

令和元年度職業能力開発論文コンクール 厚生労働大臣賞(入選)受賞

開発課題実習と標準課題実習を連携した 実習における建築施工管理の実践

～これからの総合建設業に就職する施工管理技術者をどのように育成するか～

東北職業能力開発大学校 佐竹 重則・松岡 亘

1. はじめに

1.1 建設業界と当科の現状について

平成30年度現在、東北職業能力開発大学校（以下、当校という。）建築施工システム技術科（以下、当科という。）の学生は95%以上が建設系の企業に就職している。施工管理技術者の教育訓練を目的とする当科の就職先は、主に公共建築や大型集合住宅のような鉄筋コンクリート（以下、RCという。）構造の設計・施工・施工管理する企業（ゼネコン等）と個人住宅等の小規模建築を設計・施工・施工管理する企業（ハウスメーカー、工務店等）に大別できる。学生がゼネコン（総合建設業）の施工管理技術者に係わる企業へ就職する割合については、平成26年度44%、平成27年度44%、平成28年度67%、平成29年度52%、平成30年度50%であり、直近の3年では50%以上となっており、近年は割合が高くなっている。これは、2020年度に開催される東京五輪、2025年度に開催される大阪万博関連を含む建築工事等の着工数増加の影響もあり、施工管理業務に関する就職市場が活性化していることの影響もあると感じる。

一般的な建設産業の現状と課題として、「建設業は、他の産業とは異なり、一品受注生産、現地屋外生産などの特性を有しており、現場施工管理に従事する建設技術者は、それぞれの現場ごとに異なる工事目的物を、建設技能労働者を指揮、監督しながら

所定の管理基準に従って完成する技術力が求められる。これまで多くの工事目的物はその技術力に支えられ、社会基盤として、また建築物として社会の重要な役割を担ってきた。しかしながら、建設業のイメージの悪さからか、2000年頃から建設技術者の減少が顕著化しており、また就職後3年までの離職率も他産業と比較して高い数値を示している。また、建築投資の動向をみると近年減少を続けていた状態から2010年以降上昇に転じ、ここ数年は横ばいで推移していることから、建設技術者の確保と同時に建設技術者が担っている業務の効率化や省力化についても最新技術を活用しながら実現していく必要があると思われる。」¹⁾とされている。

当科は、平成12年度の応用課程開設時から3年次のRC構造の「標準課題実習」と4年次のRC構造の「開発課題実習」の一部を連携して実施しており、その仕組みを引き継ぎながら現在に至る。平成29年度からの「標準課題実習」と「開発課題実習」ではRC構造施工・施工管理業務の効率化や省力化等、技術面において変化していく状況下にある総合建設業へ就職していく施工管理技術者の育成を意識した指導を試みている。

1.2 大学校での教育訓練について

大学の3・4年次（以下、3年生・4年生）にあたる応用課程建築施工システム技術科では、建築施工に関する技術・技能や施工管理能力を養い、建築技術及び施工計画・施工管理等の能力を建築生産分野で

発揮できる高度な実践技術者の育成を教育訓練目標としている。²⁾

また、応用課程の居住・建築システム技術系は、中堅建設業の現場管理業務等の職務を念頭において養成することを目的としており³⁾、4年生が履修する「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・安全衛生管理・環境管理・品質管理」を実践し、現場監督として必要な知識、技術などの施工管理能力を向上すること、3年生の「標準課題実習」では「仮設工事・型枠工事・鉄筋工事・コンクリート工事・既製コンクリート工事・仕上げ工事」の施工管理及び施工技術を身につけることを科目の教育訓練目標としている。教育訓練を実施する教員は、3・4年生の応用課程に在籍する学生に対して、建設業における「施工管理技術者」へ就職することをイメージした教育訓練を行なうこととされている。

2. 実習概要

当校の応用課程 建築施工システム技術科3年生と4年生で履修するRC構造施工及び施工管理に関する実習科目の実施する時期と履修単位は以下の通りである(表1)。表の中で単位数に印を付けたⅢ期の授業科目を連携して実施している。

当科では、4年生で履修する「開発課題実習」である「総合施工・施工管理課題実習」,「応用課題実習」と3年生に履修する「標準課題実習」である「RC構造施工課題実習」を連携してⅢ期の月・火曜日の週2日間の計8単位で実施している(表2)。

表1 建築施工システム技術科履修科目単位表(単位)

		授業科目	I期	II期	III期	IV期
3年生	標準課題実習	RC構造施工管理課題実習	—	4	2	—
		RC構造施工課題実習	—	—	8	—
		応用仕上げ施工実習	—	—	—	4
4年生	開発課題実習	総合施工・施工管理課題実習	6	6	8	6
		応用課題実習	—	2	4	4

表2 建築施工システム技術科Ⅲ期の時間割

		Ⅲ期(10月～12月)時間割表				
		月曜日	火曜日	水曜日	木曜日	金曜日
4年生		開発課題実習	開発課題実習	開発課題実習	開発課題実習	
3年生		標準課題実習 RC構造施工課題実習	標準課題実習 RC構造施工課題実習			標準課題実習 RC構造施工課題実習

3. 実習内容

Ⅱ・Ⅲ期の標準課題実習(3年生)、開発課題実習(4年生)の主な内容と生産性向上・省人化に繋がる工法の取組みについて説明する。

3.1 Ⅱ期の標準課題実習(3年生)の内容について

Ⅱ期の3年生のみで行なう標準課題実習(RC構造施工管理課題実習)では、提示した小規模なRC構造躯体(表3)のコンクリート躯体図・構造図から施工で用いる型枠図面の作成・鉄筋加工図の作成方法を習得し、その作成した図面をもとに鉄筋工事(図1)、型枠工事(図2)の施工を行っている。応用課程では施工管理技術及び施工技術の習得を目的としているため、3年生各自が公共建築工事標準仕様書(以下、標準使用書という。)と建築工事監理指針(以下、監理指針という。)を活用して、学生たちが自分たちで計画図面の作成から行っていることが専門課程で履修してきた建築施工実習Ⅱ(2年生)との違いである。

表3 工事概要(平成29年度Ⅱ期標準課題実習)

工事名称	模擬家屋新築工事
工事場所	東北職業能力開発大学校 7号館建築システム技術科実習場
建築面積	9.40 m ²
工期	平成29年6月8日～平成29年9月14日(予定)
構造	鉄筋コンクリート構造1階建
作業人員	3年生24名



図1 Ⅱ期の標準課題実習の鉄筋工事 平成29年度



図2 II期の標準課題実習の型枠工事 平成29年度

3.2 III期の標準課題実習(3年生)の内容について

4年生と連携

当科の特長である連携授業として、III期のRC構造施工課題実習（標準課題実習）では、開発課題実習の4年生6名を施工管理技術者として、3年生は約24名を1グループ6名の4グループに分けて、仮設・型枠・鉄筋工事をローテーションして、週に2日×9週の期間で施工業務を行っている。施工するRC構造の躯体（表4）の規模は建築面積が約39.23㎡とII期の標準課題実習の約4倍の規模であり、原則、コンクリートの打設まで行う。

またRC構造施工管理課題実習（標準課題実習）では、週に半日（2講）、同じIII期に施工しているRC構造の躯体工事に関する施工管理業務について、講義・演習形式の実習を実施している。RC構造施工管理課題実習の実習課題として、鉄筋工事においては、RC構造施工課題実習（標準課題実習）で施工している建築物に関する演習問題（図3）を出題して、学生たちが標準仕様書で調べて解答を作成し、その後に解説をして理解を深めるようにしている。配筋時の継手・定着に関する納まりの理解を目的として、柱・梁、壁、スラブの取合い部分の配筋詳細図が描けることを目指している。

また型枠工事においては、鉄筋工事と同様にRC構造施工課題実習（III期の標準課題実習）で施工しているRC構造の躯体について、せき板の仮設構造計算の方法を講義し、学生各自が計算ソフトを用いて数式から入力してもらい（図4）、専門工事業者で

ある施工技術者に任せるのではなく、施工管理技術者としてコンクリート打設時のせき板に掛かる負荷についての確認ができるように指導している。

表4 工事概要（平成30年度III期 標準課題実習）

工事名称	資材置場兼内装実習棟新築工事
工事場所	東北職業能力開発大学校 7号館建築システム技術科実習場
建築面積	39.23 ㎡
工期	平成30年10月9日～平成31年1月7日（予定）
構造	鉄筋コンクリート構造 3階建（平成30年度は2階部分）
作業人員	4年生6名、3年生23名

鉄筋コンクリート造 鉄筋関係図面の読図について

学籍番号 _____ 氏名 _____

・それぞれの構造部材に関して、構造図を確認する。

・今回、打設するコンクリートの設計基準強度は、_____ N/mm²

・使用する鉄筋の種類は、_____

以下について解答を作成せよ。 ※後で見直しができるように工夫すること
必ず定着の形状などの図を描く。 ※フリーハンドの作図でも可、寸法がわかるようにする。
仕様書の何ページを参照したかを必ず記入すること。

1. 柱のかぶり厚さは（内、外）
2. 柱仕口のフープ筋の@は
3. 柱帯（フープ）筋の割付開始位置はどこか

4. 梁のかぶり厚さは（上下内外）
5. あばら（スターラップ）筋の割付開始位置はどこか
6. 大梁主筋の柱への定着（アンカー）長は
7. 小梁主筋の大梁への定着（アンカー）長は（※上筋、下筋それぞれについて）

8. 壁筋（W18とKW1）の柱及び梁への定着長さは
9. 壁筋の重ね継手の長さは
10. バルコニー手摺壁縦筋のスラブへの定着長は
11. 片持ちスラブ形階段（KA1）の段鼻筋、押え筋の定着長は（※上筋、下筋それぞれ）

12. 今回のRC躯体におけるスラブ主筋方向、配力筋方向の決め方を示せ
13. スラブ筋（3S1と3S2）の定着（アンカー）長は（※上筋、下筋それぞれ）
14. バルコニーCS（3CS）の定着（アンカー）長は（※上筋、下筋それぞれ）

図3 III期の標準課題実習での鉄筋読図用の問題

せき板の検討	
たわみの許容値	0.3 cm
使用材料	2.型枠用合板 縦横直交方向使い
せき板の許容曲げ応力度	0.78 kN/cm ²
せき板のヤング係数	200 kN/cm ²
せき板の厚さ	1.2 cm
せき板の支持間隔(端太材の間隔)	22.5 cm
せき板の断面2次モーメント I	0.144 cm ⁴
せき板の断面係数 Z	0.24 cm ³
荷重の計算	
曲げモーメント $M=w \cdot L^2/8$	0.0046 kN/cm
存在 曲げ応力度 $\sigma_b =$	1.21289 kN/cm ²
せき板の許容曲げ応力度 f_b	0.78
σ_b/f_b	1.5550 NG
たわみ $\delta =$	0.5330 cm
たわみの判定	NG
締付け金物の検討	
使用セパレータ	3.W5/16
有効断面積	0.34 cm ²
引張許容強度	13.7 kN/本
ヤング係数 E	20500 kN/cm ²
壁厚	18 cm
横方向のセパレータ間隔	22.5 cm
縦方向のセパレータ間隔	30 cm
引張力に対する検討	
セパレータ1本の負担面積 A	2700 cm ²
引張力 T	12.4 kN/本
T/F_t	0.906569343 OK
伸びに対する検討	
$\delta_{max} =$	0.02 OK

図4 型枠せき板の仮設計算書

3.3 I・II期の開発課題実習(4年生)の内容について

4年生は開発課題実習のテーマとしている6名の学生が監督・仮設、型枠、鉄筋と3つのグループに分かれて施工計画を作成し、Ⅲ期に3年生の標準課題実習で施工管理業務を実践している。主な作業内容としては、

- 監督グループはコンクリート躯体図(図5)、工程表、仮設計画図の作成、安全管理、コンクリート打設計画、工事の記録
 - 型枠グループは型枠加工図・支保工図の作成、施工計画、施工結果の確認
 - 鉄筋グループは鉄筋加工図・配筋詳細図の作成、施工計画、施工結果の確認
- としており、I・II期はⅢ期の躯体工事に関する施工計画の策定を行っている。

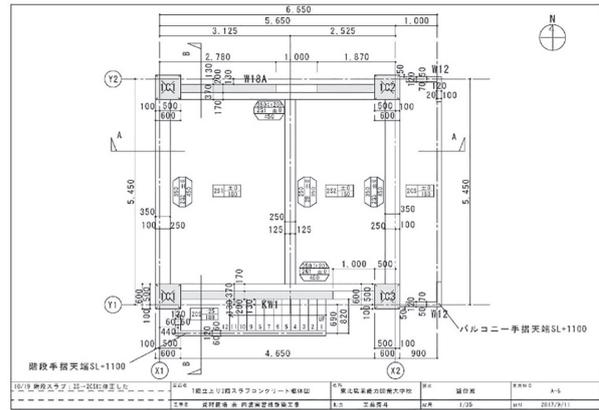


図5 1階立上り2階スラブコンクリート躯体図(平面図) 平成29年度

3.4 Ⅲ期の開発課題実習(4年生)の内容について

3年生と連携

I・II期に作成した施工計画を基に3年生の「RC構造施工課題実習」と連携して実施するRC構造建築物の躯体工事で週に2日間の施工管理業務を実施する。躯体工事を行わない4年生だけの開発課題の日は、工程の調整や施工結果の整理を行っている。平成30年度の施工体系(図6)を示す。

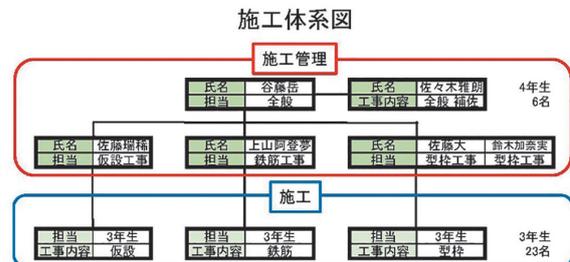


図6 平成30年度開発課題実習のRC構造躯体工事における施工体系

3.5 開発課題実習(4年生)の生産性向上・省人化に繋がる工法の取組について

現在の建設業界では、技能者の減少や作業所の働き方改革が喫緊の課題となっており、平成29年度からの開発課題実習の課題設定として新規開発型、標準課題進展型、システム改善型³⁾を意識した生産性向上・省人化に繋がるような工法を採用している。

実務では、在来工法だけでなく、その現場で採用する工法への対応を求められることがあること及び近年の生産性向上・省人化に繋がる工法を学ぶため、

こうした経験をするのは有意義であると考えて取り入れた。

平成29年度は、開発課題実習の型枠工事において、梁型枠の先組み工法、型枠支保工での支保梁工法（図7）を計画し、鉄筋工事では、梁の先組み工法（図8）を計画して施工した。

平成30年度は、型枠工事において、3階スラブへのハーフPCa板の使用（図9）、梁型枠及び階段外側手摺型枠の先組み工法を計画し、鉄筋工事では、梁の仕口定着で機械式定着⁴⁾（図10）で計画をして施工した。



図9 スラブ型枠のハーフPCa板



図7 型枠支保工での支保梁工法



図10 梁主筋仕口部での機械式定着



図8 梁鉄筋の先組み工法

4. 実習の結果と考察

4.1 標準課題実習（3年生）について

平成29年度は3年生に対して、Ⅱ期の標準課題実習の開始前（6月）、Ⅲ期の標準課題実習の開始前（10月）と終了後（12月）の3回を前・中・後とし、型枠工事・鉄筋工事の理解度に関するアンケート調査を実施した（図11、12）。理解度は1.知らない、2.あまり知らない、3.やや知っている、4.知っていると4段階での評価とした。

アンケートの項目は型枠工事では、施工方法に関する項目とし、鉄筋工事は施工方法と応用課程の標準課題から学習する施工計画に関する項目とした。アンケート結果から標準課題実習でRC構造躯体

体工事における各工事の理解度は上がっている。専門課程の2年生のときに建築施工実習Ⅱを履修しており、応用課程の標準課題でⅡ期とⅢ期でそれぞれRC構造の施工実習を行うので計3回のRC構造の施工実習を経験することが大きな理由であると思う。標準課題開始前のアンケート結果（前）では、鉄筋工事が型枠工事に比べて理解度が高いことから、学生にとっては型枠工事の施工は鉄筋工事の施工と比べて難しく感じているようである。

Ⅱ期の標準課題実習後のアンケート結果（中）では、応用課程3年から施工管理の内容を学習するため、施工するにあたり、自ら施工計画を行うこともあり、型枠工事で平均1.65→2.89、鉄筋工事で2.31→3.11と理解度が上昇している。施工計画を行ってから施工をすることで理解度が大きく伸びてい

る。

アンケート結果（後）では、型枠工事に関して、実際にコンクリートを打設する際に重要となる型枠を締めする際の角締めについての項目10、在来工法以外で施工をした項目11のビーム（支保梁）工法の理解度が大きく変化している。項目10はⅢ期の標準課題実習ではコンクリート打設をするので重要性が増したことで、項目11はパイプサポート以外の工法での施工を経験するのはⅢ期が初めてだったのが理由である。鉄筋工事に関しては、項目10の梁主筋の柱仕口での定着、項目11のスラブ配筋の方向についての施工方法に関する項目は他の設問に比べて理解度は低いが続して大きく変化している。標準仕様書を調べて、鉄筋の施工計画を繰り返して学習する効果はあると考える。

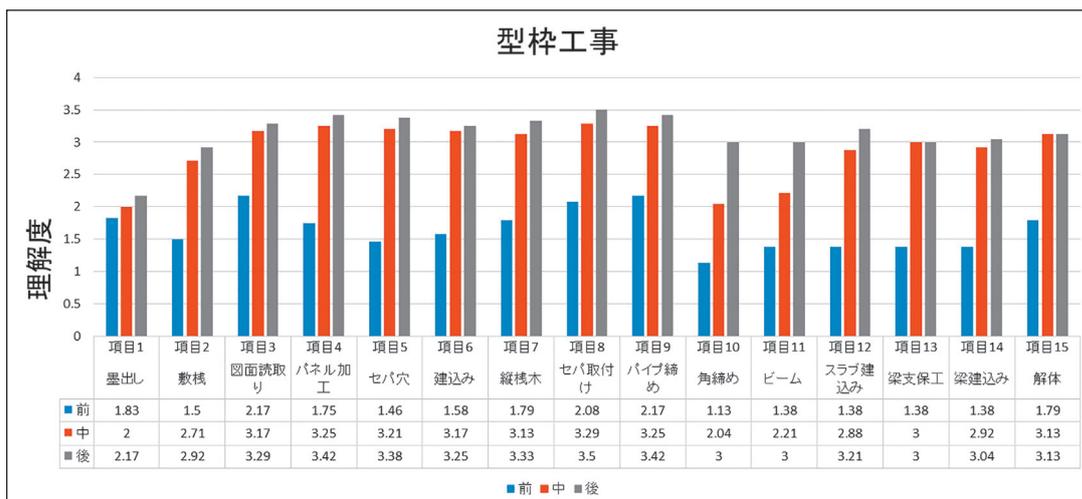


図11 型枠工事の理解に関するアンケート調査結果

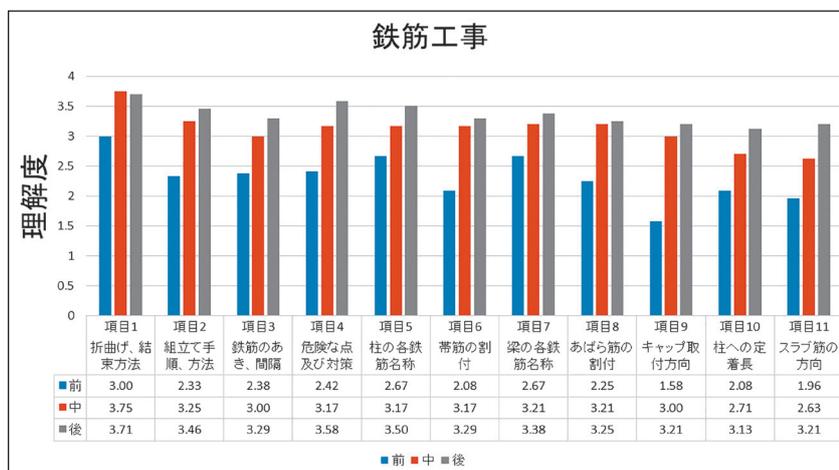


図12 鉄筋工事の理解に関するアンケート調査結果

4.2 開発課題実習（4年生）について

平成29年度に担当した学生6名中5名が総合建設業（ゼネコン）の施工管理技術者となって約1年が経過した。施工管理業務で活かされているのか記述式のアンケートを依頼した。主な回答を挙げると

- ①仕様書を調べる速さが同期と違う
- ②鉄筋工事にウエイトをおいた方が役立つ
- ③外部足場の仮設計画図を描く機会があると良い

上記の回答の①と②からは、大学時から工事の工法について標準仕様書や工事監理指針で調べることは有効であるということ。②と③からは、施工管理技術者の業務では型枠工事よりも鉄筋工事や仮設工事の方が実務ですぐに役立つとのことで、当校の実習では、4年生の開発課題実習で施工管理技術を学ぶときに、「型枠工事」、「鉄筋工事」、「仮設・コンクリート工事」と職種別に担当を分けていたが、躯体工事の職種で施工管理技術者の担当を分けず、全員に幅広い管理能力を身に付ける施工管理体系の必要性を感じた。

3年生で履修する「標準課題実習」で学生全員に施工管理技術を身につけられるように指導をしているが、4年生で「開発課題実習」のテーマとして引き続きRC構造の施工管理技術を専攻することは、総合建設業の施工管理技術者の育成に役立っていると感じた。

4.3 開発課題実習（4年生）における生産性向上・省人化の取組について

これからの建設業を考えると、施工管理業務をおこなう4年生に対して、建築施工管理技術者が必要な能力を身につけ、建築生産分野において的確に応用できる人材として育成するためには、大学校の実習で一般的な在来工法以外にも様々な工法を実践することが必要であると感じる。生産性向上・省人化は将来の技術者不足を補うため、コストをかけてでも生産性の引き上げを進めていく、技術者の不足を生産性向上でカバーしていくという取組みである⁵⁾。基本となる在来工法を学んだうえで在来工法とは異

なる様々な工法について、自ら調べて、施工計画を作成して施工することは、施工管理業務に就職してからの実務でも役立つと思う。

開発課題実習では、各工事における実習作業でのコスト比較や歩掛りデータ（表5）を取っている。実際の工事現場に比べて規模が違うことと施工技術者が学生であるため、実務との比較にはならないのだが、学生を施工技術者として同様な実習を行うときの歩掛りとしては使用でき、常にデータを取っておくということを実践していることが施工管理という業務では重要であると考えている。

平成29年度から実施している生産性向上・省人化に向けた工法への取組では、コスト的には生産性向上・省人化に繋がったと数値的に示せていない。平成30年度に実施した型枠工事でのスラブのハーフPCa工法では、協力企業⁶⁾の工場での製作だったため、現場での施工が減り、型枠解体工事での解体作業が容易になったのだが、実際の工事現場に比べて実習で施工する建設規模が小さいこともあり、コスト面でも型枠工事の歩掛りには反映できなかった。また平成29年度に実施した鉄筋工事の梁鉄筋の先組み工法は、別のヤードで梁鉄筋を組み立てておき、それを天井クレーンで移動して施工箇所に納めた。先組みの際の施工精度が良く、短時間で型枠内に納まり歩掛りが良かった。平成30年度の梁主筋の機械式定着では、現場での施工は容易になったが材料費は高くなり、先組み工法と比較すると現場作業が増えたため歩掛りも下がったのだが、平成29年度の先組み工法よりも施工管理と施工が容易であるとの評価であった⁷⁾。こうした評価からも工法が違う場合、単純に数値で比較するのは難しいと感じる。

しかし、学生には、生産性向上・省人化につなげるために開発された工法でクレーン、リフター等の揚重機械を用いた工事を行うことができることや、建設している現場と別のヤードで同時に工事を進める方法があることを知るなど、様々な工法を経験してもらうことに意味があると考えている。

表5 鉄筋の歩掛り（平成29年度と30年度）

平成29年度						平成30年度					
歩掛り		1日あたり(t/人)				歩掛り		1日あたり(t/人)			
工事内容	鉄筋(t)	日数	人数	t/人	効率順	工事内容	鉄筋(t)	日数	人数	t/人	効率順
柱筋	0.4763	2	12	0.0198	4	柱筋	0.3020	1	6	0.0503	1
西面壁筋						西面壁筋	0.1116	1	6	0.0186	5
北面壁筋	0.1106	1	6	0.0184	5	北面壁筋	0.1361	1	6	0.0227	2
南面壁筋	0.1361	1	6	0.0227	3	南面壁筋	0.1106	1	5	0.0221	4
梁筋	0.4304	0.5	12	0.0717	1	梁筋	0.3921	1	17	0.0231	3
スラブ筋	0.3037	1.5	6	0.0337	2	スラブ筋	0.1697	1.5	12	0.0094	7
CS筋	0.1190	1.5	6	0.0132	7	CS筋	0.1190	1.5	6	0.0132	6
階段筋	0.1059	1	6	0.0177	6	階段筋	0.1059	2	6	0.0088	8
平均				0.0282		平均				0.0210	

5. まとめ

当科では3年生から施工管理技術の視点を意識した標準課題実習を実践してきた。Ⅱ期の標準課題実習は3年生だけで実施しているが、Ⅲ期の標準課題実習では開発課題実習のテーマとしている4年生6名と連携してコンクリートの打設までの施工を行なっている。4年生が施工管理、3年生が施工を担当するという施工体系としていることで、4年生がⅠ・Ⅱ期に開発課題実習のテーマと連動させて施工計画を策定し、Ⅲ期の3年生の標準課題実習で施工管理を実践することで、より大きな規模のRC躯体の施工をすることができ、様々な工法を試みるようになった。

施工管理技術者の業務では、協力業社の施工技術者とのコミュニケーション力が重要であるが、併せて重要なのは施工管理技術者として、現場の設計図書に適合する品質を確保するために仕様を調べて施工管理することである。応用課程での複数回の実習において、標準仕様書や監理指針で工事に関する仕様や工法について調べることを経験しておけば、卒業後、就職先の企業で配属された各現場で異なった工法の施工をするとしても対応できると思う。常に自分で調べることを習慣化して施工管理業務をしていけば、おのずと理解が深まっていくはずである。

また現在は、建設業への就業人口が減り、工事の生産性向上・省人化が求められている。そうした理由からもカリキュラムの内容は時代に即応して見直していく必要があると感じる。平成29年度から4年生の開発課題実習では、生産性の向上に繋がると考

えられる工法を積極的に取り入れた施工計画を策定し、Ⅲ期の標準課題実習で3年生に施工してもらっている。開発課題実習としては、効率化につながるかという検証も大切であるが、施工管理技術者の育成という観点で考えてみると、施工の方法には様々な工法があり、その際に採用した工法について、自分で施工計画を立案して施工管理を行い、その現場に応じた施工管理技術を体験することが重要だと思う。

今後は、卒業生及び就職先企業からの意見を集め、カリキュラムの内容について更なる改善を重ねていき、これからの施工管理技術者を育成していきたい。

<参考文献・参考資料>

- 1) (一財)建設経済研究所,「建設経済レポートNo.69」第2章建設産業の現状と課題, 2017年10月, p183
- 2) (独)高齢・障害・求職者雇用支援機構 職業能力開発総合大学校基盤整備センター, 基盤整備センター「居住・建築施工システム技術系の教育訓練目標」, 平成31年度版
- 3) (独)高齢・障害・求職者雇用支援機構 公共職業訓練部大学校課,「応用課程の考え方」, 平成31年3月
- 4) 合同製鐵(株),
<https://www.godo-steel.co.jp/seihin/pdf/egt-gbrc.pdf>
- 5) (一社)日本建設業連合会,「生産性向上推進要綱」, 2016年4月, p3
- 6) 横江コンクリート(株),
<https://www.yokoe.info/pg136.html>
- 7) 上山阿登夢,「鉄筋コンクリート造躯体工事における施工管理業務の実践 鉄筋班」, 東北職業能力開発大学校, 開発課題実習報告書, 2019年3月