

3.6 国総研における建築材料・生産分野の研究動向と今後の展望

(建築研究部 建築新技術統括研究官 鹿毛 忠継)

2016年度 国総研講演会

国総研における建築材料・生産分野の研究動向と今後の展望

2016.12.8

建築研究部
建築新技術統括研究官 鹿毛忠継

国土技術政策総合研究所 建築研究部 1

よろしくお願ひします。建築研究部の鹿毛でございます。「国総研における建築材料・生産分野の研究動向と今後の展望」と題して、講演をさせていただきます。

概要

1. 材料・生産分野の基本的な役割
2. 材料・生産分野の研究レビュー
3. 材料・生産分野の課題と展望 (現在～将来)

✓ 材料・生産分野は、建築の全分野との係わりがあるが、従来より狭義には「材料・施工分野」とも呼ばれ、特に相互に関連が深い

これまでの研究活動の紹介、今後の展望を述べる

国土技術政策総合研究所 建築研究部 2

私個人は材料の研究者でコンクリートを専門にやらせていただいております。今日は、概要に書いてあるとおり、国総研における建築材料・生産分野の基本的な役割、それから、これまで材料・生産分野でどのような研究を行ったのかをレビューし、それから現在、将来にわたり、どのような研究をやるべきなのかについて、講演をさせていただきます。

タイトルに、建築材料・生産分野と書いておりますが、特に材料・生産分野は建築の全分野とのかかわりがあります。また、従前から、狭義ですが、材料・施工分野とも呼ばれ、特に相互に関連が深いため、本日は、建築材料・生産分野について、私からお話をさせていただきます。

材料・生産分野の基本的役割

建築分野のミッション
✓ 望ましい建築基準のあり方
✓ 建築物の性能・品質確保による安全で快適な住生活の提供

材料・生産分野の組織の変遷
材料・生産分野のミッション

建築研究所
第二研究部(材料分野)
第四研究部(生産分野)
国総研
材料研究G
材料・部材基準研究室
建築生産研究G
構造基準研究室(の一部)

H13
H15
現在

国土技術政策総合研究所 建築研究部 3

タイトルに、建築材料・生産分野と書いております

最初に、材料・生産分野の基本的な役割について、もちろん材料・生産分野にも国総研の研究としてやるべきミッションがあります。特に、建築研究部で取り組む建築分野のミッション、ここに2つ挙げられます。望ましい建築基準のあり方、それから、建築物の性能・品質確保による安全で快適な住生活の提供、これらに関して、材料・生産分野では、どのように取り組むかということが重要だと思います。

右側には、国総研、それから建築研究所を含めて材料・生産分野がどのような変遷をたどったかを示しています。建築研究所では、材料・生産分野は、それぞれ第二研究部、第四研究部、それから独立行政法人になった後は材料研究グループ、それから建築生産研究グループとして、現在までこの体制です。国総研では、国総研ができた当初は、材料・部材基準研究室において、特に材料にターゲットを絞った研究をやっておりましたが、途中、

構造基準研究室の一部として実施することになりました。現在は、本年度より、再度、材料・部材基準研究室という研究室を設けまして、ここを中心として活動しております。

材料・生産分野の基本的役割

材料分野のミッション … 建築材料・部材が対象

- ✓ 建築基準法、住宅品確法や長期優良住宅の評価制度などの法律に関わる建築材料・部材の耐久性等の各種性能の評価方法や技術基準
- ✓ 長寿命化、省エネルギー対策、リサイクル推進等に対応して建築材料・部材の有効利用に資する品質基準や性能評価技術

生産分野のミッション … 建築物が対象

- ✓ 建築基準法、住宅品確法等の法律に関わる建築物の品質・安全性確保のための性能評価・診断技術や技術基準の整備
- ✓ 建築物の生産・維持保全に関する情報の長期保存および利活用手法の提示、生産プロセスでのIT活用支援
- ✓ 新材料等の利用活性化に向けた支援技術の整備(生産・流通)

国土技術政策総合研究所 建築研究部 4

次に、材料分野および生産分野のミッションを、それぞれいくつか挙げております。何が違うかを私なりに考えてみました。材料分野は、建築材料・部材を対象とした研究を、生産分野は材料・部材のみならず、建築物全体を対象とした研究をやっていると考えられます。すなわち、このように研究対象に違いがあるのではないかと考えております。

材料・生産分野の研究レビュー

	研究ニーズ	社会的背景/施策
S40年	・良質な住宅の供給	・住宅不足
S50年	・耐久性の確保	・建築物の早期劣化
S60年	・新材料の開発・活用	・高性能化・高機能化(高層化)
H元年	・リサイクル推進 ・建築生産の合理化・自動化 ・長寿命化(高耐久化)	・リサイクル法等 ・阪神大震災 ・ISO等国际対応・標準化

国土技術政策総合研究所 建築研究部 5

これらを踏まえ、まず、材料・生産分野の研究レビュー、冒頭にもお話ししましたが、国総研のみではなく、本日は、建築分野における材料・生産分野の研究レビューをしたいと思います。

この図は、左側に昭和40年から年代を書いておりますが、右側に社会的な背景、当時の施策、様々な法・制度化も含めて整理したものです。例えば、昭和40年代では住宅不足、昭和50年代では建物の早期劣化、

昭和60年代では建物の高性能化・高機能化、高層化が研究ニーズとしてあります。平成元年前後になると、リサイクル、その後、阪神大震災などにも見舞われましたので、それらに応じた研究ニーズとして、良質な住宅の供給、耐久性の確保、新材料の開発、リサイクルの推進等、が挙げられます。

材料・生産分野の研究レビュー

年代/社会的背景/施策	プロジェクト研究	アウトプット	アウトカム
S40年代~ 良質な住宅の供給 枠組壁工法の導入	住宅性能総合評価システムの開発 小規模住宅新築工法の開発	住宅が備えるべき性能(耐久性、遮音性、安全性等)の評価基準 ツーバイフォー工法のわが国への導入に当たっての技術開発	住宅金融公庫の融資対象住宅の性能基準/住宅性能保証制度 S52に法第38条に基づく技術的基準の制定、住宅金融公庫仕様書への反映
S50年代~ コンクリート構造物の早期劣化/木質材料の劣化防止	耐久性プロ/コンクリートの耐久性向上/木質材料の耐久性向上など	既存建築物に係る劣化診断・補修交換、新設建築物に係る耐久設計/施工管理の技術指針/塩化物量測定方法、アルカリ骨材反応性試験方法	S57「官公庁施設の建設等に関する法律」に基づく「国家機関の建築物の保全に関する技術的基準」/「塩化物量規制、アルカリ骨材反応対策」(JIS A 5308)/ISO15696

国土技術政策総合研究所 建築研究部 6

次に、具体的にどのような研究を行ったかについて説明いたします。この表は、主にプロジェクト研究、いわゆる総プロなどです。総合技術開発プロジェクトというプロジェクト研究がございまして、そこで、特に材料・生産関係ではどういった研究をやってきたのか、どのようなアウトプット、アウトカムが得られたのかを、非常に簡単ですが取りまとめたものがこの表です。

昭和40年代では、良質な住宅の供給として、ツーバイフォーの導入、アウトカムとしては金融公庫住宅の性能基準、あるいは仕様書へ反映を行いました。

昭和50年代になると、コンクリート構造物のみならず、他の建築物も含めて早期劣化が問題となり、耐久性を確保するための研究を行っており、コンクリート構造物に関しては塩害に対する規制や、アルカリ骨材反応に関する規制などを実施したこと、皆さんご承知のことと思います。

材料・生産分野の研究レビュー

年代/社会的背景 /施策など	プロジェクト研究	アウトプット	アウトカム
S60年代～ 新材料の開発・活用	新素材総プロ	新素材を建築物へ利用 するための設計法/耐久 性評価手法	繊維補強コンクリー ト・新金属材料・新機 能性外装材等の利用 のための指針(案)
高性能化・高機能 化(高層化)	New RC総プロ	高強度コンクリート・高 強度鉄筋を用いた建築 物の設計法・施工法	超高層の建築物の建 設への活用
H元年代～ リサイクル技術の 導入/再生資源の 有効利用	廃棄物総プロ (S56～60) 副産物総プロ (H4～8)	コンクリート塊・解体木 材等の発生抑制及び 再生利用等に関する技 術開発	資源の有効な利用の 促進に関する法律/ 再生資源の利用促進 に関する法律/H6通 達「コンクリート副産 物の再生利用に関す る用途別品質基準 (案)」

国土技術政策総合研究所 建築研究部 7

昭和 60 年代になると、新材料の活用や高性能化に
関して、新素材総プロ、New RC 総プロ等を行いました。

その後、リサイクルの推進に関して、廃棄物総プロ
や副産物総プロ、このような総プロを実施し、それぞ
れ、ここに示す成果を得ることができました。

材料・生産分野の研究レビュー

年代/社会的背景 /施策など	プロジェクト研究	アウトプット	アウトカム
H元年代～ 建築生産の合理化 /自動化	新施工総プロ	自動化施工技術/工場 生産の部材(ユニット鉄筋 埋設型枠等)のRC造へ の活用	鉄筋コンクリート構 造物の施工の合理 化
既存ストックの活用	社会資本総プロ	LCC算定手法/高耐久 性塗装、高耐久性金属材 料の評価・設計手法	建築ストックの合理 的な更新
建築生産の合理化	CALS総プロ	統合情報システムを活用 した建設生産情報管理モ デルの提案、情報技術の 要件の提案	ITを活用した施工 管理手法の高度 化・信頼性向上

国土技術政策総合研究所 建築研究部 8

さらに、平成元年以降では、建築生産の合理化や自
動化、あるいはストックの活用に関して、新施工総プロ、
あるいは社会資本総プロ、CALS 総プロを行いました。

材料・生産分野の研究レビュー

	研究ニーズ	社会的背景/施策
H10年	<ul style="list-style-type: none"> 既存建築物の活用 建築物の品質確保 合理的な維持管理 LCC、LCCO₂、LCW評価 	<ul style="list-style-type: none"> 建築基準法の性能規定化 品確法 持続可能な社会の構築 維持管理費用の増大(LCC) 環境配慮(CO₂削減)
H20年	<ul style="list-style-type: none"> 被害軽減 住宅の長期使用 合理的な維持保全 (予防保全、改修・更新) 生産性の合理化 IT等の活用 	<ul style="list-style-type: none"> 災害(震災)対応 瑕疵担保履行法 長期優良住宅の普及の促進 に関する法律 東日本大震災 エコまち法

国土技術政策総合研究所 建築研究部 9

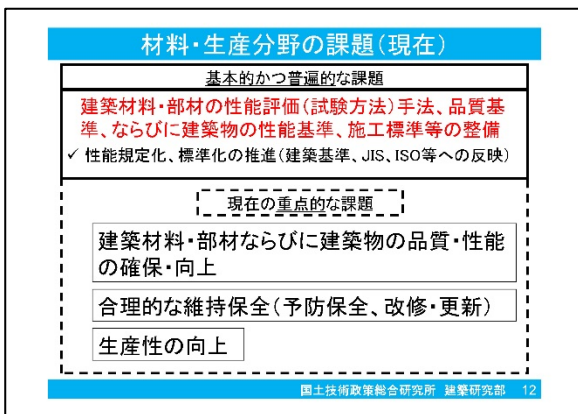
平成 10 年以降では、ここに示す社会的背景、施策、
研究ニーズも、昭和 40 年代から平成元年くらいまで
と比較すると、様々なトピックというか、いくつかの
建築に関する法律ができたこともあり、これまでと
異なる多様な研究ニーズが出てまいりました。既存
建築物の活用、環境配慮に関すること、住宅を長く使
うこと、合理的な維持保全等を進めていくこと、この
ような社会的背景や施策を前提に、これらに関する

研究ニーズが高まってきます。具体的にどのような総プロ等で行ったかという
と、品質総プロ、あるいは外部コスト総プロ、それから、これはタイトルが長い
ですが、いわゆる SB 総プロが挙げられます。それぞれの総プロにおいても、
ここに示すような様々なアウトプット、アウトカムとして広く公表して
きました。

材料・生産分野の研究レビュー			
年代/社会的背景/施策など	プロジェクト研究	アウトプット	アウトカム
H10年代～ 建築物の品質確保	建築物の品質総プロ	木造住宅生産者による品質の自己管理・検査ツール/S造の設計・施工連携ツールと溶接品質の検査・記録ツール/RC造の要求性能実現のための品質管理用ソフト/建築物を対象とした基礎・地盤の品質管理ガイドライン	各種建築構造の品質管理・検査技術の高度化
コスト低減/適正化	外部コスト総プロ	構造物の耐震・耐火性の向上技術/住宅の改修・補強技術/省資源型建築材料/環境負荷低減型建築設備空調システムの開発	外部コストの低減
LCCO ₂ 、LCW評価	持続可能な社会構築を目指した建築性能評価・対策技術の開発	LCにおけるCO ₂ 排出量算出・評価手法/CADと連携可能なCW算定標準	BEAT-Bldg

国土技術政策総合研究所 建築研究部 10

それから、平成 20 年代、それから現在におきましても、多世代利用総プロ、予防・保全総プロ、外装材の耐震安全性評価、これは総プロではなくて事項立て研究ですが、これらのプロジェクト研究を行ってきました。現在は、後でお話しするストマネ総プロを実施し、ここに示すアウトプット、アウトカム、このようなことを目標に研究をやっています。



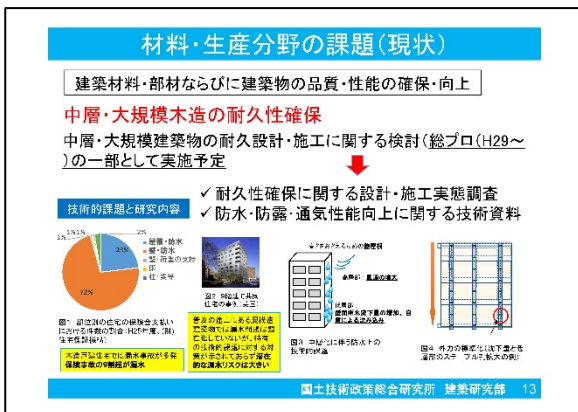
このように、様々な社会的な背景などを踏まえた研究ニーズをとらえた研究を実施しました。

次に、現在、材料・生産分野では、どのようなターゲットを念頭に置いているかについてお話しします。ここには、材料・生産分野における基本的かつ普遍的な課題と書いてありますが、ここに示すように様々な課題があると同時に、これらは基本的に変わらない研究のスタンスとしても書いてあります。建築材料・生産分野としては、これらの性能評価、試験方法なども含めて、品質基準等を提供する。

それから、建築物においては、必要な性能基準、施工標準などを整備していくということが、基本的かつ普遍的な課題と捉えて、研究を進めております。これらには、国内の建築基準、あるいは JIS や ISO などを含め、様々な建築に関する基準の性能規定化や標準化を推進していこうと背景もあると考えます。

現在、重点的を置く具体的検討課題は、キーワード的になりますが、次の3つかと思います。

1つ目が建築材料・部材ならびに建築物の品質・性能の確保・向上に関する研究課題。2つ目が、予防・保全、合理的な改修、更新を含めた維持保全。3つ目が、生産性の向上。生産性の向上に関しては、前のセッションでもタイトルとして挙げられていましたが、この3つが、キーワードとして考えられると思います。



まず、建築材料・部材並びに建築物の品質・性能の確保・向上というキーワードに対しては、中層・大規模木造建築物の耐久性確保が、大きな課題として挙げられると思います。これについては、来年度からの総プロとしての実施を予定しております。この総プロの中で、材料に関する検討範囲はここに示すとおりです。耐久性確保に関する設計・施工実態調査やこれらの調査等を踏まえた、防水・防露・通気性向上に

関する技術仕様の提案、すなわち、中規模・大規模木造における耐久性確保を進めるような技術資

料の提供を考えております。

材料・生産分野の課題(現状)

合理的な維持保全(改修・更新) | 建築物の品質・性能の確保・向上

公営住宅等の長寿命化および合理的な維持保全
総プロ/地域安心居住機能の戦略的ストックマネジメント
技術の開発(H27~29)

1. 躯体・外壁・防水等の補修・改修部分の劣化状況の把握及び耐久性に関する技術資料の提示
2. 長寿命化に係る改修の計画手法の検討・提示

国土技術政策総合研究所 建築研究部 14

外壁・防水等の補修、改修部分の劣化状況の把握、及び耐久性に関する技術資料の提示になります。2点目が、これらを踏まえた長寿命化に係る改修の計画手法の検討・提示であり、この2つのアウトプットを目標に検討しています。

具体的には、下図に示すような具体的に建築物を20年、30年、40年等の使用期間におけるシナリオを想定します。当然ですが、この間には何度かの改修や補修を行わなくてはなりません。これらをいかに合理的に行うか、特に材料の物理的な耐久性やこれらの実施のための費用などの観点から、合理的な改修計画を立てるための技術資料などを提案したいと考えています。

材料・生産分野の課題(現状)

合理的な維持保全(予防保全)

維持保全段階における生産情報・調査診断情報の利活用

- ✓ 外壁などの落下事故防止・予防のための調査・診断情報を対象とした日常・災害時の公共空間における安全性確保のための、地理情報と連携した情報活用技術

総プロ/社会資本等の維持管理効率化・高度化のための情報蓄積・利活用技術の開発(H25~28)

1. 外壁落下危険性を可視化するツール(3Dビューフ、右図)の開発
2. 日常安全確保および防災計画等への利活用に向けた定期報告記録の電子データ化のための技術資料の作成

国土技術政策総合研究所 建築研究部 15

次に、これも合理的な維持保全に関する研究ですが、維持保全段階における生産情報・調査診断情報の利活用という総プロについて、材料・生産分野でもその一部を本年度まで実施しております。

具体的には、外壁落下危険性を可視化するツールの開発や定期報告記録の電子データ化のための技術資料の作成を目標に、最終年度のため、取りまとめを急ピッチで行っています。

材料・生産分野の課題(現状)

生産性の向上 | 建築物の品質・性能の確保・向上

良質なストック・中小工務店の支援

- ✓ 良質な住宅の普及のため住宅性能表示制度
- ✓ 木造住宅建築時に作成される木材加工情報を活用した構造性能評価手法の整備
- ✓ 防水・防露技術による耐久性向上

事項立て/木造住宅の簡易な性能評価法の開発(H28~30)
 中小工務店が行える木造住宅の簡易な性能評価法の提案
 共研/木造住宅モルタル外壁の設計・施工に関する技術資料

国土技術政策総合研究所 建築研究部 16

次に、生産性の向上、建築物の品質・性能の確保・向上に関連して、良質なストック・中小工務店の支援に関する研究を実施しています。この図は日本における住宅の種類、ストックがあるかを示しており、左半分が一般戸建て住宅、右半分が共同住宅、そのうちの黒い部分が在来木造で中小工務店が提供できるものを示しており、これだけ多くのストックを抱えていることがわかります。これに関しては、2016年度より事項立て研究として実施している木造住宅の簡易な性能評価手法の開発や、既往の共同研究として実施した木造住宅モルタル外壁の設計・施工に関する技術資料があります。

材料分野の展望(将来)

課題

- 環境配慮性、経済性、地域性、歴史的価値等、従来よりも配慮が必要な評価軸への対応
- 国際化(欧米)、分散化・多様化(第三国)への対応
- 建築材料・部材の品質と建築物の性能との関係
- 新築対応 → 既存対応

解決策

- 品質・性能予測技術(高度化/簡易化)の開発と普及

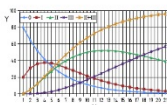


図1 マルコフ連鎖モデルを用いた外壁の劣化度予測(例)

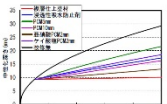


図2 拡散理論を用いた外装仕上の中性化抵抗性予測(例)

国土技術政策総合研究所 建築研究部 17

最後に、材料および生産分野における展望について、2つお話ししたいと思います。まず、材料分野ですが、課題はここに書いてあります。先ほどの講演で、マルコフ連鎖モデルの話がされておりましたが、このようなツールを用いた品質・性能、予測技術の高度化、あるいは簡易化というものを念頭に置きながら研究を進めていくことも、様々な課題の解決策の1つとして、大いに役に立つのではないかと考えます。

生産分野の展望(将来)

課題

- 過去にもクローズアップされた少子・高齢化による建設労働者の不足
- 若手技術者の入職率の減少
- 技能に依存しない施工方法
- 新しい材料・工法の研究開発

解決策

- BIM、ICT(情報化通信技術)の活用
- ロボット技術の活用

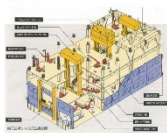


図1 施工ロボットシステムの概念図

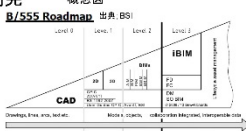


図2 BIM活用に関するロードマップ

国土技術政策総合研究所 建築研究部 18

生産分野については、右側に例を示します。これは、施工ロボットの概念で、これはBIM活用に関するロードマップです。BIM に関しても、前のご発表の中であったかと思えます。このように、生産分野においては情報化通信技術の活用、あるいはロボティクスの活用等を、大きなターゲットとしてとらえて、研究を進めていくことが必要ではないかと考えております。

以上、私からの発講演で終わります。

引き続き、国総研の建築分野の材料・生産分野に関して、様々なご助言等を賜ればありがたいと思っていますので、よろしくお願いいたします。