

継手の改良による梁模型の製作授業

苦小牧工業高等専門学校 正会員 ○土門 寛幸
 苦小牧工業高等専門学校 正会員 廣川 一巳
 苦小牧工業高等専門学校 正会員 渡辺 暁央

1. はじめに

本校環境都市工学科では例年、学生の立体的なイメージ力の向上のため設計製図の授業の実施に際し、模型の製作を行っている。模型製作授業の内容は、各自で設計計算・製図を行った構造物の模型を4～5人程度の班で製作するものである。現在までに倒立T形擁壁やスラブ、T形梁の設計から模型製作を行ったがいずれも強度試験に至っていない。特に梁では単純化し授業内での曲げ試験を試みたが、多くの梁において弾性接着剤を塗布した継手部分で破壊しており、継手強度の不足が明らかになった。そこで本研究では、授業で導入可能な継手の手法を検討することを目的とする。

2. 模型概要

作製する模型は、幅20mm×高さ20mm×長さ200mmの単純梁に縮尺鉄筋をかぶり3mm、中心間隔4mmで配置したものである(図-1)。また、継手の効果を比較するため、以下の3種類の継手を行ったものを作製した。



図-1 模型図

- (1) 重ね継手の両端を熱収縮チューブで拘束したもの(拘束)
- (2) 重ね継手の両端を熱収縮チューブで拘束し、接着剤を塗布したもの(拘束+接着)



図-2 縮尺鉄筋

- (3) 突合せて半自動溶接機により溶接を行ったもの(溶接)
- いずれも、継手は中央部と集中を避けるように40mmの間隔で配置した。



図-3 アクリル製型枠

3. 使用材料

今回の模型では、1/24スケール化された縮尺鉄筋のうち径が1.4mmのもの(図-2)を使用した。また、厚さ5mmの

アクリルボードをレーザー加工機によりカットし底面に切削加工を施した図-3の型枠を作製した。モルタルにはセメントには早強セメント、細骨材を1.2mmでふるった骨材を使用した。鉄筋加工時には鉄筋間隔を揃えるために3Dプリンタにより作製した加工台に載せてスペーサと接合した。

継手部分は、拘束には市販の被覆用の熱収縮チューブ、拘束+接着には熱収縮チューブと構造用のエポキシ接着剤を使用した。また、これらの継手したものを含め引張試験を行った(表-1)。

表-1 引張試験結果

継手	破断強度 (N)
継手無	538.3
	549.7
	545.7
溶接	260.1
	524.7
	319.5
拘束+接着	406.0
	518.0
	544.8
拘束	2.2
	14.4

4. 配合

モルタルは水：早強セメント：細骨材を0.4：1：2の割合で配合し、同様の配合で作製したスペーサとともに鉄筋を配置した型枠に流して、テーブルバイブレータにより振動を加えた。翌日脱型し、20℃に保った恒温室で7日間静置した。

キーワード 模型, 継手, 縮尺鉄筋, 授業

連絡先 〒059-1275 北海道苫小牧市字錦岡 443 番地 苫小牧工業高等専門学校技術教育支援センター TEL0144-67-8027

5. 強度試験

万能試験機でスパン 180mm，載荷点間距離 20mm として 4 点曲げ試験を行い，最大荷重を測定した．

6. 試験結果

曲げ試験の計算結果を表－2に示す．曲げ試験の結果，継手無の場合は問題のなかった強度が，継手のあるものではいずれの場合でも設計値のせん断耐力を下回った．引張試験では，ばらつきがあったものの，継手無に近い強度が出ていたものもあったため，付着に問題があったと考えられる．継手が必要とする場合は固定が容易な熱収縮チューブによる拘束が授業に導入しやすいと考えた．

表－2 計算結果

	せん断力 [kN]	曲げモーメント [kN・mm]
設計値	0.579	23.1
継手無	0.790	63.2
拘束	0.493	34.9
拘束＋接着	0.418	33.4
溶接	0.488	39.0

7. 授業計画

図－4 のような学生が設計・製図を行った構造物を模型で製作することとした．製作する模型は高さ 900mm，ウェブ幅 500mm，フランジ厚さ 200mm，スパン 10000mm の T 型梁を 1/25 スケール化したものである．

実施期間は，環境都市工学科 4 年生を対象に週 2 時間の講義がある設計製図授業の一環として後期に表－3 のような時間で実施した．

8. 模型製作授業

設計・製図については授業内で各自与えられたデータにより T 型梁の設計を行った．この設計・製図終了後に模型製作を行った．製作する梁は比較的出来の良かった学生の構造とし，1 班 4～5 人で作製した．授業では型枠を各班でスチレンボードにより作製すること，継手部分は実験で最も容易であった熱収縮チューブによる拘束として図面通りに製作するように指導した．縮尺鉄筋は，主鉄筋・折り曲げ鉄筋には D32 相当の 1.4mm 径を，スターラップ・用心鉄筋には D16 相当の 0.7mm 径を使用することとした．また，スラブは簡素化のため 0.5mm 径の針金をはんだにより固定した．

鉄筋を組み立てた後，型枠に鉄筋を置き同様の配合のモルタルを打設した．硬化後脱型し，7 日間静置した（図－5）．

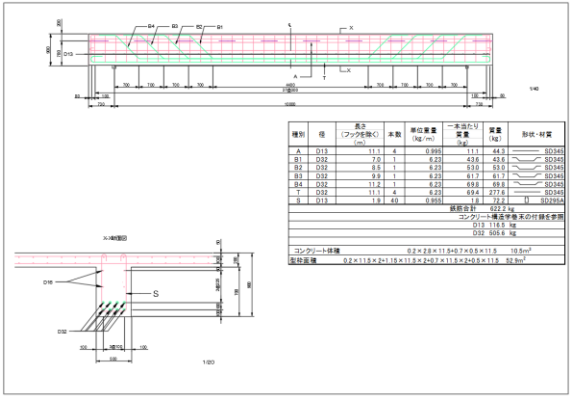
9. おわりに

今回実施した継手について，強度の面ではいずれも低下したため模型強度の研究にはさらなる継手の改善が必要である．

また，授業後のアンケートでは時間が足りないといった意見が散見されたが，自身が設計した構造のイメージが持てたようであり，模型製作を取り入れた授業の効果が見られた．

参考文献

1) 土門寛幸，廣川一巳，渡辺暁央，高橋正一：縮尺鉄筋を用いたはり模型の製作授業，土木学会年次学術講演会，70-cs01-002，2015



図－4 T 形梁図面

表－3 実施計画

項目		時間数
設計		16
製図		6
模型製作	鉄筋加工	7
	型枠作製	
	打設	1



図－5 梁模型