

インド鉄道在来線 の維持管理技術向 上に関わる橋梁数 値解析と軌道評価 技術の展開

東京大学工学系研究科 蘇迪

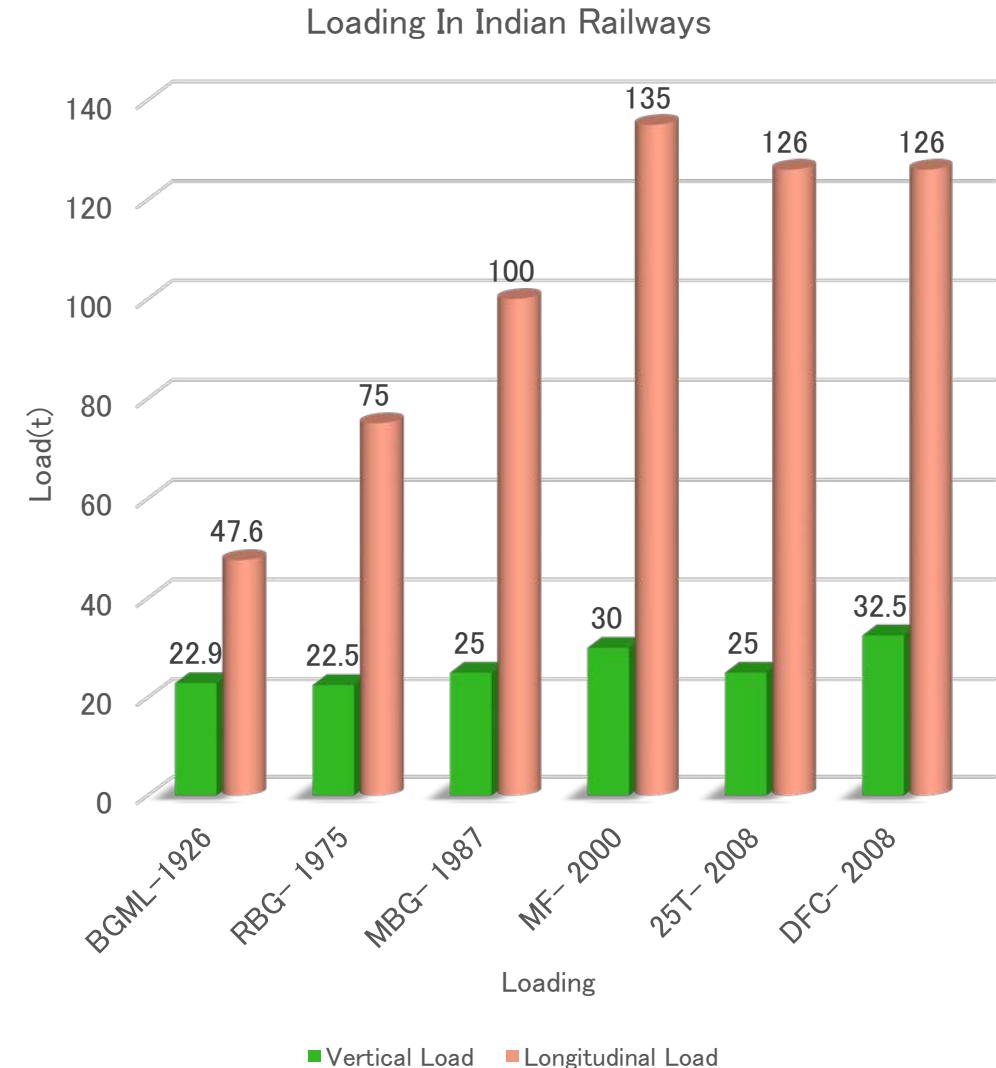
東京大学工学系研究科 Swapnil Chaurasia

協力研究者

インド国鉄研究設計標準機構・橋梁構造部門 Atul Kumar Verma
インド国鉄研究設計標準機構・軌道とモニタリング部門 Rahul Singh
インド科学工業研究委員会構造研究センター K. Kesvan

インド鉄道：長編成の重載貨物列車

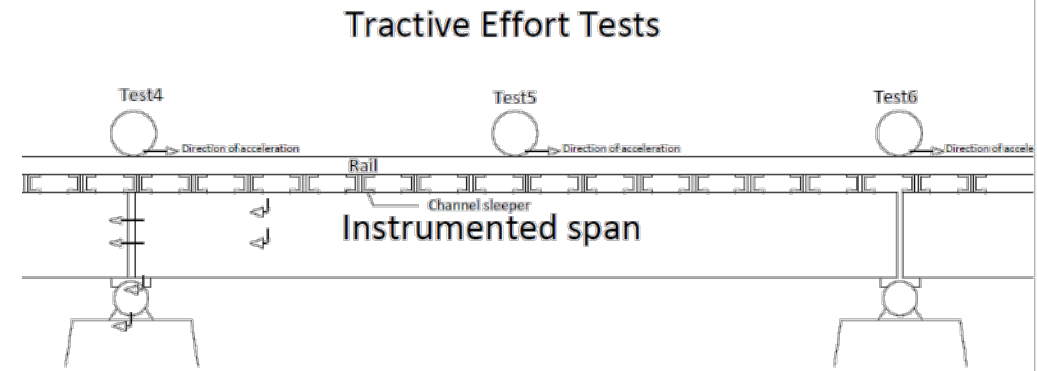
- 75%以上の橋は60年以上前のもの
- 橋軸方向の設計荷重が小さい
- 貨物輸送のニーズ増大の背景で、列車進行方向に作用する制動荷重及び始動荷重は設計荷重を超える恐れがある
- 研究内容：
 - インド現地の橋梁実測：進行方向の接触力の伝達詳細を把握する
 - 数値解析モデルの構築：車両との動的相互作用を考慮し、制動荷重及び始動荷重の各種影響要因を解明する。



進行方向作用力の増大

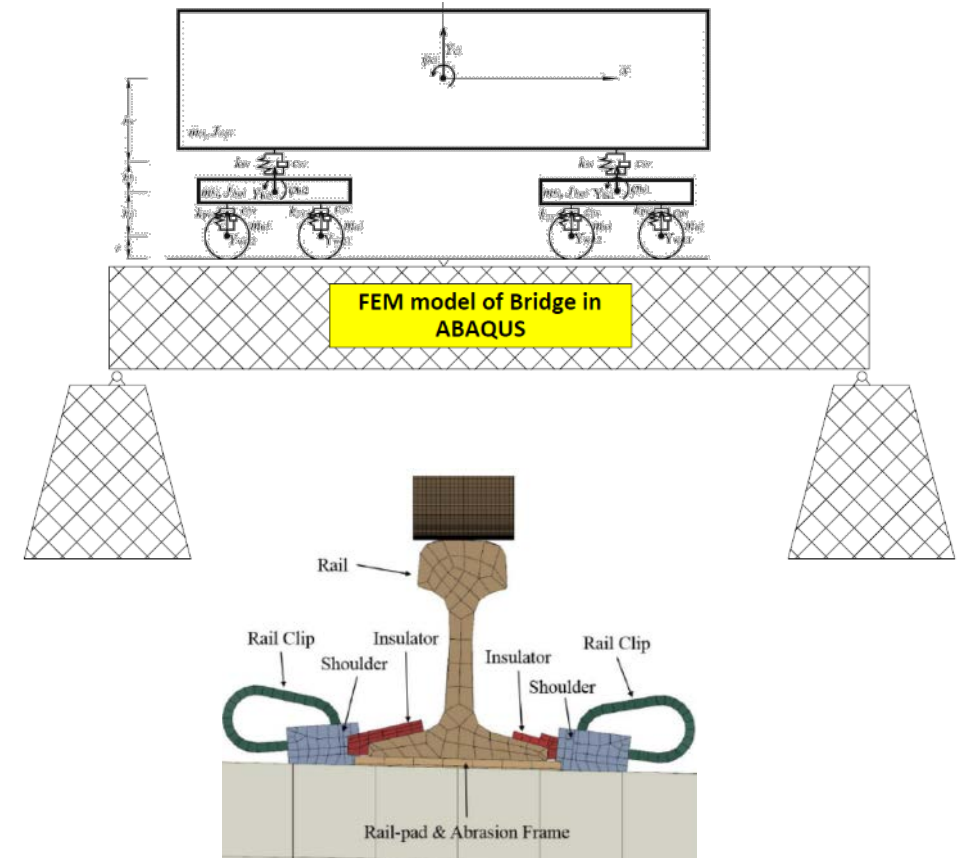
インド現地の橋梁実測

- 計測橋梁：スパンが10 m～60 mの代表的なコンクリート橋5橋と鋼橋5橋の橋梁実測を実施する。
- 計測種類：
 - Static Test 静的計測
 - Locomotive positioned
 - Wagons positioned
 - Dynamic Test 動的計測
 - Tractive effort
 - Braking force
 - Constant Speed
 - Scheduled Train 定期列車
 - Passenger train
 - Goods train



数値解析

- 現在適切な数値モデルを検討しており、必要な軌道構造を試算している。
 - 車両モデル：マルチボディ車両モデル、車輪モデル
 - 車輪－レールの走行方向の接触関係
 - レール締結装置のモデリング
 - 下部工のモデル範囲



Source: Zhang JJ, UIUC master's thesis

今後の研究活動予定

各種構造形式橋梁の影響分析 計測の対象橋梁は数種類あり、構造形式の影響要因を解明する予定である。

支承や下部構造の対策検討 橋梁の桁連結や下部構造の補強方法などを考案し、数値解析から橋梁構造の補修・補強等においても有用な情報を提供する。

軌道の維持管理

- インド国鉄は過去5年間に659件の列車事故を起こし、そのうち56%以上が脱線事故
- 2017-2018年度4,405 kmの軌道更新により、インド国鉄史上最低の年間73件の事故が発生



Source: *financialexpress*

マニュアル計測

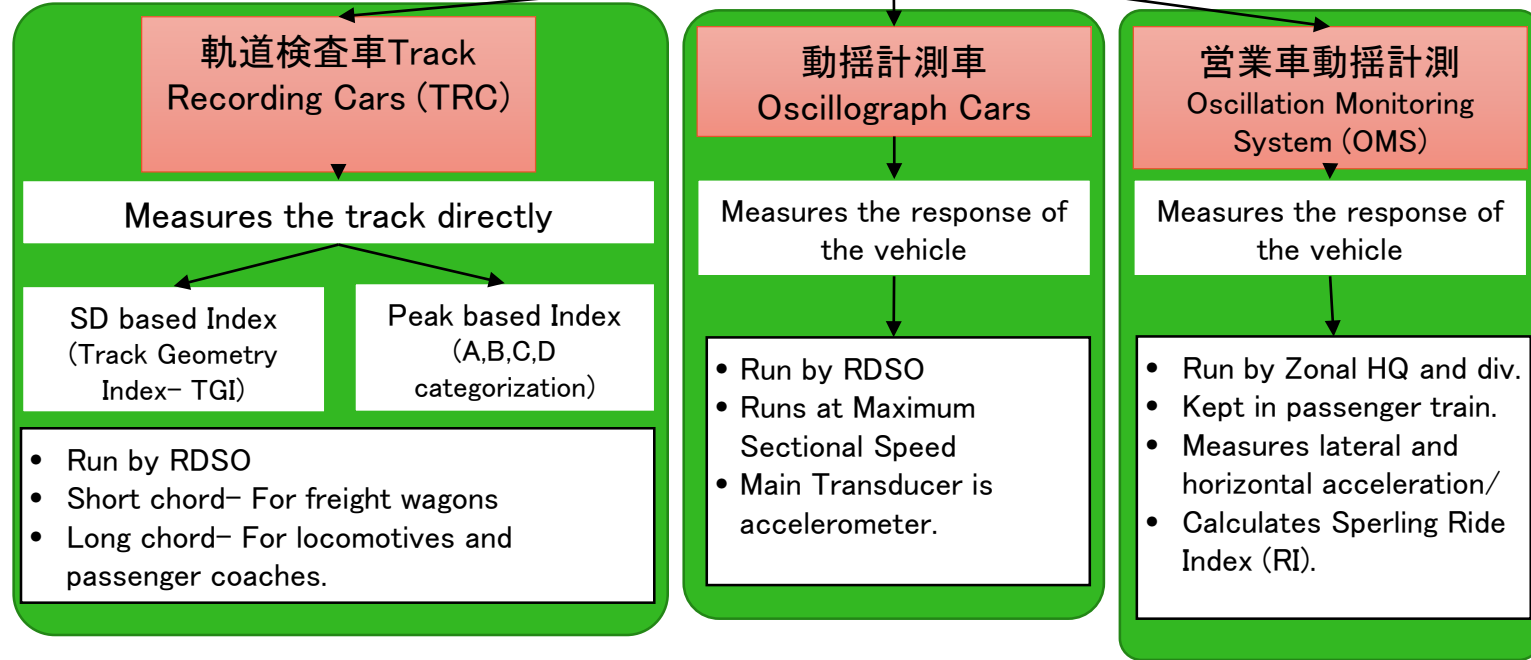
Key man Inspection

Push Trolley Inspection

すべての区間で一人の保線責任者が複線3~4 km, 単線6~8 kmを毎日正午に徒歩で巡視(約8500人以上)

主観かつ定性の判断, 記録なし, 詳細分析は不可

車両計測



軌道検査車(TRC)点検頻度

線路等級	点検頻度
i) Routes with existing speeds above 130 kmph	Once in 2 months
ii) Routes with existing speeds above 110 kmph and up to 130 kmph	Once in 3 months
iii) Other Group 'A'; and 'B' routes with speeds up to 110 kmph	Once in 4 months
iv) Group 'C', 'D' and 'D Special' routes with speeds up to 100 kmph	Once in 6 months
v) Group 'E' and 'E Special' routes with speeds below 100 kmph	Once in 12 months

計測頻度は高くない

Source: *IRICEN Presentation on Track monitoring*

携帯情報端末を用いた簡易軌道評価システム

- 近年急速に普及した安価な携帯情報端末により観測した、営業車両の車体の振動応答から軌道状態を推定し、簡便かつ高頻度な常時モニタリングシステムを構築した。
- 本研究では、インドの営業車両上において、加速度・角速度データを用いたデータ同化手法を用いて、脱線事故に直接関係する長波長変状成分の直接逆推定を適用する。
- TRCから計測された正確な変状データと検証
- 劣化が激しい状況の診断評価
 - 事故・災害の防止
 - 補修の優先順位付け
 - 開発途上国の経営資源に乏しい鉄道事業者でも利用可能

