したトンネル模型実験

6. 環境対策に係わる研究開発

環境分野では、列車走行に伴って地盤やトンネルから発生する列車振動の予測と対策等の環境保全に関する研究を進めている。また、駅の、旅客流動、ユニバーサルデザイン、熱環境等、快適性に関する研究も精力的に進めている。最近の実績としては、「開床式鋼橋の音源寄与度解析と対策」や「駅空間の音環境評価」等の研究開発がある。



c 既設トンネル用の対策

図5 鉄道土木施設の耐震対策および補強法の研究（トンネルの例）

7. おわりに

鉄道総研では、研究の充実を図るため、先月駅シミュレータの使用を開始した（図6）、また、現在大型振動台（平成20年秋から使用予定）を建設している。耐震に関する様々な研究での活用および成果についてもご期待願いたい。

構造物に係わる技術開発はこれまで多くの実績を上げてきたが、取り組むべき課題は多く残されている。今後も鉄道事業者に役に立つ技術の開発を進めていきたい。

なお、これらの研究の一部は国土交通省の補助金で行われているものである。



図6 駅シミュレータ

参考文献

- 1) 小西真治：構造物技術に関する研究開発の現状と展望，鉄道総研報告，Vol.21，No.8，pp.1-4，2007.8
- 2) 仁平達也，小林裕介，峯岸邦行，磯野純治，仲山貴司，山田聖治，佐藤紀生，小西真治：鉄道構造物におけるヘルスマonitoringシステムの開発，検査技術，Vol.12，No.11，pp.15-22，2007.11