

有機系塗料を塗布した基礎梁開口部の曲げ性能に関する研究

北海道科学大学工学部建築学科吉津利洋研究室 和田 侑里

1. はじめに

小規模建築物(地上3階以下,建物高さ13m以下,軒高9m以下,及び延べ面積500㎡以下の条件を満たすものとされている)¹⁾を対象とした布基礎およびベタ基礎に断面欠損がある箇所は,強度低下となるため,当該箇所を補強筋で強度補強をする必要がある。基礎の立ち上がり部分に換気口(長さ×高さ:300mm×150mm)がある場合においても補強が必要である。また小規模建築物の布基礎やベタ基礎において,基礎立ち上がり部分の床下換気口の開口部廻りのひび割れにより耐久性²⁾が問題となる。そこで,その許容ひび割れの発生を抑えるため,型枠脱型時に開口部廻りのコンクリートに樹脂を塗布する方法や繊維補強が挙げられる。そこで,本研究では,エポキシ系樹脂塗料³⁾(以下,「補強塗料とする)を対象とし,樹脂の塗膜厚さについて検証を実施した。

2. 研究目的

本研究では,普通コンクリート(設計基準強度 $F_c=21\text{N/mm}^2$)を対象として,①補強塗料の膜厚による引張性能(以下,「割裂引張試験」とする)を確認し,②通気口廻りに補強塗料を塗布した基礎梁の曲げ試験(以下,「基礎梁の曲げ試験」とする)にて,ひび割れ発生強度の検証を目的とする。なお,補強塗料の性能を比較するため,補強塗料の塗布無し試験体も併せて実施した。

3. 実験概要

3.1 使用材料 使用材料を表1~表3に示す。

表1 鉄筋材の機械的性能(SD295A)

鉄筋径	降伏点 $\sigma_y(\text{N/mm}^2)$	引張強さ $\sigma_u(\text{N/mm}^2)$	降伏比 $\sigma_y/\sigma_u(\%)$	伸び $\delta(\%)$	備考
D10	351.4	501.0	70.1	27.7	肋筋,横補強筋
D13	365.2	517.2	70.6	29.6	主筋
JIS規格	$295 \leq$	$440 \sim 600$	—	$16 \leq$	—

表2 普通コンクリートの機械的性能

設計基準強度 $F_c(\text{N/mm}^2)$	スラブ (cm)	コンクリート の仕様	コンクリート強度*(N/mm^2)	
			σ_{B1} (標準養生)	σ_{B2} (気乾養生)
21	18	N24-18-20	29.5	21.72

* σ_{B1} (材齢28日), σ_{B2} (材齢28日以降の加力時)

表3 補強塗料の機械的性能(材齢7日)

品名	主剤・硬化剤 混合比	機械的性質(N/mm^2)			
		付着強さ fb	圧縮強さ σ_c	引張強さ σ_t	曲げ強さ σ_b
コンクリート欠損部 補強066	5:2	7.0^1	90.4^2	72.8^3	66.6^4

1)JIS K 5600-5-7 付着性(プルオフ法) 2)JIS K 7181 3)JIS K 7161-1 4)JIS A 1106

3.2 実験変数および試験体形状

(1) 割裂引張試験 試験片変数を表4に示す。

表4 試験片変数(割裂引張試験)

シリーズ	補強塗料	膜厚(μm)	塗布位置(塗り方法)	試験片形状
TOO	無し	—	—	$\phi 100 \times 200\text{mm}$
TP1	有り	100	底面1面(ハケ塗1回)	
TP3		300		
TP5		500		

(2) 基礎梁の曲げ試験

基礎梁の曲げ試験の実験変数および試験体形状(配筋)および補強塗料の塗布位置を表5, 図1および図2に示す。

表5 実験変数(基礎梁の曲げ試験)

試験体 No.	補強塗料の有無	塗膜厚(μm)	ハケ塗り回数	小規模建築物の基礎梁寸法(図1参照)
BMOO	無し	—	—	基礎梁
BMP3	有り	300	1	梁幅b:150mm, 梁せいD:360mm
BMP5		500		開口部 梁幅b:150mm, 梁せいD:210

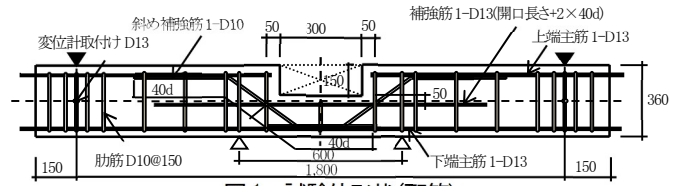


図1 試験体形状(配筋)

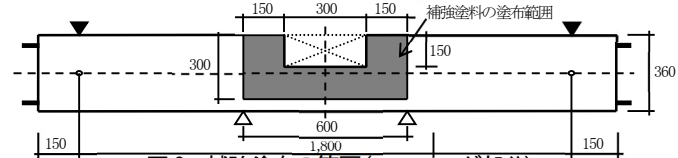


図2 補強塗布の範囲(ハッチング部分)

3.3 補強塗料の塗布状況

補強塗料の塗布状況を写真1に示す。補強塗料の塗布量は,重量で管理するものとした。

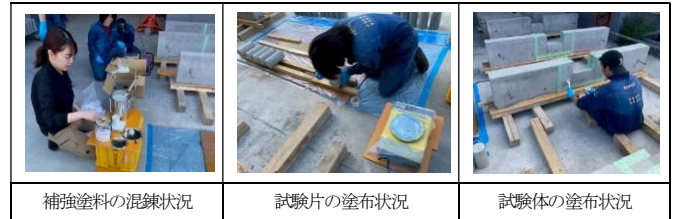


写真1 補強塗料の塗布状況

4. 実験概要

4.1 割裂引張試験

試験方法は, JIS A 1113 (コンクリートの割裂引張強度試験方法)に準拠するものとする。

4.2 基礎梁の曲げ試験

試験体は換気口側が引張となる様に設置する。その後の載荷位置を図3に示す。加力は上部からとし,一般的な曲げ試験に用いる二点載荷とし,制御は荷重制御によるものとする。

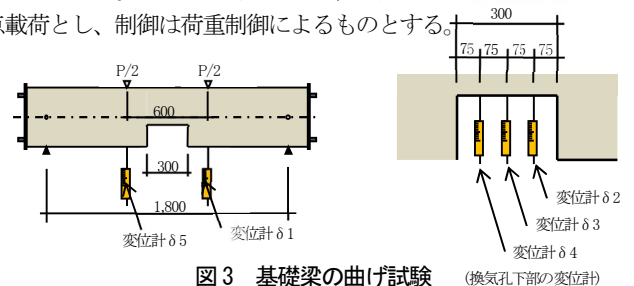


図3 基礎梁の曲げ試験

5. 実験結果および考察

5.1 割裂引張試験

割裂引張の試験結果一覧を表6に示す。同表は、各シリーズの10体の平均値を示した。さらに()内は、各シリーズをシリーズTOO(補強塗料無し)で除した値とした。

表6 割裂引張の試験結果一覧

シリーズ	補強膜厚 設計厚(μm)	補強塗料 膜厚 tp(mm)	引張強度 ft(N/mm ²)	0.001%時 のft(N/mm ²)	変動係数 Vft (%)
TOO	—	—	1.877	0.532	14.1
TP1	100	0.14	1.794 (0.956)	0.665 (1.250)	10.9
TP3	300	0.46	2.570 (1.369)	0.133 (0.250)	11.7
TP5	500	0.53	2.667 (1.421)	0.126 (0.238)	15.2

表6から、TOOシリーズ(補強塗料が無し)の引張強度(ft)平均値が1.877(N/mm²)に対して、TP1シリーズが0.956倍(補強塗料の膜厚(tp=0.1mm))、TP3シリーズが1.396倍(補強塗料の膜厚(tp=0.3mm))およびTP5シリーズが1.421倍(補強塗料の膜厚(tp=0.5mm))であった。すなわち、tpが0.3mm以上の塗布であれば、TOOシリーズの平均値よりもftが向上することが分かった。

5.2 基礎梁の曲げ試験

(1) 曲げ試験結果一覧

曲げ試験結果一覧を表7に示す。同表中の()は、BMP3シリーズの平均値またはBMP5シリーズの平均値をBMOOシリーズの平均値で除した値とした。

表7 曲げ試験結果一覧

シリーズ	試験体 No.	ひび割れ発生荷重(Pmc)			降伏 荷重 ePmy (kN)	最大 荷重 ePmu (kN)	降伏荷重 までのエ ネルギー E(kNmm)
		計算値 cPmc (kN)	実験値 ePmc (kN)	ePmc cPmc			
BMOO	BMOO1	8.83	6.52	0.74	20.19	30.12	73.79
	BMOO1	8.70	5.28	0.61	22.36	32.30	43.36
	BMOO1	7.96	6.83	0.86	20.81	34.17	55.04
	平均値	8.49	6.21	0.73	21.12	32.20	57.40
BMP3	BMP31	8.89	13.35	1.50	24.53	30.12	55.29
	BMP32	9.00	12.01	1.34	25.44	34.66	64.26
	BMP33	8.72	10.25	1.18	21.43	28.88	29.84
	平均値	8.87	11.87 (1.91)	1.34 (1.84)	23.80 (1.12)	31.22 (0.97)	49.80 (0.86)
BMP5	BMP51	8.02	15.84	1.98	22.67	33.85	59.22
	BMP52	8.30	10.87	1.31	20.19	28.57	36.50
	BMP53	8.97	14.60	1.63	21.12	31.68	48.17
	平均値	8.43	13.77 (2.22)	1.64 (2.25)	21.33 (1.01)	31.37 (0.97)	47.96 (0.83)

表7から、ひび割れ荷重(Pmc)および降伏荷重までのエネルギー(E)について、次のことが分かった。

ひび割れ荷重(Pmc)の実験値(ePmc)において、BMOOシリーズの平均値に対して、BMP3シリーズ平均値が1.91倍、BMP5シリーズの平均値が2.20倍であり、基礎梁開口部の表面に樹脂補強を施すことで、ePmcの耐力が向上することが分かった。

降伏荷重までのエネルギー(E)において、BMOOシリーズの平均値に対して、BMP3シリーズ平均値が0.86倍、BMP5シリーズの平均値が0.83倍であった。したがって、基礎梁開口部の表面に樹脂補強を施すことでEが低下することが分かった。

(2) 曲げ荷重(Pm)-開口平均変位(δ avg)関係

曲げ荷重(Pm)-開口平均変位(δ avg)関係を図4~図6に示す。同図中の破線は、試験体3体の平均値に対して、曲げひび割れ平均荷重(ePmc)および曲げ降伏平均荷重(ePmy)を示した。

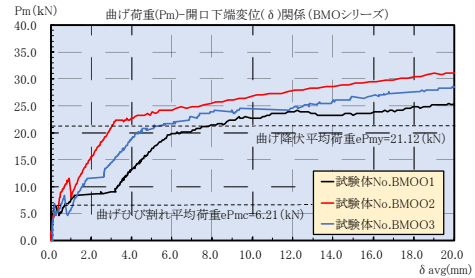


図4 曲げ荷重(Pm)-開口平均変位(δ avg)関係(BMOOシリーズ)

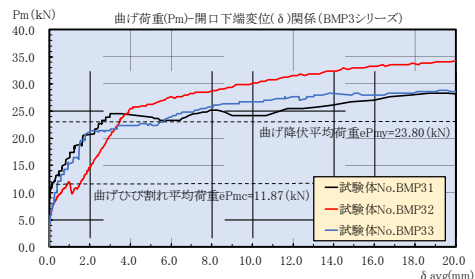


図5 曲げ荷重(Pm)-開口平均変位(δ avg)関係(BMP3シリーズ)

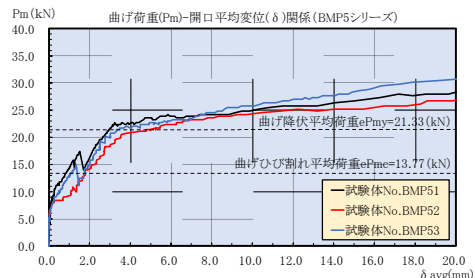


図6 曲げ荷重(Pm)-開口平均変位(δ avg)関係(BMP5シリーズ)

6. まとめ

コンクリートの表面に補強塗料を塗布した試験片および試験体に対して、割裂引張試験および基礎梁の曲げ試験を実施した。その結果以下のことが分かった。

6.1 割裂引張試験

TOOシリーズの引張強度(ft)平均値が1.877(N/mm²)に対して、TP1シリーズが1.37倍およびTP5シリーズが1.42倍であった。

6.2 基礎梁の曲げ試験

基礎梁開口部周辺に補強塗料を施すと、無塗装と比較して曲げひび割れの発生荷重が塗膜厚0.3mmで2.20倍に、塗膜厚0.5mmで1.91倍になる。一方で、降伏荷重までのエネルギーが塗膜厚0.3mmで0.83倍に、塗膜厚0.5mmで0.86倍に低下する。

参考文献

- 1)小規模建築物基礎設計指針,日本建築学会,2008.2
- 2)コンクリート損部補強066,(株)染めQテクノロジー