

課題情報シート

テーマ名：	鉄筋コンクリート構造における施工欠陥が梁部材に及ぼす影響 ー その1 鉄筋の加工および施工に欠陥があるケース ー		
担当指導員名：	財津拓三	実施年度：	28 年度
施設名：	関東職業能力開発大学校		
課程名：	専門課程	訓練科名：	建築科
課題の区分：	総合制作実習	学生数：	3
		時間：	12 単位 (216h)

課題制作・開発のポイント

【開発（制作）のポイント】

従来の鉄筋コンクリート梁の曲げ試験に関する研究等の多くは構造面に着目したものが多く、施工性に着目した課題に関する研究等はありません。この制作課題は、実建築現場で考えられる施工欠陥をパラメータとすることで、鉄筋コンクリートの施工性が梁部材に及ぼす影響を調査しました。また、職業能力開発大学校を修了した学生の多くは、施工管理技術者として就職するケースが多く、建築工事における技術や技能の低下が招く施工欠陥についての的確に対応するためには、施工欠陥が実構造物に及ぼす影響について理解しておく必要が重要であると考えられます。このため、職業能力ニーズにも対応した課題でもあります。

【訓練（指導）のポイント】

コンクリートの計画調合・製造について学びます

鉄筋の加工・組立てについて学びます

鉄筋コンクリート梁の曲げ試験について学びます

施工欠陥を有する梁の構造特性について学びます

課題に関する問い合わせ先

施設名： 関東職業能力開発大学校

住所： 〒323-0813 栃木県小山市横倉三竹 612-1

電話番号： 0285-31-1711（代表）

施設 Web アドレス： <http://www3.jeed.or.jp/tochigi/college/>

課題制作・開発の「予稿」および「テーマ設定シート」

次のページ以降に、本課題の「予稿」および「テーマ設定シート」を掲載しています。

鉄筋コンクリート構造における施工欠陥が梁部材に及ぼす影響

ー その1 鉄筋の加工および施工に欠陥があるケース ー

1. はじめに

現在の鉄筋コンクリート構造（以降、RC造と表記）の施工現場では、建設技能労働者の高齢化と若年者人口の減少により、建築物を施工するうえで必要な技能および技術の低下が問題となっている。これにより、従来は経験豊富な技能者や技術者により解決されてきた施工段階での欠陥（施工欠陥）について、見落としや未対応となるケースが増加する恐れがある。

一方、正しく施工させたRC造は、引張り力に弱いコンクリートを鉄筋により補強することで、外力を受けた際には、引張鉄筋が降伏しエネルギーを吸収する靱性に富んだ構造特性を示す。しかし、鉄筋の施工に欠陥がある場合、本来の靱性的な効果が期待できず、脆性的な破壊形態を示す可能性がある。そこで、本研究では種々の施工欠陥を計画したRC造梁を対象とし、曲げ試験に供することで、施工欠陥が梁部材に及ぼす影響を調査した。

2. 実験概要

2.1 試験体および試験方法

図1に、標準タイプの寸法、配筋および載荷方法を示す。かぶり厚さは15mm、主筋はD10、あばら筋はCD5を採用し、あばら筋の間隔は100mmである。載荷方法は、4点曲げ試験とし、荷重と梁中央部での変位を測定した。なお、変位が1/800、1/400、1/200、1/100および1/50rad.においてひび割れ状況を観察し、変位が30mmに達した時点で試験を終了した。なお、主筋中央部にはひずみゲージを貼り付け、主筋のひずみも計測した。

2.2 施工欠陥の計画

本研究における施工欠陥については、技能者等のモラルの欠如により発生する欠陥ではなく、技能者等の意図によらず発生する欠陥とする。例えば、コンクリート打設の際に鉄筋が移動したり、配管の穴あけ作業時に鉄筋を誤って切断したりするケースである。

具体的には、無計画な配管孔の穴あけ、主筋の過剰設計、主筋の継手長さ不足または過剰やかぶり厚不足とし、表1に示す。なお、図2には配筋図を示す。

2.3 使用材料およびコンクリートの調査

表2に、コンクリートおよび鉄筋の材料を示す。表3には、コンクリートの調査および品質試験の結果も示す。スランプ値および空気量の目標値は、スランプ値を18cm、空気量を4.5%とした。圧縮強度の目標値は、材齢28日（標準養生）で35N/mm²とした。

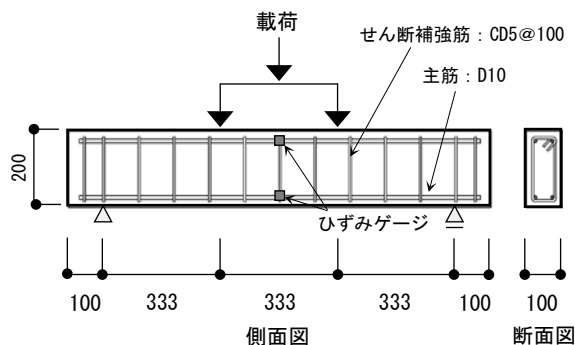


図1 標準タイプの試験体と載荷方法

表1 試験体タイプと施工欠陥

	試験体タイプ	施工欠陥
①	配管孔穴あき	せん断力に対する耐力低下
②	配管孔穴あけ補強不足	補強材の施工不良
③	重ね継手長さ不足(100mm)	継手長さ不足による曲げ耐力の低下
④	重ね継手長さ過剰(400mm)	継手長さ過剰による引張鉄筋比の増大
⑤	せん断補強筋不足	せん断力に対する耐力低下
⑥	かぶり厚さ不足	主筋の付着強度不足
⑦	台直し	主筋位置のずれによる曲げ耐力の低下

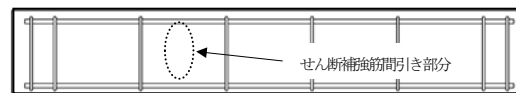
① 配管孔穴あき（点線部は補強材を示す）



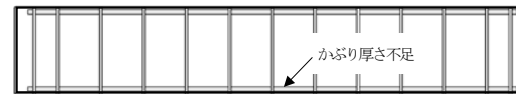
② 重ね継手（400mm ラップと 100mm ラップ）



③ せん断補強筋不足



④ かぶり厚さ不足



⑤ 台直し

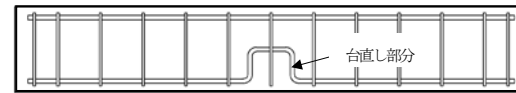


図2 施工欠陥を有した梁のモデル図

3. 試験結果および考察

3.1 梁の最終破壊形状

図3には、試験終了後の破壊形状を示す。標準タイプでは曲げひび割れが梁中央部に入っており、圧縮部のコンクリートには圧壊も見られる。配管孔穴あけタイプでは、せん断補強筋の切断とともにコンクリートの断面欠損からせん断力に対する耐力低下著しいと考えられる。このため、穴あき部分からせん断ひび割れが大きく入り梁が破断している。

3.2 梁の荷重と変位

図4に、荷重と変位の関係を示す。標準タイプでは、主筋が降伏するまで荷重が増進し、降伏後は主筋が外力のエネルギーを吸収し靱性的な破壊形態を示した。

穴あきタイプでは、梁中央部の変位が3mmを超えたあたりから急激な耐力低下が発生した。図3でも示したが非常に危険な破壊形態といえる。穴あけ補強不足タイプでは、穴あけタイプと比べると荷重は増進したが、2度の急激な耐力低下が認められた。この原因として補強材（鉄板）を梁に取付けた4本のボルトが均一に作用しなかったことが考えられる。

重ね継手100mm ラップでは、荷重が30kN程度でコンクリートから主筋が抜けたため、著しい曲げ耐力の低下がみられた。重ね継手長さ過剰タイプでは、継手長さを400mmにしたことによって梁中央部の引張鉄筋比が標準タイプより大きくなったことにより、標準タイプより最大荷重が増進した。ひび形状は、鉄筋の継手部分からひびが発生していることがわかる。

せん断補強筋不足では、せん断補強筋を標準タイプの半分しか入れなかったが、標準タイプと同じように曲げ破壊となり、靱性的な破壊形態となった。

かぶり厚さ不足タイプでは、鉄筋とコンクリートの付着強度低下に伴う梁耐力の低下に着目したが、本実験の範囲では、鉄筋とコンクリートの付着は十分であった。さらに標準タイプより耐力が上回った原因として、かぶり厚さ不足タイプでは主筋の位置が梁の中立軸からより離れていたためと推測される。

台直しタイプでは、台直し部分が梁中央部にあるため、梁中央部から大きな曲げ破壊が入った。さらに下端主筋は降伏せず、変位が15mm程度でコンクリートが圧壊した。また、主筋の台直しをしたことで、主筋の位置が梁中立軸に近づいたため、最大荷重が19kN程度となり曲げ耐力の著しい低下が認められた。すなわち、引張鉄筋が作用していないことがわかる。

4. まとめ

コンクリート断面の欠損によりせん断耐力が低下した場合では、脆性破壊の危険性が示された。

下端主筋の中央に施工欠陥が生じた場合では、主筋が十分に曲げに対し機能せず、早期に曲げ破壊し急激な耐力低下が認められた。

表2 試験体の材料表

	材 料	物 性
コンクリート	練混ぜ水 (W)	水道水
	セメント (C)	普通ポルトランドセメント
	細骨材 (S)	川砂, 表乾密度: 2.59g/cm ³ , FM: 2.41
	粗骨材 (G)	硬質砂岩碎石, 表乾密度: 2.64g/cm ³ 最大寸法: 20mm, 実積率: 60.6%
	混和剤 (Ad)	AE 減水剤: リグニンスルホン酸塩とオキシカルボン酸塩
鉄筋	主筋	SD295A, 降伏点 295N/mm ² 以上, D10
	せん断補強筋	降伏点: 400N/mm ² 以上, CD5

表3 コンクリートの調合および試験結果

W/C (%)	単位量 (kg/m ³)					試験結果		
	W	C	S	G	Ad	SL 値	Air	σ_c
60	175	292	855	948	4.1	17.5	4.5	34.1

※SL 値: スランプ値(cm), Air: 空気量(%), σ_c : 材齢28日の圧縮強度(N/mm²)

① 標準タイプ (最大荷重: 61.5kN)



② 配管孔穴あきタイプ (最大荷重: 54.6kN)



③ 重ね継ぎ手不足 (最大荷重: 29.2kN)

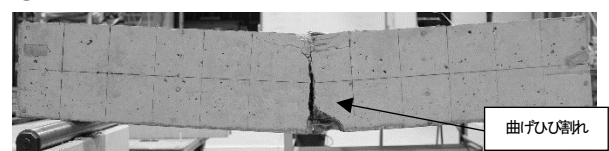


図3 梁の最終破壊形状

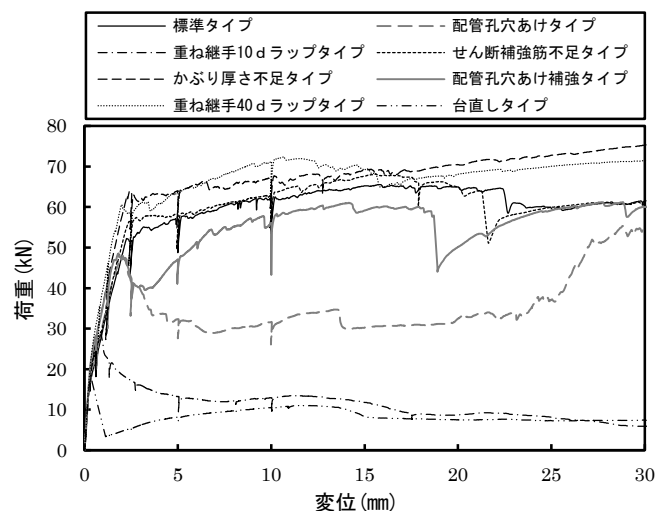


図4 変位と荷重の関係

課題実習「テーマ設定シート」

科名：建築科

教科の科目	実習テーマ名	
総合制作実習	鉄筋コンクリート造の施工欠陥が梁部材に及ぼす影響	
担当教員	担当学生	
財津 拓三		
課題実習の技能・技術習得目標		
● 実験計画、実施等の立案ができる ● CAD による図面の作成や使用作成ができること ● JIS 等に掲載されているコンクリート供試体の作成や圧縮試験などの実験ができる ● 鉄筋の加工・組立て、型枠作成およびコンクリートの製造ができる ● 試験機や計測装置の操作、取り付け等ができる		
実習テーマの設定背景・取組目標		
実習テーマの設定背景		
近年、我が国の建築施工現場を取り巻く情勢について、若年者層の人口減少、東日本大震災による震災復興事業および次期東京オリンピック等に関するインフラ整備の増加により建築工事従事者の人材不足が深刻な問題となっている。このため、建築工事について十分な教育訓練を受けた技能者が少ないことが考えられるうえ、人材不足を解決する方策の一つとして、海外から労働者受け入れ等により対応しているため、建築に関する技能だけでなく、言語の不一致による建築物の施工欠陥が生じる可能性がある。したがって、上記の施工欠陥を防ぐため建築物の施工管理技術者には、一層の品質管理および安全管理を適切に行う能力に関する教育訓練が求められている。		
実習テーマの特徴・概要		
本研究では、鉄筋コンクリート造の施工欠陥が実構造物に及ぼす影響を検討するとともに、実習に携わった学生の鉄筋コンクリート造の梁の製造および実習・実験方法に関する技能および技術の習得を目的とする。具体的実習・実験内容は、コンクリートの調合計画および品質管理に関する項目、型枠の作製および鉄筋の曲げ加工など鉄筋コンクリート梁の製造に関する項目とする。さらに、鉄筋コンクリート造の梁の施工欠陥については、日本建築学会 建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事による仕様標準に対して、鉄筋コンクリート造の梁の型枠の存置期間を短縮した場合、主筋継手の定着長さを短くした場合、塑性域に達した主筋を使用した場合および圧縮領域のコンクリートに打設不良がある場合とする。 なお、期待される教育訓練効果として、実際の建築施工現場で起こり得る施工欠陥が構造物に及ぼす影響も調査することで、施工欠陥が構造物に及ぼす影響を熟知した施工管理技術者の養成が可能となる。		
No	取組目標	
①	今回の実験に関連する既往の学術論文を調査することができる	
②	CAD による、作業図面や試験体図面の作成ができること	
③	コンクリート調合ができる	
④	JIS に基づく各種試験ができる	
⑤	実構造物における代表的な施工欠陥について知っている	
⑥	鉄筋の加工、型枠の作製およびコンクリートの製造ができる	
⑦	得られたデータに対して、表計算ソフト等を使用して解析ができる	
⑧	試験装置並びに計測装置の操作ができる	
⑨	総合制作実習を通して得られた知識や技能をプレゼンソフトなどを使用して、対外的にわかりやすく説明ができる	
⑩	グループ内で作業計画・実施や分担等を話し合い、効率よく作業を行うことができる	