

塩害を受けたRC部材に対する連続繊維シートによる補強効果に関する検討

日本大学工学部 学生会員 ○早川 俊
 日本大学工学部 正会員 子田 康弘
 日本大学工学部 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

近年、融雪剤の大量散布により鉄筋コンクリート(以下、RC)構造物の塩害が、内陸部においても顕在化しつつある。しかし、塩害を受けたRC部材の耐荷性能の解明は精力的に行われているものの、その補強方法に関する検討は端緒についたばかりである。そこで、本研究では、塩害を受けたRC部材を塩害促進試験により作製し、塩害劣化後の(1)曲げと押抜きせん断の耐荷挙動と(2)その炭素繊維シート(以下、シート)による補強効果を静的載荷試験により評価した。シートによる補強は、(1)の載荷試験で耐荷力を確認した後に実施しており、無補強時で終局状態にある塩害RC部材のシートによる補強効果を検討した。

2. 実験概要

図-1と図-2に、それぞれ曲げ供試体と押抜きせん断供試体を示す。図より、まず、曲げ供試体の寸法は、2000mm×300mm×160mmであり、主鉄筋にはD16(SD295A)を2本使用し有効高さを130mmとした。なお、スパン長は1800mmである。次に、押抜きせん断供試体の寸法は、1200mm×1200mm×160mmであり、主鉄筋にはD16(SD295A)、配力筋D13(SD295A)を使用し、スパン長を1000mmとした。使用したコンクリートの試験開始時の圧縮強度は、34.4MPaであった。また、シートによる補強は、炭素繊維を使用し、幅250mmのシートを曲げ供試体には供試体下面に1面接着し、押抜きせん断供試体には格子接着した(図-1、図-2参照)。表-1に使用したシートの物性値を示す。本実験における塩害促進試験方法は、(1)塩水の供試体全面への浸漬と乾燥を3.5日毎に繰り返したもの(以下、浸漬供試体)と、(2)供試体上面への塩水散布を週1回の頻度で行ったもの(以下、散布供試体)の2種類である。なお、塩水には、濃度10%のNaCl水溶液を使用した。この塩害促進は、載荷試験直前まで1398日間実施した。載荷方法は、曲げ載荷試験は1点集中荷重載荷方式とし、押抜きせん断載荷試験は2辺支持による100mm×100mmの載荷板を用いた1点集中荷重載荷方式とした。計測は、作用荷重と供試体中央の変位をそれぞれロードセル(容量1000kN)と高感度変位計(感度1/100mm)により測定した。

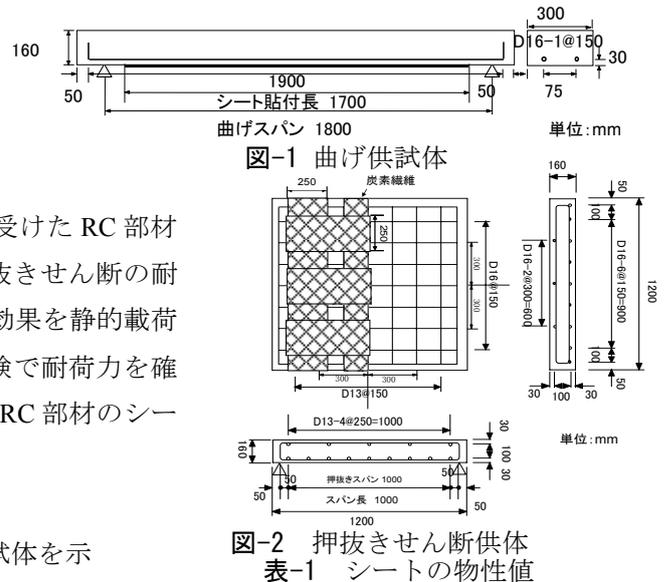
図-1と図-2に、それぞれ曲げ供試体と押抜きせん断供試体を示す。図より、まず、曲げ供試体の寸法は、2000mm×300mm×160mmであり、主鉄筋にはD16(SD295A)を2本使用し有効高さを130mmとした。なお、スパン長は1800mmである。次に、押抜きせん断供試体の寸法は、1200mm×1200mm×160mmであり、主鉄筋にはD16(SD295A)、配力筋D13(SD295A)を使用し、スパン長を1000mmとした。使用したコンクリートの試験開始時の圧縮強度は、34.4MPaであった。また、シートによる補強は、炭素繊維を使用し、幅250mmのシートを曲げ供試体には供試体下面に1面接着し、押抜きせん断供試体には格子接着した(図-1、図-2参照)。表-1に使用したシートの物性値を示す。本実験における塩害促進試験方法は、(1)塩水の供試体全面への浸漬と乾燥を3.5日毎に繰り返したもの(以下、浸漬供試体)と、(2)供試体上面への塩水散布を週1回の頻度で行ったもの(以下、散布供試体)の2種類である。なお、塩水には、濃度10%のNaCl水溶液を使用した。この塩害促進は、載荷試験直前まで1398日間実施した。載荷方法は、曲げ載荷試験は1点集中荷重載荷方式とし、押抜きせん断載荷試験は2辺支持による100mm×100mmの載荷板を用いた1点集中荷重載荷方式とした。計測は、作用荷重と供試体中央の変位をそれぞれロードセル(容量1000kN)と高感度変位計(感度1/100mm)により測定した。

3. 実験結果及び考察

図-3に、曲げ載荷試験における健全時と塩害促進後、およびシート補強後の荷重-変位関係を示す。図より、散布供試体は、変位20mm程度まで同一変位における荷重は小さい傾向にあったが、それ以降は健全供試体と同様な挙動であることが確認されたため、試験終了後の補強を考え変位40mm(荷重41.6kN)で載荷を中止した。一方、浸漬供試体は、載荷当初は健全と同様な挙動であったが、変位30mm(荷重40.4kN)で荷重が低下したため除荷した。浸漬供試体は、健全供試体や散布供試体とは異なり、変形性能が大きく低下するという結果であった。シート補強後は、荷重レベルが低い段階(荷重20kN程度)までが供試体中央の主たる曲げひび割れの開口変位の増加が大き

キーワード：塩害、連続繊維シート、静的載荷試験、補強効果

福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地 024-956-8721



シート	設計厚さ mm	引張強度 MPa	引張弾性率 GPa
炭素繊維	0.274	2,900	390

く、折れ曲がるような変形を呈したことで変位の増加が大きくなったが、中央付近のシートがはく離し始めるとシートが分担する引張力が増加し始め荷重の増加に伴う変位量が小さくなったと考えられる。そして、両供試体とも曲げ補強によって最大荷重(以下、 P_{max})が増加する傾向で、散布供試体が73.2kN、浸漬供試体が56.2kNと明らかにシートによる補強効果が現れたが浸漬供試体の方が最大荷重は小さかった。これは、図-4(a)(b)に示すように、両者のシート補強後の破壊状態が異なるため、 P_{max} 時の

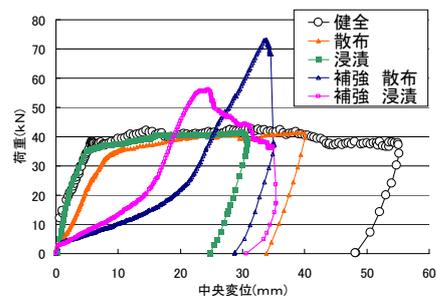


図-3 荷重-変位関係

破壊は散布供試体がシートのはく離破壊であったが、浸漬供試体が供試体中央のコンクリート塊がはがれ落ちる破壊であった。散布供試体の場合、シートは全はく離しており、シートが引張力を最大限分担していたと考えられる。しかし、浸漬供試体は、主鉄筋の腐食が進行し、コンクリートと主鉄筋間の付着力の低下によってシートの変形過程でかぶりコンクリートの付着破壊が先行したことが耐荷力が小さくなった要因^りと考えられる。図-5に、押抜きせん断載荷試験における健全時と塩害促進後、およびシート補強後の荷重-変位関係を示す。図より、散布供試体は、健全供試体(P_{max} 336.8kN)と比較し、 P_{max} (366.0kN)と P_{max} 時の変位量(9.21mm以下、 δ)が大きく、浸漬供試体の場合は、 P_{max} が340.0kNで P_{max} 時の δ も6.90mmと健全、散布の両供試体よりも低下している。これら荷重-変位関係の差異は、上下段鉄筋の腐



図-4 曲げ破壊状況

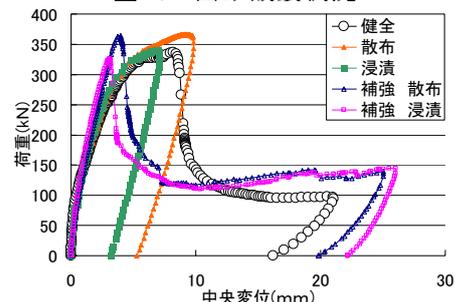


図-5 荷重-変位関係

食量の違いに起因し生じたと考えられる。シート補強後の荷重-変位関係は、補強前と比較し変位の増加に対する荷重の増加割合が大きいが散布供試体と浸漬供試体の両方とも P_{max} は、補強前の P_{max} 程度までであり、押抜きせん断破壊した。シート補強によって P_{max} 付近までは、補強前のひび割れの進展を抑制し荷重の増加割合が大きくなったと言えるが、既に供試体内部には押抜きせん断破壊を呈する斜めひび割れが発生していたと考えられ、 P_{max} 時には載荷方向に供試体下面が抜け落ちるような状態であった。つまり、事後保全的に終局状態に近い押抜きせん断破壊するRC部材をシート補強してもその補強効果が期待しにくいことが示された。図-6(a)(b)に、シート補強後の試験終了時の破壊状態を示す。図より、散布供試体は、下面全域が破壊しているが、浸漬供試体では載荷点を中心とする約500mm四方が破壊するという局所的な破壊状態であった。このように鉄筋腐食の進行の程度が押抜きせん断破壊状態を変化させると考える。なお、曲げ供試体と押抜きせん断供試体の鉄筋腐食量は現在調査中である。

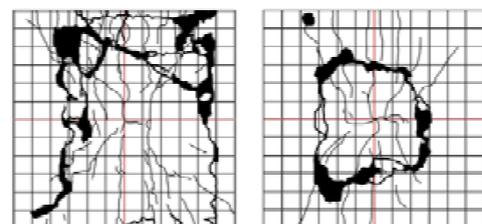


図-6 押抜きせん断破壊状況

4. まとめ

本研究では、塩害促進を行ったRC部材の耐荷挙動とシートの補強効果を検討した。その結果、浸漬供試体は耐荷力と変形性能共に低下した。これは塩分浸透方法による鉄筋腐食量の違いが影響したためと考えられる。シート補強は、曲げ補強効果を確認したが、押抜きせん断補強はその効果が認められず、RC床版の押抜きせん断破壊後の補強対策としては補強効果が期待しにくいと考えられる。

【謝辞】 本研究は科学研究費基盤研究(B)20360205 (研究代表者：岩城一郎)を受けて行われたものである。ここに記して謝意を表す。

参考文献 1) 橋田直樹、佐藤靖彦、小林朗、高橋義裕(2009)：炭素繊維シート補強 RC はりの曲げ性状に及ぼす主鉄筋の付着の影響、土木学会第64回年次学術講演会、pp.1085-1086。