

実践報告・資料

# 鉄筋コンクリート施工に関する実験実習実践報告

滋賀職業訓練短期大学校 職業訓練大学校\* 堀田 多喜雄・渡辺 光良\*

## Report on Practice of Reinforced Concrete Beam

Takio Horita, Mitsuyoshi Watanabe

**要約** 鉄筋コンクリート構造物は、施工方法の善し悪しによりその性能に大きな差を生じるため実際にRCの梁を製作する実習を行うことは学生達にとって大変有意義な教育になると考えられる。

現在、職業訓練短大においては、様々な施工実習が行われているが、構造性能実験を含めた鉄筋コンクリートに関する施工実習は一般に行われていないと思われる。しかし、職業訓練短大においてこそそのような実践的教育が必要であると考え。筆者は昨年、職業訓練大学校において鉄筋コンクリートに関する実習について研修する機会を得た。この実習では材料実験、鉄筋加工・組立、型枠加工・組立、コンクリート調合、混練及び打設、梁の構造的性能を見るための構造実験も行っており、梁の製作を通じて施工方法のみならず、材料の性質、梁の構造的性能までを体得することのできる総合実習である。

この実習は職業訓練短大等において行っても有意義であると思われるので概要を報告する。

### I はじめに

現在の建築物において重要な構成である鉄筋コンクリート構造物の品質特性は施工方法により大きな影響を受ける。それ故、鉄筋コンクリートの特徴を実際に施工実習を通して学ぶことは大変有意義なことであると考えられる。

現在、職業訓練短大で行われている建築施工に関する実習内容は多岐にわたっている。その中でコンクリートに関する施工実習はあまり行われていないのが現状であり、材料実験においてコンクリートの強度試験を行う際、わずかに、調合計算、調合方法を教える程度に留まっている。特に鉄筋コンクリートに関して、その構造性能実験も含めた施工実習は授業時間の関係、実験機器が十分整っていないなどの理由から殆ど行われていない。しかし、先にも述べたように、施工の善し悪しを実際に物を製作し、さらに構造性能実験を行うことにより、自分の目で確かめることの意義は大きいと考える。

昨年、職業訓練大学校で鉄筋コンクリート梁の製作に関する施工実習を学生と共に体験した。その結果、学生の鉄筋コンクリートに対する理解を深めるのに効果があると思われたので、今後、職業訓練短大において鉄筋コンクリートに関する施工実習を行う際の1つの参考資料とするためにその実習内容を報告する。

### II 実習内容

#### 1. 本実習の目的

本実習の目的は実際に6体の鉄筋コンクリート梁を6グループで製作することにより鉄筋の加工方法、コンクリートの調合、混練ならびに養生方法等、コンクリート梁の製作に関する施工方法を理解させることにある。さらに、製作した鉄筋コンクリート梁は意図的に打設欠陥を持たせたものも作成することにより、構造性能実験(曲げ試験)を行ない、鉄筋コンクリート構造の施工具合による構造性能についても理解させる。

表1 試験体の概要

実験グループ	破壊タイプ	主筋	助筋
1グループ	曲げ基本タイプ	2-13D	2-6φ□@100
2グループ	せん断破壊タイプ	2-19D	2-6φ□@100
3グループ	重ね継ぎ手(40dLAP)タイプ	2-13D	2-6φ□@100
4グループ	重ね継ぎ手(10dLAP)タイプ	2-13D	2-6φ□@100
5グループ	台直しタイプ	2-13D	2-6φ□@100
6グループ	コンクリート欠陥タイプ	2-13D	2-6φ□@100

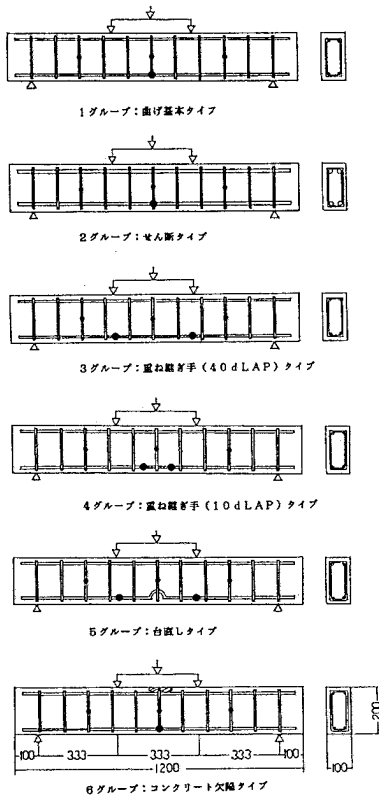


図1 試験体(斜線は重ね継ぎ手部分、●はゲージ貼付け位置を示す)

2. 試験体の概要

本実習で製作する鉄筋コンクリート梁(100\*200\*1200)の概要は表1に挙げる6体であり、それらを図1に示す。尚、この図1には後で行う構造性能実験で使用する箔ゲージの取付位置も併せて示してある。また、第6グループのコンクリート欠陥タイプはコンクリート打ち込

み時に梁中央上部に布を挿入し、この部分に打設欠陥を持たせたものである。

3. 鉄筋コンクリート梁の製作

この鉄筋コンクリート梁の製作は職業訓練大学校建築工学科の授業の1つである鉄筋コンクリート施工実習の中(平成3年10月から12月の間9週間)で行われた。実習はコンクリート骨材に関し、各種骨材の性質を知ることから始まり、鉄筋の組み方、コンクリートの調合設計から打ち込み、さらにその構造的解析までを取り入れた総合的な実習である。本実習に於ける一連の作業手順を図2のフローチャートに示す。

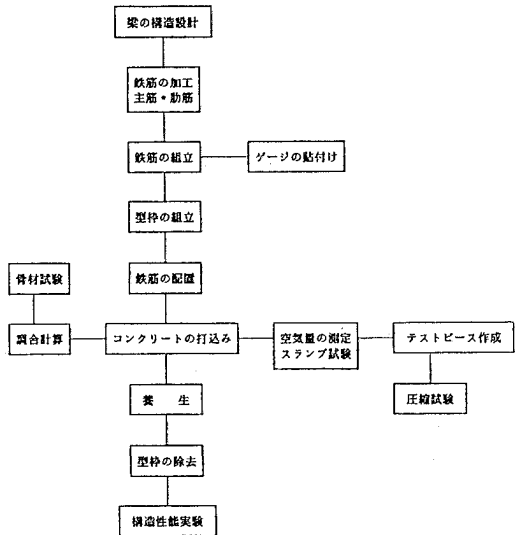


図2 鉄筋コンクリート梁の制作フローチャート

また、本実習ではコンクリートの調合を行うため、実際に使用する骨材の材料試験を行っており、それらの結果からコンクリートの調合を行っている。そのコンクリート梁の調合に関する設計条件を表2に示す。尚、鉄筋コンクリート梁の養生は実習期間の短縮を計るため恒温室(30℃~35℃)で行い養生期間は2週間とした。

4. 鉄筋コンクリートの構造性能実験

前述したように鉄筋コンクリート実習の中で、施工上の善し悪しを判別できるように各梁(6体)に特徴を持たせ、実際にそれらの梁を製作した。ここでは、その施

表2 調合設計条件

コンクリートの調合設計条件	
1.設計基準強度	180kg/cm <sup>2</sup>
2.練り上がりスランブ	15cm
3.練り上がり空気量	2.0%
4.セメント	普通ポルトランドセメント(比重:3.15)
5.細骨材	砂(粗粒率:2.3, 絶乾比重:2.50)
6.粗骨材	砂利(最大寸法:20mm, 絶乾比重:2.60)
7.混和剤	AE減水剤
8.施工場所	相模原
9.打ち込み時期	11月5日
10.標準偏差	25kg/cm <sup>2</sup>

工上の特徴を理解させるために行った構造性能実験について述べる。

(1)実験装置および測定システム

本実験に使用する実験装置は図3に示すような手作り

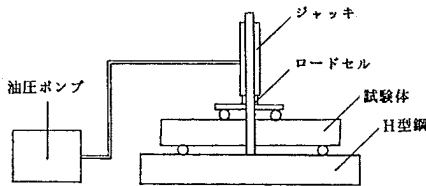


図3 実験装置

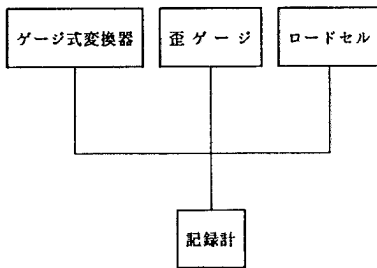


図4 測定システム

の曲げ試験機で、試験体を支えるH型鋼の梁、荷重をかけるためのジャッキ及び油圧ポンプから成る。荷重はジャッキの下部に設置したロードセルから検出し、同時にひずみも図1に示した位置に設置したひずみゲージから検出した。また、各梁の変位は梁中央部に設置した

ゲージ式変換器(棒状型)により検出した。その一連のシステムを図4に示す。

(2)実験方法

実験は各タイプ(6タイプ)の試験体を1体ずつ順に曲げ試験機に設置し、3等分点荷重による曲げ試験を行った。荷重は手動油圧ポンプにより徐々に載荷し、500kgf間隔にそれぞれの位置における鉄筋の歪、梁中央部の変位を記録した。尚、これと併せてコンクリートの強度を調べる為に作成したテストピースによる圧縮試験も行った。

(3)実験結果

本実験の結果としてP(荷重)-δ(変位)曲線を図に示したのが図5であり、さらに、各梁の最大荷重、各点(降伏点、終局点)における主筋及び肋筋の歪を表にしたものが表3であり、各梁のクラック性状図を示したものが図6である。

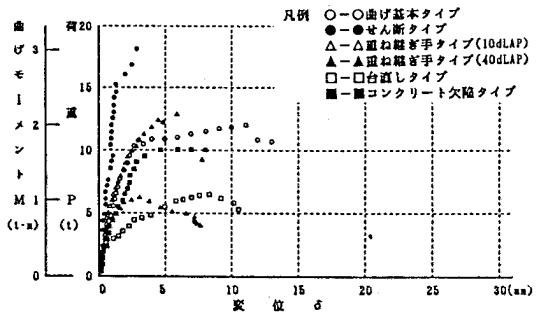
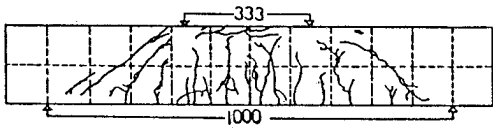


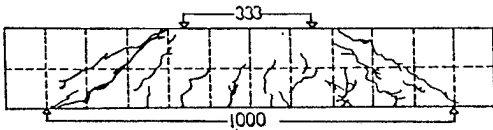
図5 P-δ曲線

表3 構造実験結果一覧

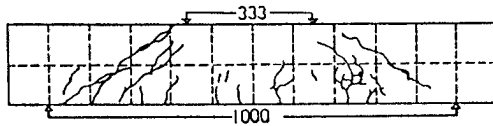
グループ	最大荷重(t)		主筋の歪(μ)		肋筋の歪(μ)	
	計算値	実験値	降伏点	終局点	降伏点	終局点
1	12.3	12.4	1886	13827	1403	1341
2	20.3	18.0	1157	1319	1715	1978
3	12.4	12.9	1513	1350	1170	9999
4	12.2	6.5	888	428	93	1035
5	12.3	6.4	283	495	527	1187
6	12.2	10.0	1887	22412	1040	1366



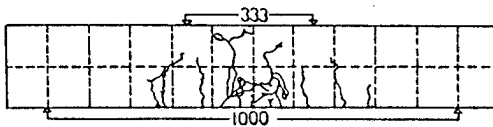
1グループ：曲げ基本タイプ



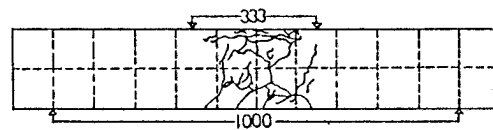
2グループ：せん断タイプ



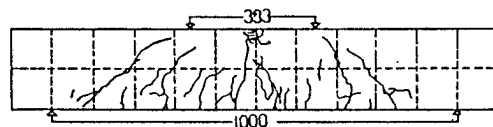
3グループ：重ね継ぎ手(40dLAP)タイプ



4グループ：重ね継ぎ手(10dLAP)タイプ



5グループ：台直しタイプ



6グループ：コンクリート欠陥タイプ

図6 クラック性状図

### III 実習内容の検討

ここでは、今回行った鉄筋コンクリート梁の製作に関してその実習内容を一連の作業手順に従って検討していくことにする。

#### (1)梁の構造設計

この作業は梁の強度に関する計算である。今回は初

期クラック発生荷重・降伏荷重・最大荷重を実験式<sup>(1)</sup>により求めた。この作業では各グループごとにそれぞれの梁について各値を求めさせたが、かなり時間を要するのでこの部分に対する時間的配分には注意が必要である。

#### (2)鉄筋の加工

肋筋の折り曲げ加工作業は鉄筋曲げ器を使用し行った<sup>(2)</sup>。この作業ではあらかじめ作業方法を指導していたが、所定の形状に折り曲げることに手間取り、何回もやり直す場面が見られた。しかし、時間が経つにつれて作業能率は徐々に上り、やり直す回数も減少していった。実際に何かものを加工(作る)する場合、分かったつもりであることが多々あるが、この作業もその一つであり、その場において工夫する能力が必要である。この作業はそのことを学生に理解させる意味においても効果があったと思われる。その作業の様子を図7に示す。

主筋においては所定の長さに切断するだけの作業であり、容易な作業である。

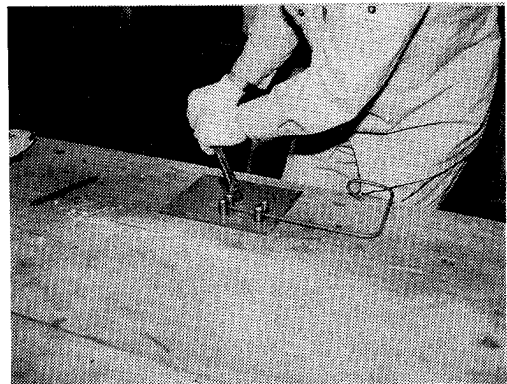


図7 鉄筋の折り曲げ加工作業

#### (3)ゲージの貼り付け

この作業は瞬間接着剤でゲージを鉄筋に貼り付け、その上をロウで被覆し防水処理を行うものである。この作業は特に難しい内容のものではなく、時間もかからない。

#### (4)鉄筋の組立

この作業はゲージを貼り終えた肋筋と主筋を結束線であつなく作業であり、グループで協力して行えばすぐにできる作業である。

## (5)型枠の組立

型枠の組立作業は予め用意されていたものをその場で組み立てれば容易にできる作業である。

## (6)鉄筋の配置

組立られた型枠の底にスペーサーを置きその上に組立られた鉄筋を配置する容易な作業である。

## (7)コンクリートの打ち込み

この作業は大きく分けて打ち込み前の練り混ぜ作業と打ち込み後の締め固め作業からなる。コンクリートの練り混ぜ作業はあえて機械練りとせず手練りで行ったため、練り混ぜ不足でスランプ値が所定の値を得ることができず、作業を何回も繰り返す場面が見受けられた。ここでは結局所定のスランプ値が得られず、A E減水剤を使用した。何回も同じ作業を繰り返すのは時間の浪費につながるため、適当と思われる時に混和剤を使用するなどの工夫が必要である。

さらに、コンクリートの締め固め作業はコンクリートを密実にし、巣、ジャンカ等の欠陥を防ぐためには重要な作業である。この作業は、突き棒での突き作業、叩き作業、パイプレータ作業からなるが、学生がフレッシュコンクリートにおけるワーカビリティに関する性質を肌で触れながら感じとれたようで、コンクリートの施工方法を理解するにはかなり効果があったと思われる。

尚、この作業を行う前に骨材試験・調合計算、さらに、この作業と平行してコンクリートに関する各種試験を行っている<sup>(3)</sup>が、この検討に関してはここでは割愛した。

## (8)養生

この作業は前章で述べたように実習期間の短縮を計るため恒温室(30℃~35℃)で行い養生期間は2週間とした。養生期間は全体の实習期間に大きく影響を及ぼすので、この部分の計画は養生方法等を十分に検討した上で行う必要があると考えられる。

## (9)型枠の除去

この作業の内容は容易であるが、試験体を破損しないよう十分に指導する必要があると思われる。

## (10)構造的な実験

この実験に関しての問題点は梁のクラックトレース作業にかなりの時間を費やしたということである。

このトレース作業は施工の違いが構造的にどのように

影響しているか自分の目で確かめることができ、施工、構造の両面からみて学生の鉄筋コンクリートに対する理解を深めるには効果的な作業である。実際、学生もその場でクラックの入り方に納得した様子で作業をすすめていた。この作業は注意深くすればするほど効果は出てくると考えられるが、時間的にかなりの余裕がないとできないので注意が必要である。この作業の様子を図8に示す。

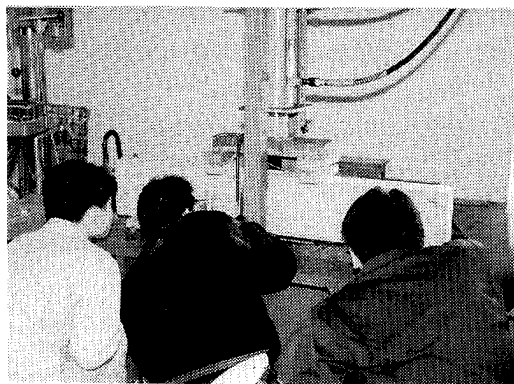


図8 クラックトレース作業

以上、今回行った鉄筋コンクリート梁の実習の内容について検討を行ってきた。この実習に対する学生の反応は様々であったが、今回の施工実習を通して、学生は鉄筋コンクリート梁について、机の上での理論だけでは理解できなかった部分を、自らの体を使ってそれを作成、実験を行うことによって学び取ったと考えている。

## IV まとめ

今回、鉄筋コンクリート梁を実際に製作することによって、学生はこの実習の目的である鉄筋コンクリート梁の基本的な施工方法を理解できたと考えている。また、この施工実習は単なる梁を製作するという作業に加え、梁の構造的な実験も行っており、このことにより学生は施工上の欠陥が梁に構造上いかなる影響を与えるか自分の目で確かめることができたものと思われる。

しかし、ここで問題となるのは、この内容の実習を行うためにはかなりの時間的余裕が必要であるということである。それ故、この内容をそのまま職業訓練短大にお

いて取り入れるには幾つかの改善が必要かもしれない。実際、今回の実習は材料実験の授業も一部併用する形で延べ時間にして約48時間の時間を費やしている。だからと言って、この内容を短大の授業に導入できない訳ではないと思われる。すなわち、鉄筋コンクリート施工実習として単独に時間を設けるか、他の授業、例えば材料実験、構造力学等の学科の時間も一部併用して授業をすすめて行けば導入は可能であると思われる。

最後に、このような実習が学生自ら問題を発見し、解決して行く能力開発に与える効果は大変大きいと考える。それ故、職業訓練短大でこのタイプの実験実習を多く実践されることを望む次第である。

#### [参考文献]

- (1)日本建築学会(編)、建築学便覧 (第2版構造) 丸善
- (2)職業訓練研修研究センター(編)、技能と技術 (2/1979)、雇用問題研究会
- (3)日本建築学会、建築材料実験用教材、(1990)、日本建築学会