

# 学卒者訓練に向けた鉄筋コンクリート構造基礎躯体モデル・ 1階躯体モデルの開発と実習での展開方法について

## 主執筆者

佐竹 重則

独立行政法人 高齢・障害・求職者雇用支援機構  
関東職業能力開発大学校

## テーマ

多様で柔軟な職業能力開発の推進

## 要旨

現在、職業能力開発大学校の応用課程 建築施工システム技術科では、実践技術者の育成を目的として、それぞれの大学校が独自に工夫した課題を設定して、鉄筋コンクリート構造躯体工事に関する施工・施工管理課題実習（以下、標準課題実習）を実施している。その多くは1階または一般階の躯体モデルで施工管理及び施工をしているのが現状で、基礎躯体の施工については実施していない。そこで、2023年度と2024年度の開発課題において、基礎躯体モデルと1階躯体モデルを設計して施工管理及び施工を実施し、開発した躯体モデルの概要と躯体工事を行った際の施工管理及び施工についてまとめた。2025年度からは、このモデルを応用課程1年の標準課題で活用する計画をしており、2026年度以降は年度ごとに基礎+1階躯体が完成したら解体し、新たな基礎躯体と前年度の基礎躯体の上に1階躯体を施工する。1年毎に建替えをしながら新しい躯体を施工する方式で展開していく方法を提案する。

## 1. はじめに

近年、建設業では現場監督（以下、施工管理技術者）及び職人（以下、施工技術者）として就業している若年者の人材が不足している。国土交通省の統計によると、建設業就業者数は1997年から2022年の間に685万人から479万人へ約200万人（約30%）減少した。比率からだと施工技術者数の減少が著しいが、施工管理技術者も1997年から2022年の間に41万人から37万人に減少している。建設業就業者数の減少を受けて、これからの建設業では担い手の処遇改善、働き方改革、生産性向上を建設業が一体で進める必要がある。<sup>[1]</sup>

建設工事現場の監督業務を担う施工管理技術者は工業高等学校や大学の建築系の学科を卒業して就職することが一般的であり、関東職業能力開発大学校（以下、当校）の応用課程 建築施工システム技術科も総合建設業における施工管理技術者を育成することが目的のひとつである。

私たち職業能力開発大学校の指導員は進学してくる学生に対して、職業能力開発大学校の強みである実学融合の高度教育訓練システムを活かして、就職した企業で即戦力となりうる施工管理技術者を育成していかなければならない。即戦力となる人材を育てるため、応用課程の2年に履修する「開発課題実習」では、施工管理業務を行ううえで施工管理の職務である「工程管理・安全衛生計画・環境管理・品質管理」を実践し、施工管理技術者として必要な知識・技術などの施工管理能力を向上すること、応用課程1年に履修する「標準課題実習」では「仮設工事・型枠工事・既成コンクリート工事・仕上げ工事」の施工管理及び施工技術を身に付けることを科目の教育訓練目標として教育訓練を行っている。

現在、全国にある職業能力開発大学校のうち5校に設置されている応用課程 建築施工システム技術科では、それぞれが独自の課題を設定して鉄筋コンクリート（以下、RC）構造躯体工事に関する標準課題実習を実施している。その中の3校ではコンクリート打設までの施工管理及び施工を行う実習を展開しており、担当指導員間では実習における施工管理や施工に関する情報交換を任意で行っているが、課題内容の標準化や情報公開はされていない。また新たにRC構造躯体工事に関する標準課題実習を担当できる若手指導員が育成できていないのも現状である。

そこで、当校において2023年度と2024年度の開発課題実習で作成した「鉄筋コンクリート構造基礎躯体モデル・1階躯体モデル」とこれから当校で実施するRC構造 標準課題実習の計画内容を公表することで、他校で担当する指導員が少しでも容易に課題内容を設定できることや企業で若手社員の技術研修を担当される方の役に立てないかと考えた。

## 2. 概要

### 2.1 鉄筋コンクリート構造基礎モデルと1階躯体モデルの作成

応用課程 建築施工システム技術科のRC構造 標準課題及び開発課題実習について2021年度に修了生へのアンケート調査を行った際、一般階の躯体工事だけでなく、基礎躯体の施工や施工管理も教えた方が就職してから役に立つと思うという意見をもらったことがある。そのことをきっかけに、応用課程 建築施工システム技術科の学生にどうすれば、基礎躯体と一般階の躯体工事を実習で経験してもらえるのかを考えてきた。

基礎躯体は、建物を支える重要な構造部分であり、構造躯体のサイズや鉄筋工事の様、施工計画における仮設工事の方法等、一般階とは異なることが多いので、標準課題のカリキュラムに入れるのは適当である。ただ、大学の实習では、施工が難しいことだけが理由ではなく、一般的な基礎躯体の工事では土工事で建設する箇所を掘削して、地中内に建設することになるため、一般階躯体工事では行わない土工事及び地業工事が関係することで工期が長くなってしまう。また基礎躯体か一般階躯体のどちらかを施工すると考えれば、一般階躯体の方を選ぶことが実施できなかった要因だと思う。

そこで実習における工事方法（工事の設定）を工夫することによって、実習でも施工することができないか、また実習で基礎躯体工事を行うために使用できるような設計図書を作成したいと思い、2023年度の開発課題実習で「鉄筋コンクリート構造における基礎躯体モデルの作成」として取り組んだ（図2-1-1）。2024年度の開発課題実習では、「鉄筋コンクリート構造における1階躯体モデルの作成」として、2023年度に施工した基礎躯体モデルの上に1階躯体モデルを施工した（図2-1-2）。

基礎躯体モデルの特徴は、1SLの設定をGL（建物の基準となる地盤高さ）から1,600mmと高くすることで大掛かりな掘削工事をなくして、工期を短縮することができる。実際の現場に比べると規模は小さいが、土工事を行わずにフーチング（基礎）（1,000×1,000×250mm）及びの地中梁（梁幅350×梁せい1,500mm）における施工管理及び施工ができることである。

1階躯体モデルは平面寸法を芯々で3,000×4,000mm、階高を2,500mmとし、柱せいを500×500mm、大梁を梁幅300mmと350mm×梁せい450mm、小梁を梁幅250mm×梁せい400mmとし、片持ちスラブが付く側の柱をアウトフレームで設計した。

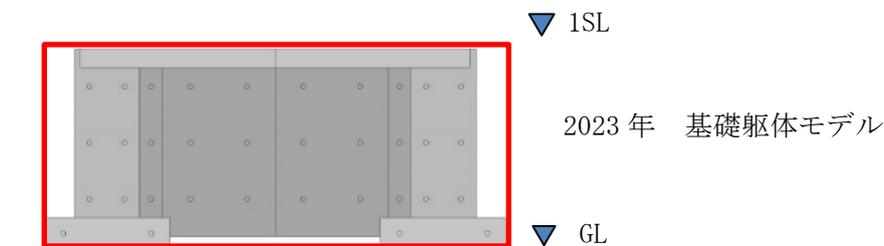


図2-1-1 基礎躯体モデルのイメージ図（2023年）

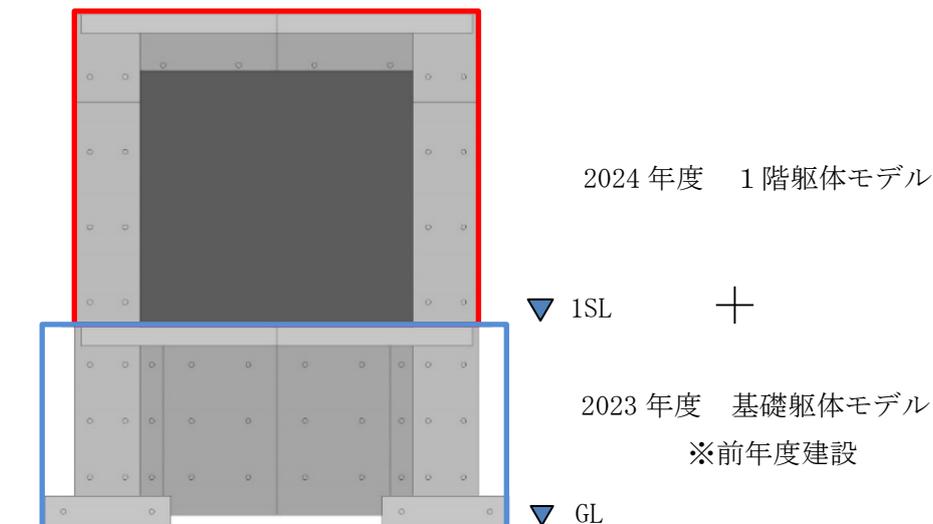


図 2-1-2 基礎躯体モデル+1階躯体モデルのイメージ図(2024年度)

## 2.2 基礎躯体モデルと1階躯体モデルの実習における展開イメージ

2023年度と2024年度は計画どおりに2年生の開発課題実習のみで基礎躯体モデルと1階躯体モデルを完成できたので、次のフェーズとして、この躯体モデルを1年生の標準課題実習で活用する事例を提案する。

2025年度からは、基礎躯体モデルと1階躯体モデルの施工管理及び施工において、開発課題と標準課題を連携して、基礎躯体と1階躯体の2棟を同時に施工する計画とした(図2-2-1)。2年生の開発課題実習では「標準課題と連携した基礎躯体モデルと1階躯体モデルの施工管理(仮)」をテーマとし、1年生は基礎躯体と1階躯体の施工管理及び施工をRC構造標準課題実習で行う。既に2年生の開発課題では10月からの施工開始に向けて施工計画を作成している。工程表(引用2-2-1、2-2-2)では2棟の躯体コンクリート打設を2025年12月22日とし、上棟は2026年1月23日に設定した。

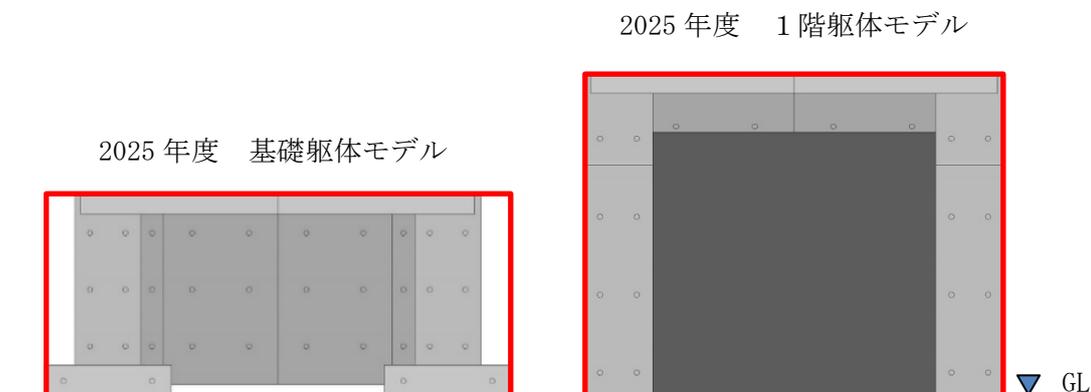


図 2-2-1 基礎躯体モデル、1階躯体モデルのイメージ図(2025年度)

その後、2026年度からは、前年度に施工した基礎躯体モデルの上に1階躯体モデルを施工し、新たに基礎躯体モデルを施工する（図2-2-2）。ここからは年度ごとに基礎+1階躯体が完成したら解体し、新たに基礎躯体と前年度の基礎躯体の上に1階躯体を施工していく（図2-2-3）。遷宮ではないが、1年毎に建替えをしながら新しい躯体を施工する伊勢神宮の式年遷宮をイメージしたような方式で展開していくことを提案する。

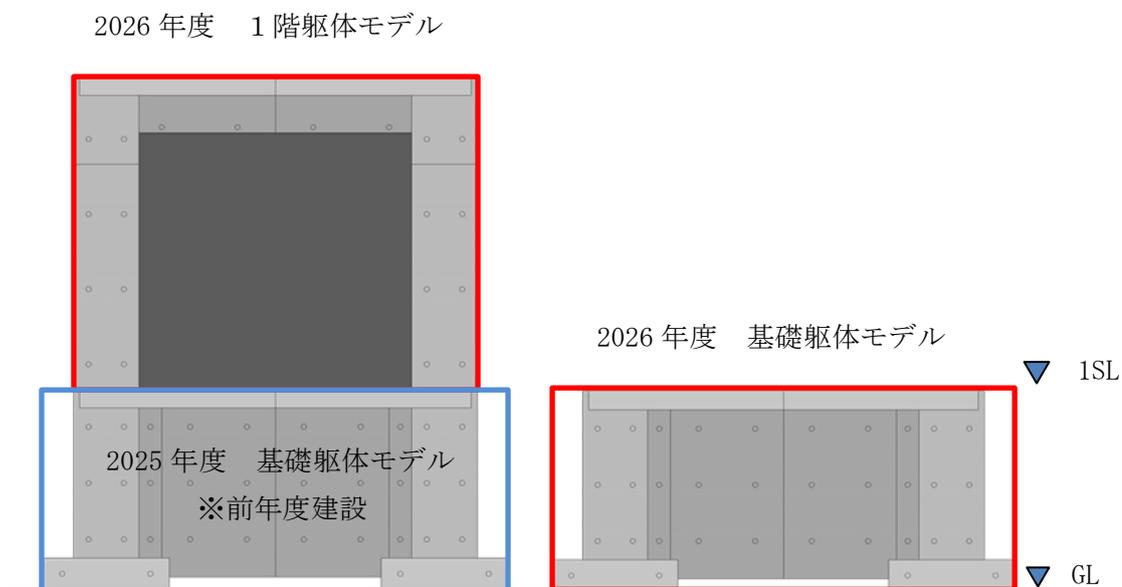


図2-2-2 基礎躯体モデル+1階躯体モデル、基礎モデルのイメージ図（2026年度）

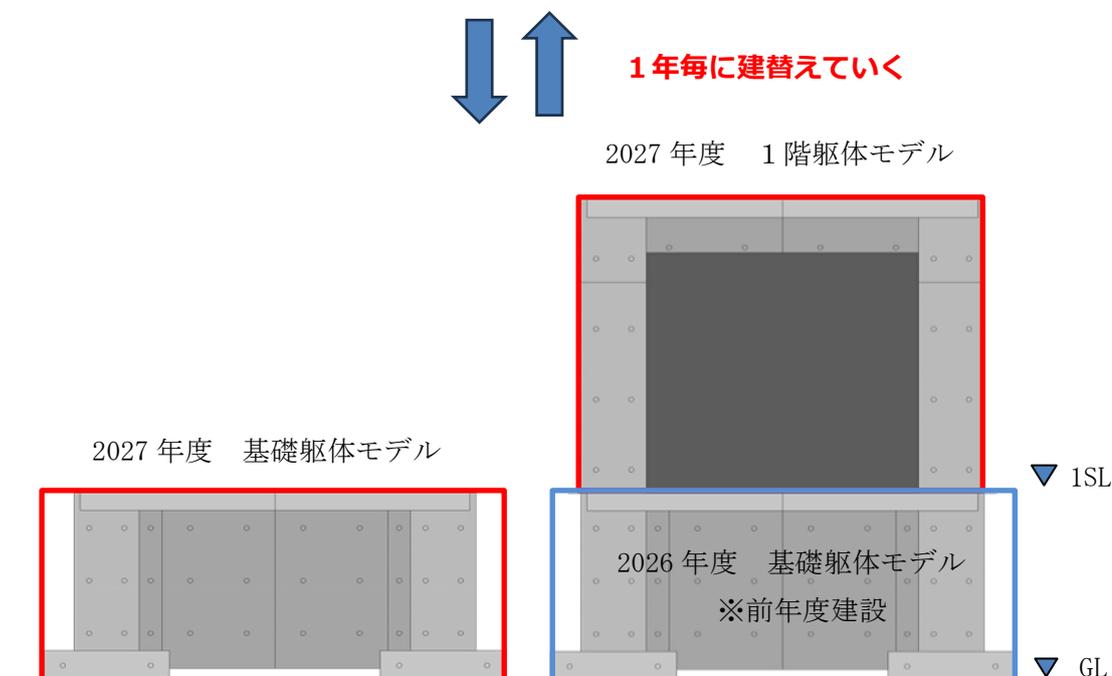


図2-2-3 基礎躯体モデル、基礎モデル+1階躯体モデルのイメージ図（2027年度）

### 3. 開発課題実習で作成した RC 躯体モデル

#### 3.1 基礎躯体モデルの施工計画（2023 年度）（表 3-1、引用 3-1-1、3-1-2）

建築面積は関東職業能力開発大学の標準課題で施工している RC 躯体に合わせ、地中梁の梁せいを 1,500mm として設計した。今回の基礎躯体モデルの作成は開発課題だけで取り組むことにしたため、2 年生が施工管理者技術者と施工技術者を兼務することになり、施工技術者の不足が工程に影響しないよう積極的に省人化へ繋がる工法を採用した。

型枠工事ではスラブ面積の半分ずつを軽量支保梁と従来のパイプサポートによる支保工として作業性の比較をした。鉄筋工事では、地中梁主筋の定着箇所に「機械式定着工法 (FRIP 定着工法)」と柱主筋には次年度に施工する 1 階柱継手が「機械式継手工法 (EP ジョイント)」にできるよう「ねじ節鉄筋棒鋼 (ねじ ONICON)」を用いて<sup>[2]</sup>、帯筋は溶接閉鎖型せん断補強筋を用いた。

表 3-1 工事概要

工事名	15 号棟新築工事 基礎躯体
工事場所	栃木県小山市横倉 612-1 関東職業能力開発大学校敷地内
工期	2023 年 10 月 4 日～2023 年 12 月 26 日
構造	鉄筋コンクリート構造 2 階建
敷地面積	約 20.00 m <sup>2</sup>
建築面積	18.66 m <sup>2</sup>

##### 3.1.1 施工管理

地業工事がなく、1SL を GL+1,600mm にしたことで土工事は行わなくても施工できる設定にしたが、フーチング底と地中梁の下端に 100mm の段差があるので、地中梁下に捨てコンを打設する必要がある。8 月末までに施工計画、9 月末までに地中梁用の捨てコン打設を完了して、10 月 4 日からフーチングの配筋を開始し、地中梁及び 1 階スラブまでのコンクリート打設を 11 月 29 日とした。基礎躯体の工事中は一般階躯体の施工と違い、外部から直接、躯体内側へ出入りできる箇所（開口部分）がないため、人と資材の搬出入経路を確保できる仮設計画（鉄筋足場）が重要になる。また、柱と地中梁を自立させる仮設をどうするか、フーチングと地中梁を同時にコンクリート打設するか等を検討しなければならない。学生たちは基礎工事の施工手順が一般階とは違ってイメージしづらかったようで、工程表の作成と工事進捗の管理にも労力を費やした。

##### 3.1.2 施工

フーチングを配筋した後、柱配筋を行う前に長辺方向に外部足場を組み立て、その足場を利用して柱主筋を自立させるためのかんざしを設けた。地中梁は基礎エース（梁の上主筋の架台）を使用して配筋した（図 3-1-2-1）。地中梁主筋の定着部には機械式定着工法を用いたため、通常だと定着長 L2 の折り曲げ定着を定着長 La の直線定着とすることができた。

今回の工程では地中梁の配筋が完了したらフーチング型枠を組み立て、先にフーチングのコンクリート打設を行った。フーチング型枠を解体後、地中梁の型枠を外側→内側の順に建

込み（図 3-1-2-2）、内側のパイプ締固めを行ってから、計画した2種類の支保工を架けてスラブ型枠を建込んだ（図 3-1-2-3）。その後、1階スラブの配筋を行いながら、外側型枠のパイプ締固め→角締めを行った後、1階スラブまでのコンクリートを打設して完成した（図 3-1-2-4）。



図 3-2-1-1 地中梁の配筋



図 3-2-1-2 地中梁型枠建込



図 3-2-1-3 スラブ支保工・型枠建込



図 3-2-1-4 完成した基礎躯体

### 3.2 1階躯体モデルの施工計画（2024年度）（表 3-2、引用 3-2-1、3-2-2）

2024年度の開発課題では、2023年度に施工した基礎躯体モデルの上に1階躯体モデルを施工した。基礎躯体モデルと同様、関東職業能力開発大学の標準課題で施工しているRC躯体を参考資料にしなが、片持ちスラブの付く側の柱をアウトフレームとしている。

2023年度の設計段階では1～2階に昇降する階段を設けていなかったが、学生が型枠工事における技能継承をテーマとした階段の施工をしたいと提案してきたので、長辺方向の外側壁に片持ちスラブ形階段を設ける設計変更をして施工することとした。

型枠工事では昨年度と同様、スラブ型枠に軽量支保梁を使用した。また、四方が入隅となっている壁型枠解体時の1枚目が解体しづらいことを解消するため、主に大型型枠パネル化工法で用いられるダミーPコン（パネコン<sup>[3]</sup>）を1枚目に解体する型枠に取り付けておき、型枠パネルをレバブロックで引き出す計画とした。鉄筋工事では基礎躯体モデルと同様、梁主筋に「機械式定着工法（FRIP定着工法）」を用い、1階柱主筋と2階梁主筋の継手に「ねじ節鉄筋棒鋼（ねじONICON）」を使用して「機械式定着継手工法（EPジョイント）」とした。

表 3-2 工事概要

工事名	15号棟新築工事 1階躯体
工事場所	栃木県小山市横倉 612-1 関東職業能力開発大学校敷地内
工期	2024年10月2日～2024年12月26日
構造	鉄筋コンクリート構造 2階建
敷地面積	約 20.00 m <sup>2</sup>
建築面積	18.90 m <sup>2</sup>

### 3.2.1 施工管理

施工計画を立案するにあたり、今回の躯体モデルだと1階躯体工事は一般的な建設現場の2階以上の躯体工事の施工条件に近くなることを考慮しなければならない。また当校では常時、揚重機が利用できないため、躯体内側に資材が搬出入できる経路を考慮した仮設計画が重要になる。

8月末までに施工計画を完了し、今年度は柱主筋と梁主筋の継手に機械式継手工法を採用することにしたため、9月5日にこの開発課題を担当する学生7名と伊藤製鐵所 筑波工場 で機械式継手工法の技術講習を受講した。10月2日から柱配筋を開始し、10月7日に1階階段支保工を受ける片持ちスラブを増設し、12月2日を1階躯体コンクリートの打設日とした。

### 3.2.2 施工

施工では片持ちスラブ形階段型枠の建込みと階段を受ける壁に定着する階段主筋の配筋(図3-2-2-1)の工程調整に苦労した。機械式継手工法での施工は初めてだったが、10月10日(1回目)に柱主筋、11月18日(2回目)に2階梁主筋の機械式継手作業を行い、2回目の施工では先に梁配筋を固めてからグラウト材の注入を行った(図3-2-2-2)。仮設計画では1階床レベルがGL+1,600mmの高さなので、1階躯体の施工であるが、工事開始時から外部足場が無いと施工ができない。4面全面に外部足場を組んでしまうと資材の搬出入経路が確保できないため、梁・スラブの支保工を架ける工程が完了するまでは南側の一部を開けて施工を行った(図3-2-2-3)。また、施工計画通りに1階コンクリート打設後の型枠解体で内部壁型枠の1枚目をレバーブロックで引っ張りだすことができるように型枠にパネコンを取り付けた。その後、2階スラブの配筋を行いながら、外側型枠のパイプ締固め→角締めを行った後、2階スラブまでのコンクリートを打設して完成した(図3-2-2-4)。



図 3-2-2-1 壁・階段主筋の配筋



図 3-2-2-2 2階梁主筋の配筋



図 3-2-2-3 外部足場組立て



図 3-2-2-4 完成した1階躯体

### 3.3 DX 関連の訓練

学卒者訓練では、高度技能者養成のための職業訓練として、カリキュラムを DX、GX に対応するため、2023 年度からの開発課題実習や応用課題実習では 3D レーザースキャナ（トプコン GLS-2200）による測量（図 3-3-1）や BIM での図面作成等、DX に関する技術要素を活用した訓練を実施した。BIM ソフト（Revit）を使用した 3D モデルの図面作成（図 3-3-2）及びコンクリート数量と鉄筋数量の拾い出しを行った。

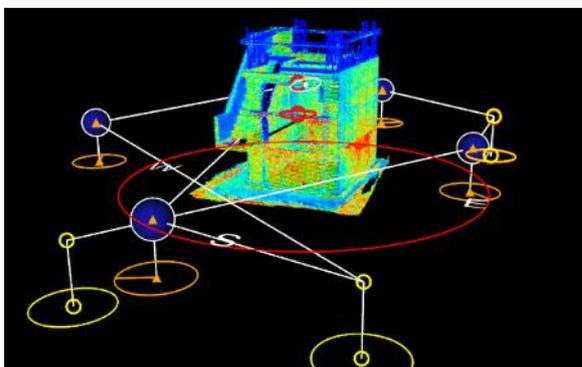


図 3-3-1 測量した躯体データを 3D 点群処理ソフトウェア（MAGNET collage）で作成した点群モデル

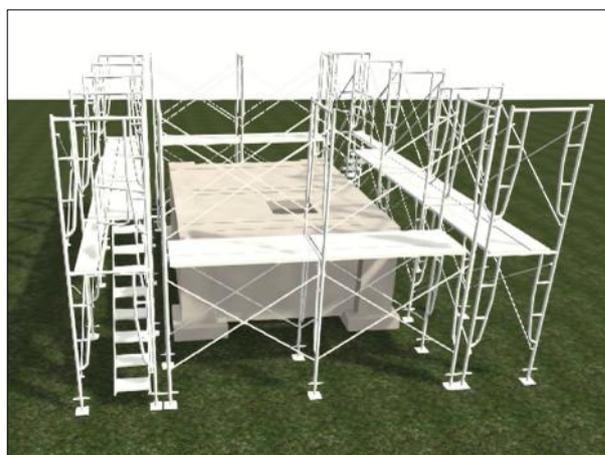


図 3-3-2 基礎躯体と外部足場 3D モデル（BIM 図面）

#### 4. 結果及び考察

以下に2024年度の開発課題実習における鉄筋工事と2023年度と2024年度の開発課題実習における型枠工事の歩掛りを示す(表4-1、表4-2、表4-3)。施工階が基礎躯体と1階躯体のため構造部位による比較はできないが結果について考察した。

表4-1 鉄筋工事 構造部位別 歩掛り 2024年度

	鉄筋重量 (kg)	人数 (人)	作業日数 (1日=4コマ)	人工数 (人×日)	歩掛り (t/人工)
壁	297.04	2	5	10	0.030
柱	327.04	3	1	3	0.109
階段	108.74	2	3.5	7	0.015
スラブ	110.94	4	1.5	6	0.018
梁	257.32	4	2	8	0.032
CS6	20.97	3	1	3	0.007
CS2	38.69	7	3.5	24.5	0.002

表4-2 型枠工事 構造部位別 歩掛り 2023年度

部位	施工面積 (m <sup>2</sup> )	人数 (人)	作業日数 (1日=4コマ)	人工数 (人×日)	歩掛り (m <sup>2</sup> /人)
ベース型枠	2.34	3	6	18	0.13
柱	6.64	4	1	4	1.66
地中梁(外側)	21.56	5	2.5	12.5	1.73
地中梁(内側)	14.65	5	2	10	1.47
スラブ	7.11	4	2	8	0.89
片持ちスラブ	2.44	4	1	4	0.61
支保工	3.55	4	2	8	0.44
支保梁	3.55	2	0.5	1	3.55

表4-3 型枠工事 構造部位別 歩掛り 2024年度

部位	施工面積 (m <sup>2</sup> )	人数 (人)	作業日数 (1日=4コマ)	人工数 (人×日)	歩掛り (m <sup>2</sup> /人)
柱(内側)	5.96	2	3	6	0.99
壁(外側)西側を除く	22.64	2	4	8	2.83
壁(内側)	16.90	2	5.5	11	1.54
大梁	5.30	2	1.5	3	1.77
小梁	1.98	2	0.5	1	1.98
スラブ	7.60	2	0.5	1	7.60
片持ちスラブ	2.44	3	0.5	1.5	1.63
支保梁	7.60	2	1	2	3.80

#### 4.1 基礎躯体モデル

##### ・鉄筋工事

地中梁主筋の定着部には機械式定着工法を用いたため、通常だと定着長  $L_2$  の折り曲げ定着を定着長  $L_a$  の直線定着とすることができるので作業効率が良かった。地中梁の配筋に関しては構造体が一般階梁と比べて大きいため、あばら筋の配筋に時間を費やした。小梁に関しては、機械式定着工法としなかったことと、小梁主筋に継手を設けずに両端が折り曲げ定着だったため、主筋の配置に苦労した。スパンの小さい建物を施工するときは両アンカーの1本での加工としないで、継手を設けて施工した方が配筋は簡単になると感じた。

#### ・型枠工事

スラブ型枠には、従来のパイプサポートによる支保工と軽量支保梁の2種類の支保工を使用してスラブ型枠を建込んだ。歩掛りを比較すると支保梁の設置が $3.55\text{m}^2/\text{人}$ で、パイプサポートによる支保工の設置は $0.44\text{m}^2/\text{人}$ となり、支保工は施工した経験が少ないと時間が掛かるのに対して、軽量支保梁は初めてでも設置が簡単であることで歩掛りが大きくなった。また軽量支保梁はコンクリート打設時に作業スペースを確保できるのも利点だった。

### 4.2 1階躯体モデル

#### ・鉄筋工事

機械式継手工法での施工では、10月10日に柱主筋、11月18日に2階梁主筋の機械式継手作業を行い、梁主筋の施工では先に梁配筋を固めてからグラウト材の注入を行うことで、圧接継手ではできない施工の効率化が図れた。また階段の主筋は90度折り曲げで直線定着が $L_2$ と長く、階段を受ける壁配筋と同時に先行して配筋する工夫が必要だった。

構造部位別の歩掛りを比較すると柱配筋が $0.109\text{t}/\text{人}$ で最も歩掛りが良かった。一般的な工事だとスラブ配筋や壁配筋の歩掛りが大きくなると思うが、スラブの歩掛りは $0.018\text{t}/\text{人}$ で、壁の歩掛り $0.030\text{t}/\text{人}$ 、梁の歩掛り $0.032\text{t}/\text{人}$ と比べて約60%の値だった。原因としては工程的に他工事の作業がなく、スラブ配筋に費やす人員が多くなったことと施工面積が少ないことが歩掛りに影響したと思う。

#### ・型枠工事

2023年度の基礎躯体と比較して外壁型枠とスラブ型枠の歩掛りが大きくなった。理由としては外壁の高さが約1.67倍となったこと、スラブでは床に開口部が無くなったことと施工時に別の作業に人員を割かれていることで生産性が良くなったと考えられる。

また、1階コンクリート打設後の型枠解体では、予め仕込んでいたパネコンにIボルトを取り付け、内部壁型枠の1枚目をレバーブロックで引っ張りだすことができ、型枠を損傷することなく効率的に型枠解体が行えることができた。

階段型枠は、CADで図面を作成できるので型枠の加工は容易だと思う。しかし、建込みは難しく、施工箇所が限定されて一度に人員を費やしても工程を短縮することができないため、在来工法での施工だと生産性を向上するのは難しい。結果として建込みに時間を費やした。

### 4.3 DX関連の訓練

3DレーザースキャナとBIMソフト(Revit)による作成図面での活用を計画していたが、施工中での活用はできず、施工終了後に事後検証する形となってしまった。

#### 4.3.1 3Dレーザースキャナの活用

2023年度の基礎躯体モデル、2024年度の基礎躯体モデル+1階躯体モデルについて3Dレーザースキャナで出来形測量を(図4-3-1-1、図4-3-1-2、図4-3-1-3)を行い、それぞれの完成した躯体について3次元点群データで保存することができた。また測量した3次元点群データの活用法として、現地に居なくても出来形の計測ができることは利点であると感じた。しかし、土木工事で活用されているような施工中の掘削土量を計測するような使用はできず、今後も施工中における活用について検討していく必要があると思った。

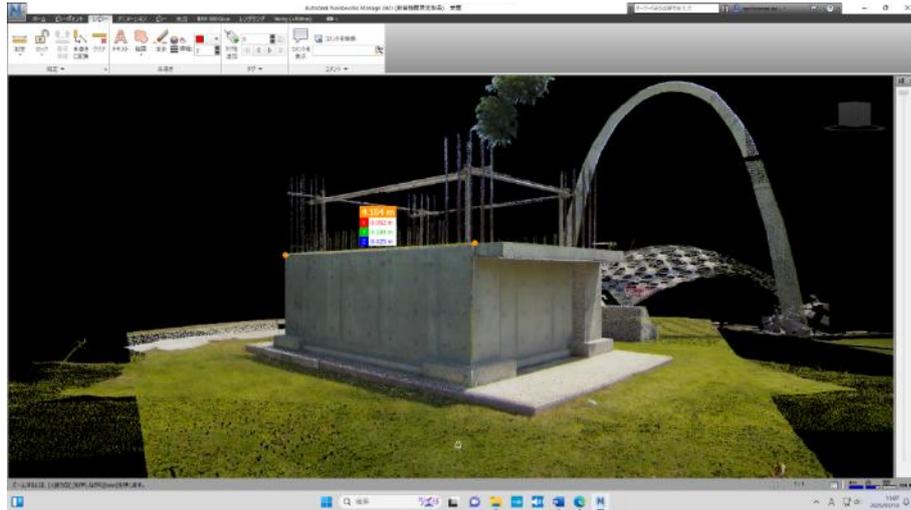


図 4-3-1-1 基礎躯体モデルの 3 次元点群データ 2023 年度

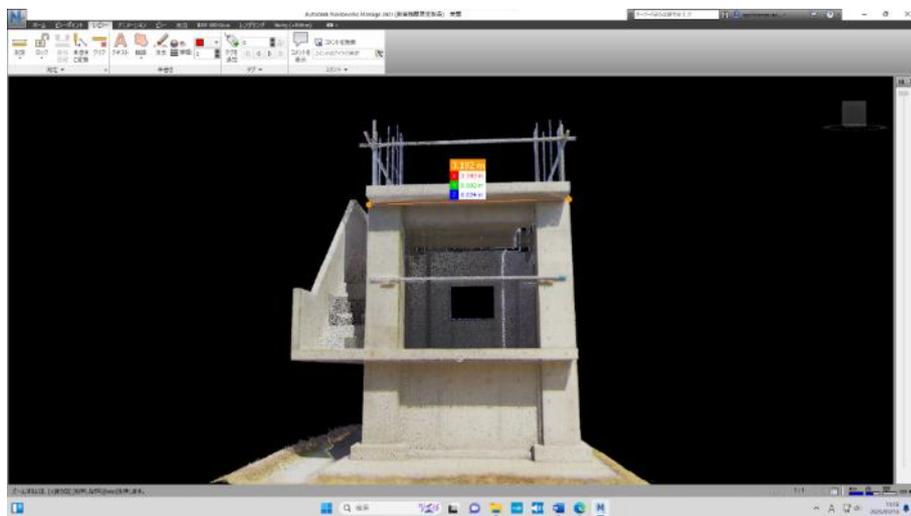


図 4-3-1-2 基礎躯体モデル+1階躯体モデルの 3 次元点群データ 1 2024 年度

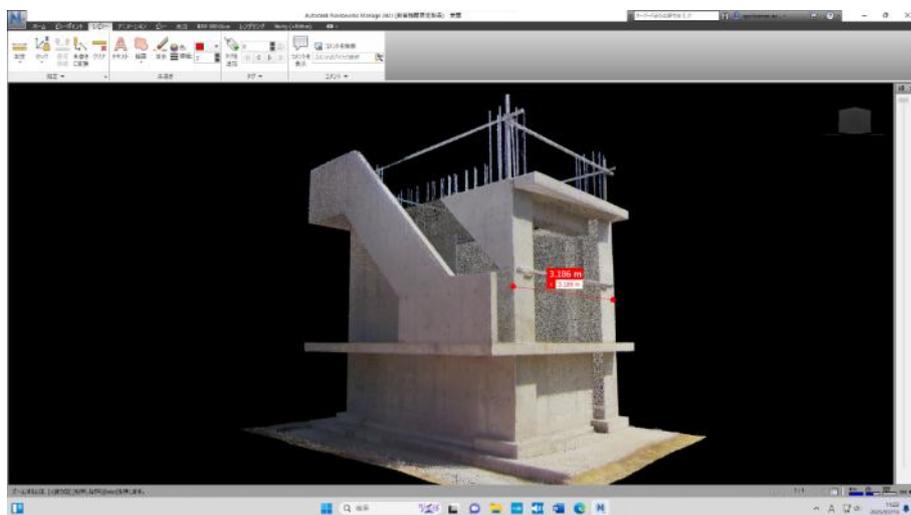


図 4-3-1-3 基礎躯体モデル+1階躯体モデルの 3 次元点群データ 2 2024 年度



表 4-3-2 1階躯体モデルのコンクリート数量（左）と鉄筋数量（右）

部材名	手計算 (m <sup>3</sup> )	BIM (m <sup>3</sup> )	部材名	手計算 (t)	BIM (t)
柱	2.70	2.70	D10	0.490	0.496
梁	1.91	1.91	D13	0.315	0.313
床	1.82	1.71	D16	0.023	0.023
壁	3.99	4.07	D19	0.398	0.399
階段	0.73	0.66	合計	1.226	1.231
合計	11.16	11.05			

#### 4.4 開発課題実習と標準課題実習のアンケート

2024年度の開発課題実習（2年生）、標準課題実習（1年生）で鉄筋工事と型枠工事について技術習得に関するアンケート調査を行った。回答方法は1：知らない、2：あまり知らない、3：やや知っている、4：知っているの4段階とし、回答理由は全ての項目で記述してもらっている。

##### ・鉄筋工事

2年生のアンケート結果（図4-4-1）は2023年度に1年生と同じ内容の標準課題実習を1年前に履修しているが、実習前だと項目7：柱帯筋の割付、項目8：梁あばら筋の割付、項目9：あばら筋の向き、項目11：梁の機械式定着、項目12：柱主筋の継手、項目13：梁主筋の継手、項目15：片持ちスラブ筋の方向に関しては平均値2以下であり、標準課題実習の履修後でも公共建築工事標準仕様書に書かれている仕様について理解できていない。開発課題実習を履修した後も項目7：柱帯筋の割付、項目8：梁あばら筋の割付、項目14：スラブ筋の方向、項目15：片持ちスラブ筋の方向に関しては平均値3以下で理解は進んでいない。今回、省人化に繋がる工法として採用した11：梁の機械式定着と項目、12：柱主筋の継手、項目13：梁主筋の継手に関しては主体的に施工計画をしてから施工したので大きく理解度が上昇している。全体的に鉄筋工事における仕様について理解が進んでいないのが分かった。

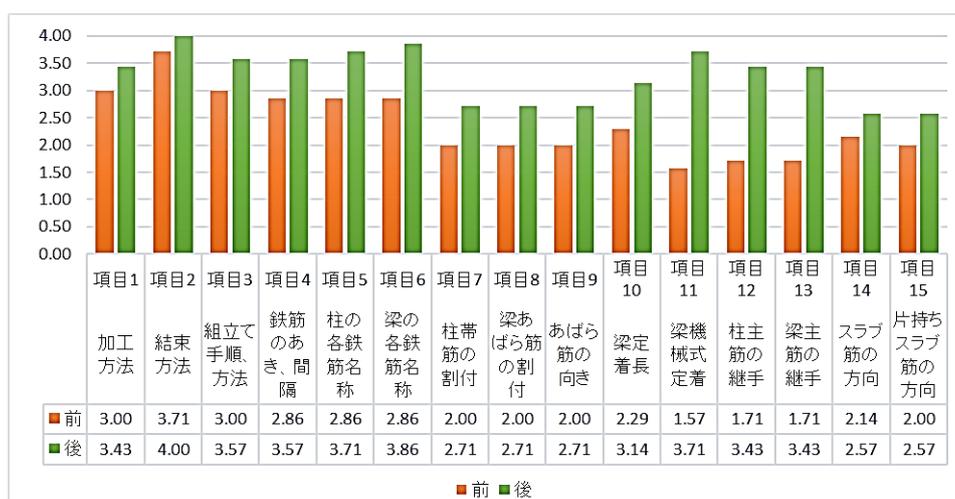


図 4-4-1 鉄筋工事の理解度アンケート結果 2年生

1年生のアンケート結果（図4-4-2）は標準課題実習を履修した後も項目4：鉄筋の空き間隔、項目7：柱帯筋の割付、項目8：梁あばら筋の割付、項目9：あばら筋の向き、項目10：梁の定着長、11：梁の機械式定着、項目12：柱主筋の継手、項目13：梁主筋の継手、項目14：スラブ筋の方向、15：片持ちスラブ筋の方向と全てで平均3以下である。2年生と同様に公共建築工事標準仕様書に書かれている鉄筋の仕様に関する項目について理解できていない。理由としては、グループワークで作業分担をして、学生たちが施工計画を共有できていないことが原因と考える。

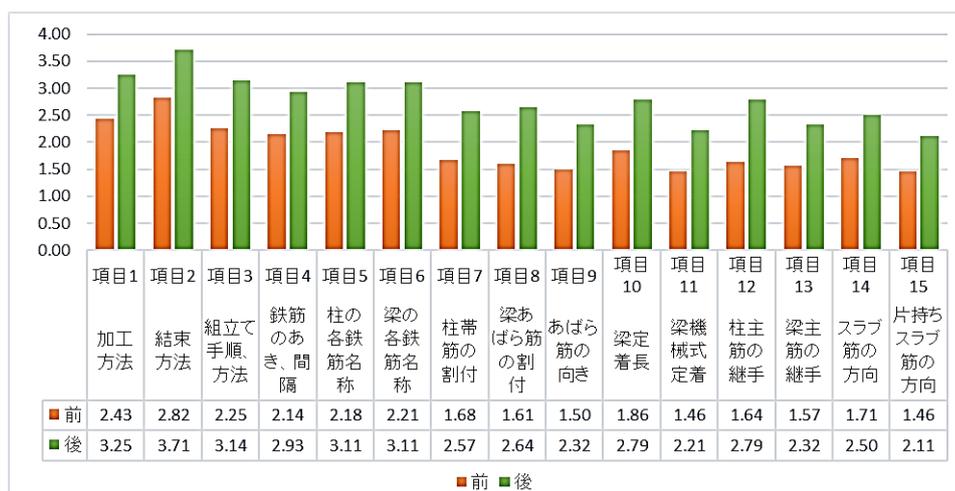


図4-4-2 鉄筋工事の理解度アンケート結果 1年生

・型枠工事

2年生のアンケート結果（図4-4-3）は、2年生は2023年度に1年生と同じ内容の標準課題実習を1年前に履修しているが、項目1：墨出し、項目2：敷棧、項目8：縦棧木の入れ方、項目10：角締め、項目11：梁の建込み方、項目13：支保梁の建込み方に関しては平均値3以下で理解していなかった。今回の開発課題実習を履修した後は全項目で平均3以上となり、少人数（7人）で主体的に施工計画における図面作成から施工を全て行ったことや施工に関わることが多くなることで1年生のときに比べて理解が進んだと考える。

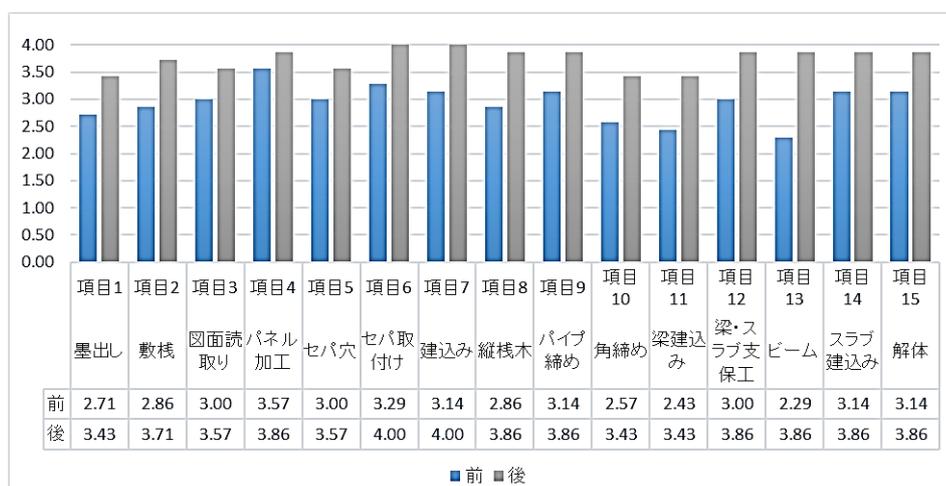


図4-4-3 型枠工事の理解度アンケート結果 2年生

1年生のアンケート結果（図4-4-4）で施工後も理解度が3以下と低かったのは、項目2：敷棧、項目8：縦棧木の入れ方、項目10：角締め、項目11：梁の建込み方、項目13：支保梁の建込み方、項目14：スラブの建込み方で、今年度の2年生の履修前と項目14：スラブの建込み方以外は重複している。項目13：支保梁の建込み方に関しては1年生の標準課題実習では施工していないので仕方ないが、型枠の仮設構造に関する項目が理解できていないことが分かる。現在の標準課題実習の建築面積が小さく、グループワークで4班に分かれ、その中で仮設工事、鉄筋工事、型枠工事等の施工計画を分業して行っているのが影響していると思う。

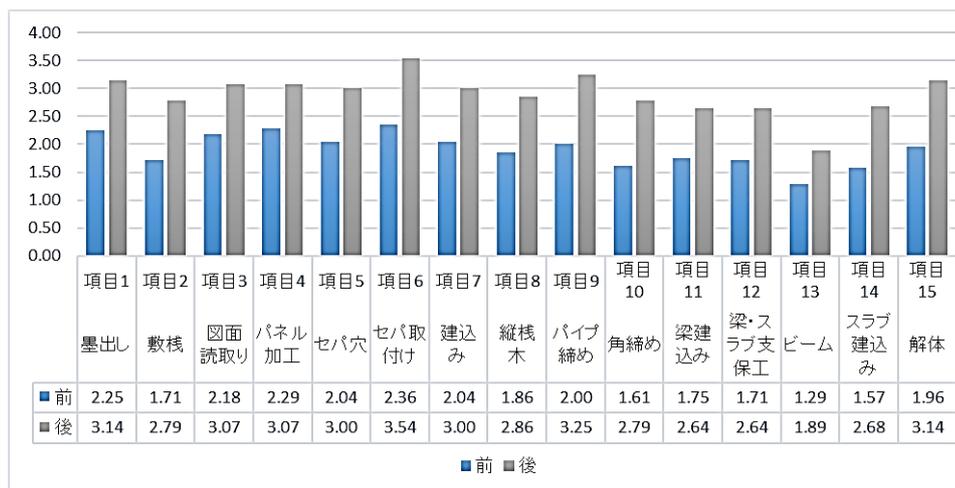


図 4-4-4 型枠工事の理解度アンケート結果 1年生

## 5. まとめ

- RC 構造 標準課題及び開発課題実習の鉄筋工事で省人化に繋がる工法の1例として「機械式定着工法」、「機械式継手工法」を使用することは工期の短縮になるが、コスト面はアップすることが分かった。型枠工事で採用した軽量支保梁に関しては、小規模な躯体での使用であれば、工期が短縮でき、また、パイプサポートが無くなるため施工している作業スペースの有効活用ができることが分かった。
- 基礎躯体工事では柱と地中梁の配筋での鉄筋足場を兼用する仮設外部足場の計画が重要となり、一般階躯体の工事に比べると工程管理が難しいことが分かった。
- 今回の計画のように基礎躯体を地盤面から1,600mm高くした場合、揚重機が利用できなければ1階躯体工事でも資材の搬出入を考慮した仮設外部足場の計画が重要となる。
- 階段型枠の施工は、実習だと工程管理のボトルネックとなる。今後、省人化できる工法等を提案して作業の標準化を行いたい。
- DX 機器を用いた施工管理はできなかったが、BIM ソフトウェアの活用でコンクリート・鉄筋・外部足場材の積算に使用でき、MR グラスを用いて施工技術者に施工について3次元で説明できることが分かった。
- 3D レーザースキャナによる3次元点群データの取得に関しては、建築物出来形のデータ保存や出来形計測に使用できることが分かったが、施工中における活用について検討していく必要があると感じた。
- 理解度を4段階で自己評価したアンケート結果が示すように、鉄筋工事では施工管理技術者として標準仕様書で確認すべき項目について理解できていない傾向がある。型枠工事では型枠の仮設構造に関する項目が理解できていない。担当する指導員は、標準課題実習、開発課題実習では鉄筋工事、型枠工事の理解すべき技術項目を意識してもらい、一人一人の学生が全ての施工計画について理解できるように指導しなければいけない。
- 基礎躯体モデルと1階躯体モデルの展開方法で提案した1年生と2年生の授業連携に関しては、基礎躯体工事を学べること及び施工する建築面積の増加で作業量が増えるというスケールメリットがある。開発課題でしっかりとした施工計画が立案できるので、1年生は主体的に施工計画に携わっている2年生と一緒に工事を行うことで、実際の建築工事現場の施工管理体制に近い施工管理を身近に経験できると思う。学生たちはこうした経験を積み重ねていくことが大切だと考える。

## 6. おわりに

現在、大学校での実習内容は建設業界の変革期に合わせて、生産性向上に繋がる工法を採用したり、DX 機器の活用が課題となっている。自身は、応用課程 建築施工システム技術科の指導員になり、RC 構造の標準課題実習を主で担当するようになってから 14 年間が経過し、多くの修了生を総合建設業の施工管理技術者として送り出してきた。毎年、開発課題や標準課題では、担当する学生たちと試行錯誤して RC 構造躯体の施工管理・施工に関する研究テーマを決めて取り組んでいる。

建設業は「一品受注生産」、「現地屋外生産」といった特性があるため、施工管理や施工において作業を標準化させることは難しく、建設工事現場の状況に応じて臨機応変な対応が必要になることもあるのが面白いところである。

今回、当校の 2023 年度と 2024 年度の開発課題で実施してきた内容とこれから 2 年生の開発課題実習と 1 年生の標準課題実習を授業連携して、基礎躯体モデルと 1 階躯体モデルの 2 棟を同時に施工する展開方法についてまとめた。この論文が、RC 構造の標準課題実習を担当する指導員や企業で若手職員の技術研修を担当される方の参考になれば幸いです。

## 参考文献

---

- [1] 国土交通省：中央建設業審議会・社会資本整備審議会産業分科会建設部会，資料「建設業を巡る現状と課題」，pp. 1－5，（令和 5 年）。
- [2] （株）伊藤製鐵所、FRIP 定着工法・EP ジョイント・ねじ ONICON パンフレット
- [3] （株）岡部、在来型枠大型パネル okabe パネル化工法 パンフレット