

空間創造技術の歩みと今後の展望

— 鉄道・生活サービス事業の基盤強化、交通結節点としての
駅機能向上のための空間創造技術 —

JR東日本研究開発センター フロンティアサービス研究所 次長
増田 達



空間創造という言葉は建設・改良工事をインプットとした際にそのアウトプットとしての「空間」に力点を置いています。鉄道・生活サービス事業の基盤整備や交通結節点としての駅の機能向上を目的とした建設・改良プロジェクトのための調査・計画・設計プロセスにおいて、土木・建築系の空間創造技術を導入してコスト・安全・品質・工期・機能などのさまざまな要求事項を満足する必要があります。JR東日本が発足して20年が経過します。その間に、土木・建築系の建設・改良プロジェクトの推進のための多くの技術開発が実施され、それら成果が活用・展開されてきました。ここでは、そうした土木・建築系の技術開発、空間創造技術の歩みを振り返るとともに、今後の中長期的視点にたった空間創造技術の展望について述べます。

1. はじめに

JR東日本が発足し2007年4月で20年が経過します。本論では、鉄道事業・生活サービス事業発展のための基盤整備や交通結節点としての駅の機能向上に関する空間創造技術である土木・建築の主に構造系の技術開発の20年の歩みを概観するとともに、本誌に掲載されている各特集論文で述べられている技術開発テーマの背景、および、今後の中長期的視点にたった展望について述べます。ところで、空間創造という言葉がフロンティアサービス研究所の部門名称として使用されています。この言葉は土木・建築系の建設・改良工事をインプットとした際にアウトプットとしての「空間創造」に力点を置き顧客志向に立脚した言葉として、調査・計画部門、生活サービス部門との連携やソフト系・メンテナンス系技術との連携を強く意識した言葉です。本記事におきましては、土木・建築系技術を包括して「空間創造技術」という言葉で表現しています。

2. 「空間創造技術」について

特集論文で述べられている技術開発テーマの背景や特徴として以下の事項が挙げられます。

① 鉄道施設の建設・改良は、一般的な公共工事や一般民間ビル工事などに比較して施工環境・施工時間が大変厳しい条件となる場合が多く、その一方で、コスト・工期・安全・品質・機能の要求事項について所要の期待値を満足させる必

要があります。また、明かり工事、地下工事など各種プロジェクトで個別の技術的課題の克服が必要となる場合があります。そのため、設計計画・施工計画を入念に検討するとともに、要求事項をさらに高い満足度で達成させるために新たな構造形式・工法・設計法等の技術開発の実施が必要となる場合があります。

② 駅の機能向上などのための線路上空人工地盤の構築においては従前以上に建築技術と土木技術が連携しながら設計・施工計画を検討していく必要があります。特に、線間・ホームにおける軌道上のコンコース床階を構築するまでの工事においては、各種の仮設物・架設工法、杭構築などにおいて建築・土木の両分野の技術連携が大変重要となっています。また、生活サービス事業推進の観点から、事業に供する施設完成時期の早期化も必要となる場合もあり、そうした技術的課題の克服のために技術開発が必要となる場合があります。

③ 1995年に発生した阪神・淡路大地震を契機に既設構造物の耐震性能向上のため、ラーメン高架橋の柱の耐震補強工事を実施しています。また、2003年の三陸南地震、2004年の新潟県中越地震を契機として耐震補強の対象範囲の拡大がなされ、また、駅舎においても順次、耐震診断結果を基に耐震補強工事を進めています。例えば、高架下利用などの施工環境下で低コスト・短工期で施工性の容易な耐震補強工事を実施することが緊急の課題となっており、そのための技術開発及びその成果の実工事への導入が精力的に実施されています。

④ 街づくり等への協力・連携のための線路下横断構造物な

どの立体交差構造物は鉄道事業者においては部外関連工事・受託工事として扱われます。鉄道事業法上での扱いは列車荷重を受ける橋梁として設計審査が必要な構造物ですが、鉄道事業者の固定資産に形成されないこともあり、当初は、主体的な技術開発はあまり活発ではなく、施工会社の種々の提案工法の選定の考え方、安全を確保するための設計ルール等のガイドラインを自社内の技術基準として整備してきました。しかし「技術開発が評価されるために」¹⁾にあるように、線路超近接となる構造物を構築する工事における多くの事故・事象の反省・経験をもとにJR東日本の最大のサービス・商品である列車の安全・安定輸送を確保することを目的(言い換えれば「自社商品品質の確保」)として、JR東日本のインハウスエンジニアが責任をもって、工法開発を行うことが重要となってきました。これにより、新たな工法としてHEP&JES工法²⁾を開発し多くの工事で展開しているところ。さらに自社商品品質確保のための技術開発が他力依存できる建設生産システム環境でなくなりつつある環境変化にも留意が必要と思われま。

上述したような背景や特徴を踏まえ、本特集においては、①に関連して新しい橋桁移動制限装置開発の論文を、②に関連して、「ジャッキダウン工法」、「連結制振工法」、「梁せい縮小工法」、高架下の快適空間創造を目的とした新たな高架橋形式、および快適な駅空間全般に関するテーマに関する論文を、③の耐震補強工法の開発に関して土木構造物の橋脚及び高架橋基礎、また、建築構造物の駅舎を対象とした耐震補強工法についての論文を、④に関連して架道橋梁の鉄道下の狭隘な通路空間を拡幅する工法開発の論文を、それぞれ掲載します。

3. 20年の空間創造技術のあゆみ

3.1 技術開発の特徴及び推進に際しての留意事項

これまでの20年間の技術開発の特徴として主に次の2点が挙げられます。一点目は、具体的な建設・改良に関するプロジェクトのコストダウン・工期短縮などに必要な工法・設計法の開発を目標にしていること、二点目は類似した多くの工事への水平展開を視野におき工法、材料、設計法の開発を目標としていることです。

一点目のプロジェクトの円滑推進のためのコストダウン・工期短縮の技術開発を進めるに際してはプロジェクト行程との関係性を常に意識してすすめなければいけません。一般にプロジェクトは、(調査・計画設計)⇒(プロジェクト実施の事柄の意思決定)⇒(概略・基本設計)⇒(プロジェクトの実施に伴う設備投資の意思決定)⇒(詳細・実施設計)⇒(工事計画)⇒(設計審査・設計確認)⇒(工事着手)のプロセスで推進されます。ここで、プロジェクトの費用便益・採算性・開業時期

等より、従来工法からコストダウン・工期短縮が必要となった場合、技術開発の必要性・シナリオを吟味し、その後、技術開発に着手します。進捗に際しては、技術開発の行程とその成果を構造計画・施工計画に導入するための設計行程との調整、成果・内容の技術基準化、そして設計実施者・審査者および施工者・施工監督者が適切にその技術内容を把握して、所要の技術管理がなされる必要があります。技術開発の推進に際しては、技術開発を担当する部署の技術検討だけではなく、プロジェクトの工事計画を管理する部署との強い連携が重要となります。往々にして各部署の取り組み・連携が不足する場合は、期待された効果が得られないことにもなりますので、技術管理が重要である所以であります。

二点目については、プロジェクトの個別特殊性はありながらも、類似・共通的な技術課題内在も多いことから、それら課題を解決するための設計法や施工法を水平展開する目的で技術開発を推進します。また、施工実績に伴う種々の課題が生じてくる場合があるので、それを踏まえた改良・改善を継続的に行い、「メンテナンス」していくことも重要となります。

近年の特徴としてプロジェクトの調査・設計から実施に至るスピードが速まった感があり、それに伴い技術開発テーマの設定・推進体制についてもターゲットやシナリオ(現状のコスト・工期・施工性・安全性課題、開発工法の優位性、適用プロジェクト、設計プロセスとの行程と技術開発の行程との調整等)を明確にしなが計画段階からの組織的な技術開発推進がますます必要となっています(図1参照)。

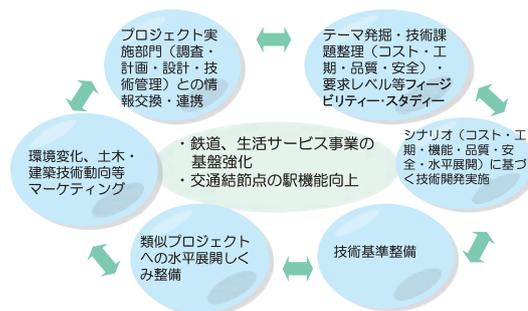


図1 空間創造の技術開発推進に際しての留意事項

3.2 これまでの歩み

これまでの20年間の空間創造技術開発を概観してみます(表1参照)。これまでの20年間を便宜的に5年間ごと(1987—1991年、1992—1996年、1997—2001年、2002—2006年)の4期間に分け、また、技術開発の分野として、大きく、①コストダウン、②安全・品質、③環境・新構造・軌道・施工計画、④建築構造の4つに分類しました。技術開発は一般に複数年度、また、複数分野にまたがる場合が多いのですが、概観を目的に便宜的にまとめています。各期間における技術開発の概要を述べます。

(1) 1987年～1991年

・JR東日本発足後、各種の新たな技術を導入した京葉線東京駅乗り入れ工事が国鉄時代からの継続工事である一方、赤羽駅付近高架化、三鷹・立川間連立などの将来プロジェクトを視野に入れ高架橋の構造やPRC桁の技術開発を実施しました。

(2) 1992年～1996年

・赤羽駅付近高架化などの設計進捗にあわせ、新たな省力化軌道である弾性パラスト軌道、高架橋の急速施工法、継ぎ足し高架橋、プレキャスト部材活用新形式高架橋などの開発を実施しました。

・御徒町駅付近の薬液注入に起因する事故、線路下工事に伴う軌道変状事象などをふまえ、薬液注入工事システムの品質管理のための技術開発や新たな線路下工法のための基礎的な技術開発を実施しました。

・線路上空大スパン構造や線路上空建物の防音防振工法の研究開発を実施し、その後のステーションルネッサンス対応の各種技術の素地を形成しました。

・横浜駅地下駅建設などの地下化工事における基礎工のコストダウンのため路下式深礎機械化施工法、線間杭打ち工法、アンダーピニングに関する技術開発を実施しました。

・鉄道近接工事や無徐行列車走行の際の安全安定輸送確保のために工事の計画・影響予測・設計・施工方法に関する技術基準整備の必要性が高まり、それら課題解決のための技

術開発を実施しました。

・新幹線在来線直通プロジェクトに対応した軌道工事の施工方法や、インターネットを活用した遠隔地工事現場の施工状況確認や保安打合せなど工事監督支援システムなどの技術開発を実施しました。

(3) 1997年～2001年

・現在広く水平展開されている先端プレロード杭工法(三鷹・立川間連続立体交差化ほかへの採用)、HEP&JES工法(東京臨海高速鉄道第二広町トンネルほかへの採用)、また各種の耐震補強工法の開発が精力的に実施されました。それら成果は、コストダウンに寄与したとともに、後年、土木学会賞や開発担当社員の学位論文につながるなど大変大きな成果になりました。

・工事桁を使用する開削工事の増大を背景として、低コスト工事桁の開発を実施しました。また、仮設物として扱われた工事桁そのものを見直し、本設利用化を目指した工法の開発を推進しました。また、本庄早稲田新幹線新駅の分岐器挿入に関する軌道工事分野の技術開発を実施しました。

・連続立体交差工事アプローチ部での適用をターゲットとした気泡モルタル盛土の適用拡大(既設高架橋の重層化などの輸送改善プロジェクトに適用)として超軽量気泡モルタル盛土の開発を実施しました。

・駅の機能向上に資する線路上空人工地盤や高架橋下利用

表1 建設工事分野における空間創造(土木・建築)技術開発のあゆみ(主なテーマ)

| | コストダウン | 安全・品質 | 環境・新構造・軌道・施工計画 | 建築構造 |
|------------|---|--|--|--|
| 1987-1991年 | ソイルセメント合成H鋼杭 合成床版 高架橋電柱基礎合理化 | PRC桁 高強度鉄筋設計法 列車振動下シールドトンネル挙動 | 高架橋のシビックデザイン 高架下活用型高架橋 新素材用いたコンクリート コンクリート耐久性 | |
| 1992-1996年 | 線路上空大スパン桁架設 大スパン軽量桁 継ぎ足し高架橋 プレキャスト高架橋 低コスト地下連続壁 合成鋼管柱 路下式深礎工 省スペースアンダーピニング 線路間杭打ち工法 線路下横断工法 高架橋急速施工法 PC鋼管コンクリートによる盛土高架 回転埋込み杭 | 土路盤上の省力化軌道 薬液注入管理システム 高被圧下グランドアンカー 動的荷重影響設計 近接施工地下連続壁 高密度配筋柱 鋼橋現場溶接ディテール 近接施工掘削 地下連続壁揚圧力抵抗 地下構築物地下水対策 | 寒冷地コンクリート品質 地下埋設物探査 横断管路簡易埋設 軌道路盤構造 分岐器挿入工法 3-4線移動分岐岐 機械化線路踏切部施工 近接施工掘削 締固め不要コンクリート IT活用現場施工管理 弾性パラスト軌道 鋼橋省メンテナンス | 大スパン構造 線路上空建物防音防振動 |
| 1997-2001年 | 鋼鉄道橋支承 空頭制限下場所打杭 空頭制限下鋼管杭 低コスト工事桁、本設利用工事桁 高架橋柱継ぎ足し構造 超軽量気泡モルタル盛土 空頭制限下H鋼杭 高架橋地中梁急速施工 低ライズ比PCランガー橋 | HEP&JES工法 既設構築物変状計測方法 先端プレロード杭 ソイルセメント壁・杭 薬液注入削孔精度管理 大スパン線路下構造 鋼桁高力ボルト接合 変形性能向上柱部材 柱耐震補強 | 緩衝区間構造 プレキャスト梁型枠 弾性パラスト軌道 ストラッド場所打ち杭 新幹線分岐器挿入 気泡モルタル盛土上弾性パラスト軌道 土留壁(鋼矢板、新支保) | 近接建物騒音振動低減法 線路階排水設備設置工法 旅客上屋柱杭接合 吊免振工法 |
| 2002-2006年 | 本設利用工事桁 エコリチャージ 液状化地盤気泡モルタル盛土基礎 狭隘空間地下RC構造 軽量複合桁 RCストッパー COMPASS工法 先端強化型鋼管杭 薄型床版合成桁 エレベータビット基礎 | HEP&JES工法 空頭制限下既設杭撤去 JESエレメント地下連続壁 スパイラル鋼管継手 梁・柱接合構造 小型場所打ち杭 柱・橋脚耐震補強 レール張出防止工 | 杭頭接合 劣化コンクリート除去 液状化地盤高架構造 高架下環境改善型高架橋 水平変位抑止杭 自己修復コンクリート ロングレール切断不要工事桁 新幹線高速化対応 | スカイリング工法 線路上空ジャッキダウン 線路間柱PC化 高架下建物屋根免震 連結制振工 高架下建物防水兼用天井 線路上空床構造 駅舎耐震補強 |

計画の進捗とともに画期的な吊免振工法を開発するとともに、旅客上屋の効率的施工方法や建築設備系の技術開発を実施しました。

(4) 2002年～2006年

・2001年12月、JR東日本研究開発センターにフロンティアサービス研究所が設置されました。これにより、従来の工事主管部門である工事事務所・建設工事で実施されてきた技術開発とともに、フロンティアサービス研究所による技術開発が推進され、相互間の技術情報・ニーズ等の連絡を密にしながら幅広い技術開発が実施されました。特に、フロンティアサービス研究所は、線路上空空間の低コスト建設技術開発が重点的に実施され、線路上空からの杭施工を特徴とするスカイパイリング工法や鉄骨立て方合理化のためのジャッキダウン工法、小断面地下空間構築工法であるCOMPASS工法や小型場所打ち工法の開発を実施しました。

・耐震補強工事のコストダウン、工期短縮のための継続的な取り組みとして、土木分野では、ラーメン高架橋の柱や橋脚を対象として様々な施工環境に対応した工法開発、建築分野では駅舎における隣接建物を利用した損傷制御型の補強工法やエスカレータートラスを利用した補強工法開発を実施しました。

・東北縦貫線整備等の中期的な輸送改善プロジェクトのコストダウンのためのために既設角型鋼管柱の耐震性能を高める工法、基礎スラブを活用した耐震性向上工法、スラブ桁高さの薄い新たな橋梁構造形式の開発を推進し、また、液状化地盤中の高架化工事におけるコストダウンのための気泡モルタル盛土鉛直支持工法の開発、既設盛土部を高架化する場合など狭隘空間で新たな構造物構築する際に柱部材をスリム化する開発や、高架橋を急速施工する工法開発を行っています。

・薬液注入工事の品質トラブル事象などを背景として地下水位制御技術に基づくエコリチャージ工法の開発や狭隘線路間において杭施工を安全に施工する先端強化型鋼管杭工法の開発を進め、それら成果は迅速に実際の工事へ導入が図られました。

・新幹線高速化を全社プロジェクトとして進めていく中で、土木・建築系として桁、駅舎、トンネル緩衝工、騒音低減工、地盤振動低減などのテーマについて研究開発を推進しています。

4. 今後の展望

4.1 今後の空間創造に関する環境変化

ここでは、今後の土木・建築系の空間創造技術を考える際に留意しておいたほうが望ましいと考えられる環境変化などについて幾つか述べたいと思います。

(1) 交通結節点としての駅機能強化

利便性向上、生活サービス事業推進のための駅の機能強化とともに、近年の首都圏における鉄道ネットワークと都市再開発の密接な関係性より、交通結節点としての駅はますます重要な拠点となっていくと考えられます。「交通結節点の整備、駅周辺のゆとり空間の創出・回遊性の確保などを目指す国の施策と、駅施設の改良や駅ビル開発構想の実現を目指すJR東日本の経営施策という双方の目的を兼ね備えた大規模なリニューアルが特徴」という新宿駅南口地区基盤整備事業が実施されています³⁾。また、「都市再開発の街づくりとにぎわいは鉄道駅と連携を取ることで可能となる。」⁴⁾といった観点より今後、駅の高度化、鉄道施設と都市施設との関係性が深まることを視野に入れた構造、施工方法の必要性が出てくるものと考えられます。

(2) 「駅の目的化」⁵⁾

「駅が単なる乗降ポイントとしての役割を超え、人々がそこを目的地としてやってくるような場所(「駅の目的化」)になるべきである。(中略)ゆとりある質の高い駅空間をいかに創造していくのか」⁵⁾といった社会の期待レベルの向上も、今後の駅空間・線路上空建物の機能・構造計画の要求水準の観点で留意する必要があると考えられます。

(3) 「土木と建築技術のコラボレーション」⁶⁾

例えば、駅部高架橋などにおいては、高架下生活サービス事業の展開、駅前広場、都市空間との関係性などが今後従前以上に重要となると考えられます。その際、土木と建築のコラボレーションを高め⁷⁾、これまでの土木設計に付帯した建築設計による高架下空間意匠計画から、土木と建築のハイブリッド構造の検討なども今後必要になると考えられます。

(4) 「施工と維持管理を設計する」⁸⁾技術

近年、設計・施工プロセスの「現場力」の状況などを背景とする構造物の設計・施工品質トラブルや施工品質の良否による構造物耐久性の差に関する知見などより、設計段階より施工プロセスと維持管理・構造物メンテナンスを「設計する必要性」⁸⁾が社会資本形成部門に期待されています。JR東日本においても、近年の建設生産システムの状況変化や夜間線路閉鎖時間に頼らざるを得ない鉄道特有の施工環境の現状からの効率化などを視野に入れて、工事施工時のトラブル・品質不良リスクを最小にするための新たな発想による施工方法の必要性、また、例えばコンクリート構造物においては通常の設計耐用年数100年間の維持管理リソースを極力少なくするための材料・構造・施工技術が今後益々重要となっていくと考えられます。

(5) 安全期待水準のさらなる高まり

社会インフラに期待される安全レベル水準の高まりに伴い鉄道に対する要求レベルも高まっていくことが考えられます⁹⁾。一方、安心レベル向上の新しい技術で5—10年前には世の中において採用が少なかったものが、現在、社会的にも普及

しつつある技術が少なくありません。例えば、建築構造分野における免震構造や制振構造のような損傷制御構造はその一つです^{10), 11)}。今後、線路空間・駅空間の高度利用などにおける地震時の機能維持・復旧容易性などの社会の安心レベル水準の高まり、その一方での新技術の低コスト化・適用拡大・既存対応など、技術的・制度的課題へのチャレンジが必要になってくると考えられます。また、地震時の列車走行安全性に関して、先般、国交省より解釈基準として通達された「変位制限標準」(鉄道構造物等設計標準)において、新設構造物に対してL1設計地震動に対する走行限界判定基準が示されています。地震時の走行安全性の期待水準が従前以上に高まっていくと思われます。

4.2 今後の空間創造技術について

今後の空間創造技術について、①駅機能の向上・強化(線路上空建物、線路下地下空間)、②コストダウン、③安全性向上、④品質向上・合理的施工法、⑤環境・快適性、の5つの分野について述べます(図2、表2参照)。複数の分野に関連する事項がありますが便宜的に分けています。

(1) 駅機能の向上・強化(線路上空建物)

①低層線路上空建物

これまで大宮駅、品川駅他で低層(4層20m以下)線路上空建物が建設され駅の機能強化などがなされました。今後のさらなる展開に際しては、難度の高い施工環境への新技術導入などを視野に入れ以下の技術的課題に取り組む予定です。

- ・線路近接工事が少なく施工性を向上させる構造(固有周期が異なる構造系の連結システムの適用拡大などによる線路上空部分の躯体のスリム化、基礎工法、新構造材料適用等)
- ・線路上空建物の振動騒音環境などの快適性向上(新たな防振材の活用、ホーム空間の視認性向上等大スパンを可能とする吊構造・床構造の開発等)
- ・線路上空建物の耐震性向上・復旧性向上(免震構造や損傷制御工法の新たな適用拡大など)

②中高層線路上空建物

今後中長期的には、線路上空利用の低層以上の高度化の検討も必要になると思われます。その際、建物の基礎構造に関して地中梁の有無により技術基準の考え方が異なりますが、中高層建物特有の以下の技術的課題について取り組む予定です。

- ・地中梁無しの構造形式における新たな基礎構造の適用可能性と地中梁を有する場合の全体工事費に相当程度の比率を有する仮設・基礎工事費のコストダウン技術
- ・被災後の機能維持・復旧性を考慮した免震・制震構造(中間免震・基礎免震等)
- ・一般建築とは異なる施工環境下における機能的長寿命化の可能性(内部構造可変となる複層構造等)による環境負荷低減

(2) 駅機能の向上・強化(線路下地下空間)

駅機能強化の一環や都市との連携プロジェクト等において、駅部においては既設コンコース拡幅や盛土部の高架化等の地下空間構築ニーズが高まってくると想定されます。駅部においては駅間一般部と異なる施工環境(少ない施工余裕スペース、ホーム部上家基礎の存在等)より、開削工法が選定される場合が多いようです。近年、コストダウンとともに完成後の地下空間内の鉄道騒音振動抑制の効果も期待した工事術の本設利用に関する技術開発成果が複数の工事に適用されています。これまでの工事実績に基づいて課題の抽出および改良・改善工法の検討を行いたいと考えています。また、地下空間構築において相当程度の比率を有する基礎工事や地下水以下の地盤掘削を行う場合の仮設工事のコストダウンを図る工法の開発も推進していく予定です。また、本号に掲載しております既設の橋台拡幅工法など既開発の非開削工法を駅構内等の地下化工事へ適用拡大を図るために必要な技術的課題についても抽出及び解決可能性を検討していく予定です。

(3) コストダウン

高架橋など既設構造物の耐震性能向上を目的に耐震補強工事が進捗しています。今後、線区全体としての耐震性向上を視野に入れた場合、さまざまな既設構造物(無筋コンクリート橋脚、鋼橋脚、土構造、石積構造など)や既設駅舎の耐震性能向上を図る必要があります。その際、既設構造物の数量が多いことから、補強工のコストダウンが可能な施工方法が必要となります。ところで、コンクリート柱・脚の補強対象は、現状、せん断破壊先行型としていますが、曲げ破壊先行型との境界型などの補強必要性も今後検討されると思われ、地震対策に関するコストダウン技術の必要性は相当の間継続することとなります。また、計画・設計の進捗にあわせ各種のプロジェクト固有の技術的課題の克服によるコストダウンを継続する必要があります。

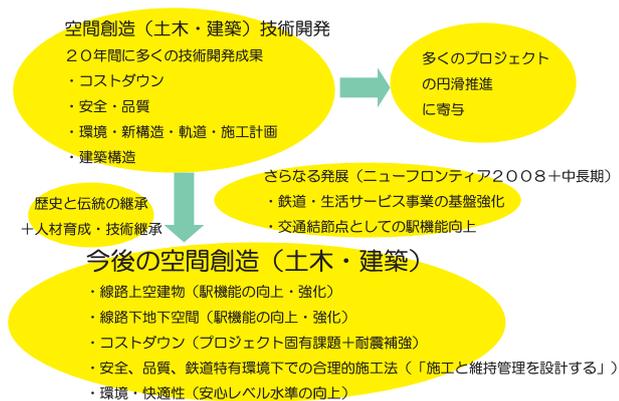


図2 今後の空間創造技術(土木・建築)について

表2 今後の建設工事分野における空間創造技術（土木・建築）について（主なテーマ）

| 駅機能の向上・強化 | | 線路地下空間 | コストダウン | 安全 | 品質・施工合理化 | 環境・快適性 |
|--|---|--|---|---|---|---|
| 線路上空建物 | 線路上空建物 | | | | | |
| 低層線路上空建物 ○線路上空躯体スリム化 ・連結構造・吊構造 ・新構造材料 ・架設工法、基礎工法 ○線路上空快適性向上 ・免振による静粛空間 ・ホーム空間少柱化 ・床構造 ○耐震性・機能維持 ・損傷制御工法 | 中高層線路上空建物 ○基礎工法 ・施工負荷軽減大口径杭 ・地盤変状抑制補助工法 ○耐震性・機能維持 ・免振構造（基礎・中間） ・免振構造適合の設備系 ○機能的長寿命 ・複層スケルトン構造 ○架設工法 | 線路地下空間 ○開削工法 ・工事術工法改良 ○非開削工法 ・既往非開削工法改良 ○補助工法 ・地下水以深掘削合理化 | ○耐震補強 ・無筋コンクリート橋脚 ・鋼橋脚 ・石積構造 ・土構造 ・駅舎 ○橋梁・高架橋 ・急速施工 ・盛土高架化 ・既設高架再構築 ○プロジェクト固有課題 | ○線路近接工事 ・線路下掘削工事 ・近接開削 ・近接杭施工 ・近接桁架設 ○計測管理システム | ○コンクリート構造物 ・初期欠陥箇所健全化 ・自己修復、水影響抑止材料 ○鉄道特有環境での施工合理化 ・省力化軌道近接施工 ・泥水使用施工システム ・軌道切換口 ・分岐器部近接掘削 ・近接建方（プレキャスト、複合構造） | ○在来線騒音軽減 ・高さ方向現状、改善可能性 ・低騒音鋼複合構造 ○駅部高架化 ・土木と建築構造の相互作用 ・大空間高架構造 ・高架下建築構造 |

(4) 安全性向上

線路近接工事が宿命の鉄道土木・建築分野では安全の継続的追求が重要となります。今後さらに軌道変状を小さくするためのHEP&JES工法の改良、次世代線路下空間構築工法や駅構内工事で多用される大口径の場所打ち杭の安全性向上工法などについて開発を推進していく予定です。

(5) 品質向上・鉄道特有環境下での合理的施工法

近年の高架橋・トンネルのコンクリート剥離・剥落トラブルを受け、JR東日本では、土木工事標準仕様書を改正し品質確保に努めています。さらなるコンクリート構造物の品質向上にむけ、新設時の品質検査の厳格化を前提として、万一、コンクリート欠陥箇所を発生させた場合に新設と同様な健全性を維持する工法、ひび割れが発生しても「自己修復機能」により漏水を止めるコンクリート材料やコンクリートの早期劣化の原因となる水の影響を抑止するための表面含浸材を有効活用する開発を進めていきます。

また、品質・安全向上・コストダウンのために夜間線路閉鎖が主たる作業時間といった鉄道特有の工事施工環境下で施工方法の合理化が期待される工事種類があります。そうした観点で、省力化軌道区間の近接掘削、軌道工事の切換口施工、分岐器部の近接掘削などの施工法の合理化、駅構内工事における泥水使用の施工システムの合理化、既設コンクリート部材を低騒音で破碎する工法、施工状況確認方法の効率化、プレキャスト部材や複合構造技術を援用した狭隘空間での部材建方・施工などによる急速施工など検討していきたいと考えています。

(6) 環境・快適性

今後のさらなる鉄道ネットワーク構築に際して、都市部においては建物高さ方向の騒音の現状非悪化レベルなどの要求水準が高まっていくことが考えられます。これより、線路近接中高層建物など高さ方向の鉄道騒音の現状および改善可能性など、また、鋼・複合構造などの低騒音構造検討なども視野に入れて技術開発を行う予定です。

駅部高架化（既設高架・盛土の高架化など）において、高架下空間の付加価値向上を図り、多様な活用可能性を有する高架下環境、快適な駅空間を創造していくために、駅部高架における土木と建築の二つの構造系の合理化、相互作用

を利用した構造形式や静粛性が高く大空間を確保できる高架構造形式の開発を行う予定です。

5. まとめ

空間創造技術は、土木・建築の設計・施工方法など直接、工事に関係します。これまでの様々な工事の技術的課題克服のために尽力した先輩方の「歴史と伝統」を継続しながら、技術開発を通して「人材の育成と技術継承」を心がける必要があります。そして、今後の環境変化に対応し、従来技術のブレークスルーを視野におき、プロジェクトの計画段階から各種技術的課題の抽出、必要な技術開発シナリオ・体制構築、開発成果導入を円滑にするための技術基準整備、及び水平展開を行うための知財関連事項の整理など1つひとつの課題¹²⁾に取組みながら鉄道・生活サービス事業の基盤施設、交通結節点の拠点駅の建設・改良など次世代に誇れる「空間創造」を進めていきたいと考えています。

参考文献

- 1) 石橋忠良；技術開発が評価されるために、日本鉄道施設協会誌、pp.19～21, 2000.7
- 2) 石橋忠良・清水満・藍郷一博；線路下横断工事における安全性向上の取り組み、トンネルと地下、pp.47～54, 2006.12
- 3) 島見伸次・辻浩一；線路の上下空間を利用した駅施設のリニューアル、コンクリート工学、pp.50～53, 2006.1
- 4) 山崎隆司；駅周辺都市再開発における今後の施策について、区画整理、日本土地区画整理協会、pp.19～23, 2004.5
- 5) 家田仁；「駅の目的地化」をすすめよう、運輸と経済、pp.13～16, 2004.10
- 6) 特集「土木と建築 コラボレーションとアンビバレント」；土木学会誌、pp.6～65, 2001.10
- 7) 山本卓郎；魅力ある連続立体交差化事業に向けて、都市計画、日本都市計画学会、pp.18～21, 2006.2.25, Vol.55/No.1
- 8) 西川和廣；施工と維持管理を設計せよ、橋梁と基礎、pp.15～18, 2006.8
- 9) 正田英介；より安全で信頼される社会インフラとしての鉄道、第19回鉄道総研講演会要旨集、pp.1～10, 2006.11
- 10) 和田章；身近になったパッシブ制振構造、建築技術、pp.96～98, 2005.8
- 11) 和田章；免震を使った建築構造デザインの可能性、建築技術、pp.96～97, 2004.4
- 12) 石橋忠良；技術がわかりやすく評価される仕組に、橋梁と基礎、pp.3, 2003.8