

課題情報シート

テーマ名 :	竹筋コンクリート梁の開発				
担当指導員名 :	太田雅裕	実施年度 :	23 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 :	4	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】

鉄の代替えとして竹を使う事が可能であるか検討し、竹を利用したコンクリート構造物の建設を可能とすることを将来的な目標とします。

構造力学の最も基本的な問題である曲げを受ける部分（梁）の応力解析および、挙動特性を解明し、理論に基づく設計を可能とするための実験・考察を試みます。昨年度までに竹とコンクリートの付着性改善ができたので、本年度は、どのような設計式の導入が可能かを検討しました。

【訓練（指導）のポイント】

文献調査は学術のみではなく、特許を考慮します。

スケジュール管理を重視します。

自然素材を工学的に利用する手段の知見を身につけさせます。

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 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/index.html>

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。

竹筋コンクリート梁の開発

建築科 篠原 竜二 高興輝 高柳 雄二 増田 亜里紗

1. はじめに

竹筋コンクリート (BRC) 技術は鉄筋コンクリート (RC) 技術の鉄を竹に置き換える代換技術である。アジア諸国にとって鉄は高価なものであり、我が国においても、幸野川橋や響橋に竹筋が使用された記述がある。しかし、詳細な技術報告は存在しておらず、工業的使用の為に立証すべき点が多々ある。

常識的に考えると当面直面する課題は以下4つある。1)竹が汚れを付けにくくする特性があることから竹とコンクリートの付着性確保が必要とされる。2)竹がアルカリ性に浸っていると変形したりなどコンクリートから受ける被害がある。3)年齢経過によるクリープ現象の低減を図る。4)竹の引張試験、圧縮試験方法の統一を図る。

現在複数の教育研究機関が BRC をテーマに取り組んでいるが付着性の決め手は確率していない。後発として取り組む本校は上記4つの問題のうち1.2に対して同時に対応すべきエポキシ樹脂の塗布により解決し、設計に有用なBRC梁設計式の提案をめざす。

昨年度の成果よりエポキシ塗料を竹に塗装することで付着の問題を解消出来た。また、RC挙動とはBRCのそれは異なりそうであることが示された。そこで本年は、1)予測でせん断破壊するサンプルを作成し、付着が確保されていれせん断破壊することを確かめる。2)筋量の極端に小さいサンプルを作成し、竹の弱点を明らかにする。3)割竹のみを想定し断面形状と断面積による差が出るか検証する。4)初期ひび割れから終局までの挙動を明らかにするためPI型変位計を導入する。5)解析しにくいコンクリート内の竹の挙動にあえてチャレンジし傾向を把握する。以上5点について注力した。

2.文献調査で分かったこと

論文を調査した結果、次のようなことが得られた。

- ・竹は材齢、伐採時期、乾燥の度合いにより強度がばらつく。
- ・初期亀裂の荷重は無筋とほとんど一緒だが、亀裂発生後でも応力に抵抗できる。
- ・PI型変位計を使って曲げモーメント-曲率関係のグラフで補強筋断面積を0.8倍にした計算値が実験値に近い値となっている。

3.実験

3-1 試験方法

図1のような4点静的曲げ試験を行う。

3-2 供試体

供試体の大きさは160mm×240mm×1500mmとし、実験する。供試体の種類は図2に記載する。

- ・配筋するのは6種類 (1本2種類、4本2種類、6本2種類)
- ・各試験体のかぶり厚さは底から30mmになるよう配筋し、複数本入れるものは、筋の間25mm以上とする。

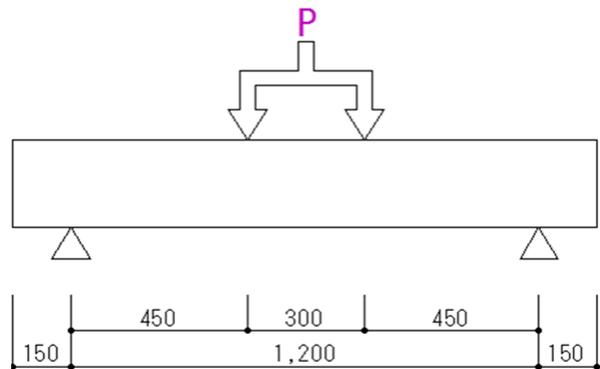


図1 試験方法

竹1本(横)		竹1本(縦)	
竹4本(横)		竹4本(縦)	
竹6本(横)		竹6本(縦)	

図2 試験体リスト

4.試験結果とまとめ

鉄筋の曲率の予測式は竹の荷重負担性能にバラつきがあるため使えないといえる。また、初期ひび割れの実験値は予測応力を下回っているため、式による予測は難しい。

1本配筋したものの以外はせん断破壊になり、せん断破壊を起こすときの実験値は、予測と同じくらいの値となった。せん断破壊をさせないためにもアバラ筋を入れる必要がある。

今年の研究成果は竹の付着性としてエポキシ塗料は付着効果向上に適していることが分かった。

竹に関して1本配筋したのものについては異方性による差異はなく弱点は節である、しかし、配筋量を増やすと縦の方が力を発揮していることが分かった。また、配筋量を増やすことにより終局応力は強く出るが初期ひび割れ時の応力は変わらないことがわかった。竹を密着させる配筋は付着ひび割れを起こす可能性を高める。離して配筋すると上端からの距離に応じて引張側の竹から順にほとんどの応力を分担することが分かった。また、圧縮側に配筋した竹は負担する応力が少なく、これらの改善策として竹の本数を増やすことでそれぞれに働く応力が断面平面上で平均化され筋の弱点が改善される可能性がある。

実験結果より曲げ破壊時は現式の応力値以上であり、せん断破壊時は現式の応力値以下であることがわかった。配筋量を増やすと予想では横に配筋した方が終局モーメントは強く出ると考えていたが、実験結果より4本配筋したのも6本配筋したの共に縦に配筋した方が終局モーメントは強く出た。このことから配筋量を増やすと縦に配筋した方が実用性があると考えられる。

すべての曲率モーメント曲線のグラフからPI型変位計とひずみゲージが同じ伸び方をしているが初期ひび割れ前後にひずみゲージが壊れて計測できなくなってしまった。またPI型変位計はひずみゲージよりも挙動が細かくみられるので適しているということが分かった。

溝モーメントのグラフからははっきりとした曲げ破壊とせん断破壊の境がわからなかった。

配筋量が増えるほど溝が狭くなり、伸びに関しては1本配筋したものは徐々に伸びていく傾向にあり、4本、6本配筋したものは一気に伸びてほぼ本数による差異はあまり見られなかった。

溝モーメントに関しては多く配筋した方が溝が開かずに応力を負担できていることがわかった。

5.次年度へ向けて

エポキシ塗布が竹の耐アルカリに有効であるかを考察するための試験体を残していくので活用してもらえると幸いである。

表1 各試験体予測値

	破壊形状	予想初期ひび割れ (N・mm)	予想終局モーメント (N・mm)
1y	曲げ	5536460.77	4711764.71
1t	曲げ	5536460.77	4711764.71
4y	せん断	6350906.39	11681774.55
4t	せん断	6350906.39	11681774.55
6y	せん断	8913223.42	10774588.24
6t	せん断	11141529.27	9795692.61

4y-1 曲率-モーメント曲線

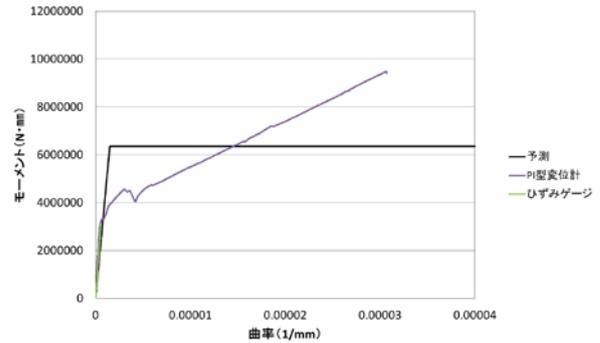


図3 機器性能

1y1t4y4t 終局モーメント

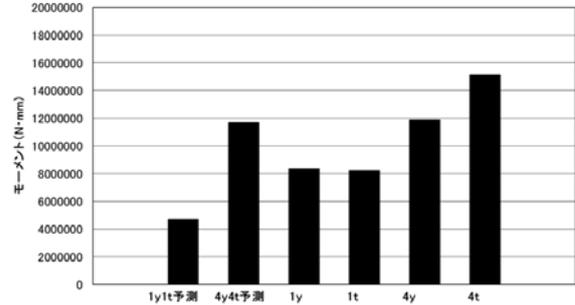


図4 予測との比較モーメント

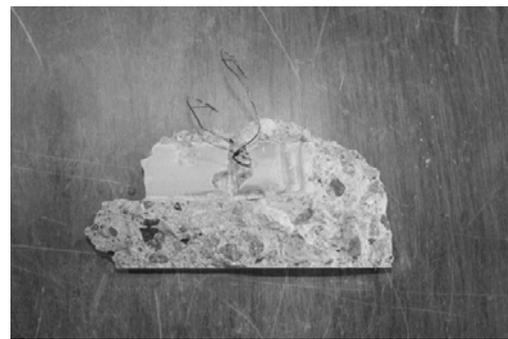


図5 コンクリート破片

6.参考文献

竹筋コンクリート 池澤 萌美、柳川 みほ、金田 千尋、矢内 郁也、和氣 友貴
 孟宗竹の材性特性 吉田 鏡人、飯塚 真次
 鉄筋コンクリート構造 理論と設計 谷川 恭雄、小池 狭千朗、中塚 侖、西山 峰広、畑中 重光
 竹とコンクリートの付着について H22年3月 寺井雅和、南宏一
 竹の構造材料としての利用技術 竹筋コンクリート梁の構造性能 2009年8月
 中山時義、村上聖、武田浩二、角野嘉則、下田誠也
 etc...

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		竹筋コンクリート梁の開発	
担当教員		担当学生	
○科名と主担当となる担当教員名を記載		増田 亜里紗	篠原 竜二
太田雅裕		高 興輝	高柳 雄二
課題実習の技能・技術習得目標			
<p>竹筋コンクリート梁の開発では、既往の研究把握、問題点の抽出、実験計画、試験体作成、ジグ作成、実験、結果考察、提案までの、「新技術開発」に関わる一連の工程を習得することで、開発実務に適応する技能・技術を身につけます。</p> <p>また、制作に関わるコストの算出、スケジュール計画、役割分担などから、管理能力、情報の共有や協調性などのチームワーク力・コミュニケーション力についても習得します。</p>			
実習テーマの設定背景・取組目標			
実習テーマの設定背景			
<p>現在、日本国内には152,000haの竹林がある。これは、森林の0.6%にすぎないが、その約97%が私有地であるため管理が徹底できていません。竹の使用方法が少ないのも問題の一つです。また、手の行き届いていない山では竹が増加し、さらに荒れた状態になっています。</p> <p>近年では、繊維が長く直通であり、著しく硬く強いことから、天然の連続繊維補強材などとも呼ばれています。この性質を最大限に生かす方法として、鋼材の代わりに竹を主筋に用いる竹筋コンクリートが考えられます。これらは、戦時中に鋼材不足になった際に建築構造物として研究されていましたが、完全に解明されたとは言えません。</p> <p>そこで、本テーマでは力学と挙動の面から解明を試み、竹の利用を推進することを目的とします。</p>			
実習テーマの特徴・概要			
<p>鉄の代替えとして竹を使う事が可能であるか検討し、竹を利用したコンクリート構造物の建設を可能とすることを将来的な目標とします。</p> <p>構造力学の最も基本的な問題である曲げを受ける部分（梁）の応力解析および、挙動特性を解明し、理論に基づく設計を可能とするための実験・考察を試みます。昨年度までに竹とコンクリートの付着性改善ができたので、本年度は、どのような設計式の導入が可能かを検討する。</p>			
No	取組目標		
①	関連する既往の技術を把握します。		
②	問題点の抽出し改善のための実験計画を立てます。		
③	理論的予測を基に実験結果を考察します。		
④	データシート、発表資料、報告書の作成をします。		
⑤	論文としてまとめます。		
⑥	グループメンバーの意思疎通を図り、協体制を構築維持します。		
⑦	工程、日程、人材、予算、リスクや他部門との関係より計画を立て、進捗を調整します。		
⑧	グループメンバーの意見を積極登用し、従来にはないオリジナリティーのある成果を目指します。		
⑨	5S（整理、整頓、清掃、清潔、躰）の実現に努め、安全衛生活動を行います。		