

塩害劣化を模擬した RC 梁の熱プレストレス工法の検証実験

構造研究室 堤 哲郎

1. はじめに

厳しい塩害環境下に長期間曝されると、RC 梁の内部鉄筋が腐食することで膨張し、かぶりコンクリートの剥落及び、鉄筋露出などの塩害劣化が生じ、構造安定上、問題となる。これらの背景から、塩害劣化により耐荷性能が低下した RC 梁に対して、効果的な補修・補強工法が求められている。現行の断面修復や当板工法は RC 梁にかかる活荷重応力を低減させることは可能であるが、かぶりコンクリートの剥落により主鉄筋に作用していた死荷重応力は抜け、耐荷力に大きな影響を与える。鉄筋の死荷重応力を回復させ、RC としての力学特性を回復させるため、鉄筋にプレストレスを導入する方法を検討した。本稿では塩害劣化を模擬した小型 RC 梁を対象に、既往の工法と熱プレストレス工法を比較し、プレストレス導入、プレストレス効果の確認試験について記述する。

2. プレストレス導入

2.1 試験体

実験に用いた RC 梁を、図 1、図 2 に示す。試験体は全長 1.7m、梁高 20cm、幅 12cm の長方形断面梁であり、内部鉄筋は全て SD295A である。上記の試験体に塩害によるコンクリートの剥落を模擬するため、試験体中央部から左右に 600mm の範囲に、試験体のかぶり厚 20mm に加え、主鉄筋の半径分をはつり、鉄筋を露出させた。表 1 に試験体パラメータを示す。図 3 に示す剥落模擬試験体に対して、熱プレストレス工法を施した。その手順を(a)~(d)で示す。

(a)鉄筋のゲージ貼り(写真 1)

露出している鉄筋下面にひずみゲージを 7 枚 200mm 間隔で貼る。断面修復をすることを考慮し、ひずみゲージをコーティングした。

(b)アンカー打ち込み(写真 2)

はつり部分にケミカルアンカーを 14 本、80 mm の深さで打ち込んだ。(材質 SS400、径 12mm、長さ 150mm、埋め込み深さ 120mm)

(c)アンカーと鋼板との取り付け(図 4)

アンカーの位置に、それぞれ孔をあけた鋼板(厚さ 6mm)を取り付けた後、ナットで固定した。なお鋼板にはアンカーの孔の間に直径 6mm の丸鋼を付けておく。

(d)断面修復(写真 3)

型枠注入工法にて無収縮モルタル(圧縮強度 54.7N/mm²)を流し込み、断面修復を施した。

(e)鋼板溶接(写真 4, 写真 5)

溶接線 1 本の試験体と溶接線 3 本の試験体のそれぞれの溶接部を半自動溶接機(ワイヤーサイズ 1.2mm)で 2 パス溶接を、溶接電流 175A、溶接電圧 25V で施した。溶接線 3 本の試験体は片側から一方向に溶接を行った。

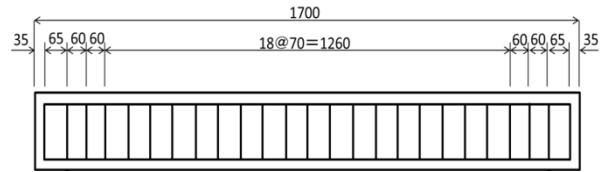


図 1 試験体側面図

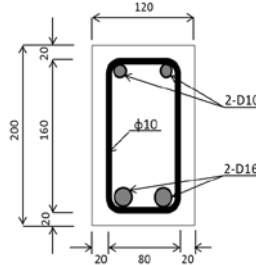


図 2 試験体断面図

試験体名	試験体番号
1 健全	H-S1
2 剥落模擬	D-S1
3 断面修復	R-S1
4 溶接線1本①	W1-S1
5 溶接線1本②	W1-S2
6 溶接線3本	W3-S1
7 溶接なし①	W0-S1
8 溶接なし②	W0-S2
9 炭素繊維	C-S1

表 1 試験体パラメータ

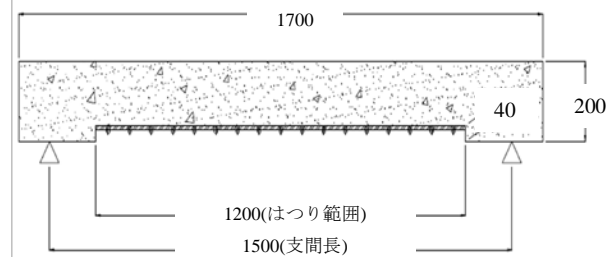


図 3 はつり範囲



写真 1 鉄筋ゲージ



写真 2 アンカー

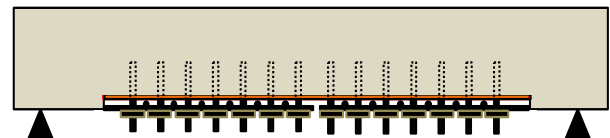


図 4 鋼板設置



写真 3 断面修復後



写真 4 鋼板溶接前



写真 5 鋼板溶接後

2.2 試験方法

2.1(d)の鋼板溶接時の鉄筋下面のひずみを計測し、鋼板の熱収縮による熱プレストレス導入の確認を行った。溶接線1本、溶接線3本の試験体の測定するひずみゲージ位置と溶接部を図5に示す。

2.3 試験結果

溶接により鉄筋に導入されたひずみ値を、表2及び表3で示す。表より溶接線1本及び3本の試験体ともに、溶接部から200mmの範囲にて鉄筋にプレストレス導入されている。一方、溶接部から200mm以上離れた鉄筋端部ではひずみの変化がなかった。溶接線3本は、片側一方向から溶接を行ったため、プレストレスの導入に偏りがあった。

3. 静的荷重試験

3.1 試験方法

熱プレストレス効果の確認として3点曲げ静的荷重試験を行った。5kN毎に除荷し、鉄筋降伏荷重の90%から単調変位増分にて破壊まで荷重した。図6に変位計及びひずみゲージ位置を示す。

3.2 試験結果

(1) 荷重-変位関係、

図7、8に各試験体の荷重-変位の関係を示す。約15kNを超えた後、健全に比べ剥落模擬は剛性の低下がみられる。また溶接線3本、溶接なし鋼板については、剛性の向上がみられ、最大荷重も増加した。しかし、溶接線1本は約60kN時に、たわみが急激に増加する現象がみられ、剛性の向上はみられるが、最大耐荷力は増加しなかった。

(2) 荷重-鉄筋ひずみ関係

図9に荷重-鉄筋中央ひずみの関係を示す。健全に比べ、溶接線1本、溶接線3本、溶接なしは溶接の有無に関わらず、鉄筋中央部の降伏荷重が約2倍増加した。これは荷重が試験体下面の鋼板に分散したためと考えられる。溶接を施した試験体は、プレストレス導入分の降伏ひずみの値が増加した。

(3) コンクリートの中立軸の特性

図10にコンクリート中央部のひずみの測定箇所の高さとひずみの関係を示す。図より、それぞれの試験体の中立軸の位置を示す。健全に比べ、溶接の有無に関わらず、鋼板補強によって中立軸の位置が低くなることわかる。また溶接を施した試験体の方が、より低くなる傾向がみられる。これによりプレストレス導入が、中立軸の位置を低くする効果があると考えられる。

4. まとめ

- (1) 熱プレストレス工法により鉄筋にプレストレス導入できる。
- (2) プレストレス導入により、プレストレス導入分の終局時の鉄筋のひずみが増加する。
- (3) プレストレス導入により中立軸の位置がより低くなった。
- (4) 溶接線3本、溶接なしは最大耐荷力が向上するが、原因は調査中だが溶接線1本は向上しない。

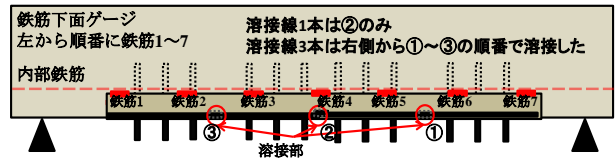


図5 ひずみゲージ位置及び溶接部

表2 溶接線1本

溶接線1本①	
ひずみゲージ	ひずみ(με)
鉄筋1	2.86
鉄筋2	1.90
鉄筋3	-100.95
鉄筋4	-441.90
鉄筋5	-116.19
鉄筋6	-2.86
鉄筋7	1.90

表3 溶接線3本

溶接線3本	
ひずみゲージ	ひずみ(με)
鉄筋1	-2.86
鉄筋2	-248.36
鉄筋3	-252.18
鉄筋4	-295.16
鉄筋5	-230.21
鉄筋6	-27.70
鉄筋7	-13.37

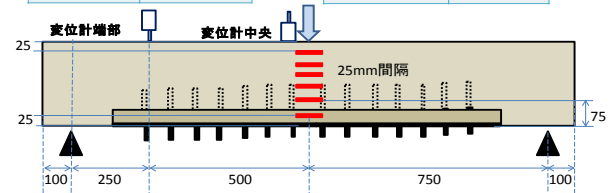


図6 変位計、ひずみゲージ位置図

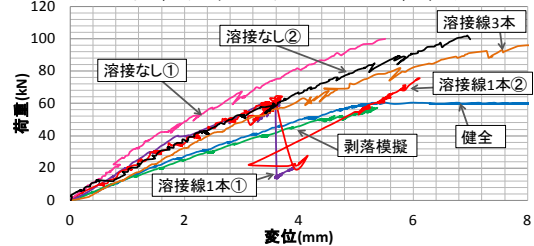


図7 荷重-変位中央

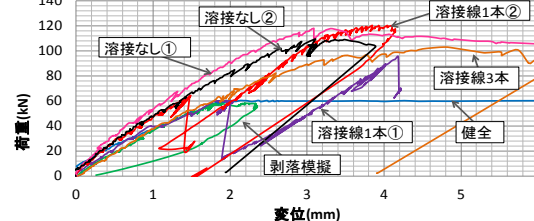


図8 荷重-変位端部

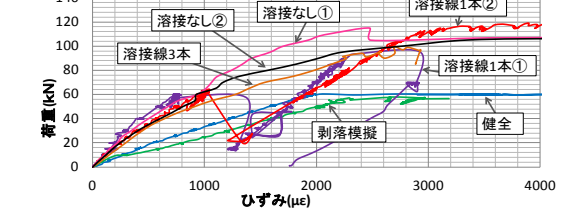


図9 荷重-鉄筋中央ひずみ

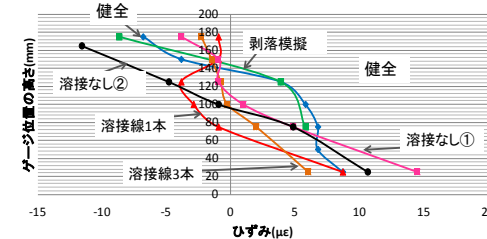


図10 中央部のひずみ分布

参考文献

- 1) 堤哲郎、下里哲弘、有住康則、長嶺由智、稲福英三、土木学会西部支部沖縄発表会概要、塩害劣化モデルのRC梁の熱プレストレス補強時の応力確認試験 2012