

第V部門

1 液型無溶剤エポキシ樹脂プライマーを適用したコンクリートの腐食ひび割れ性状

京都大学 学生会員 ○奥野 喜久 正会員 高谷 哲 正会員 山本 貴士
 ユニシ (株) 正会員 堀井 久一 京都大学 フェロー会員 宮川 豊章

1. 研究目的

本研究では、かぶりコンクリートのはく離防止を目的とするようなシート補強工法での既存部コンクリートの下地処理に用いるプライマーとして、従来よりも無溶剤でありながら粘度を小さくすることでコンクリートへの含浸性を向上させ、かつ1液型とすることで施工性を高めた1液型無溶剤エポキシ樹脂（以下、1液型）に着目した。このプライマーの含浸にともなうかぶりコンクリートの強度増加が、鉄筋腐食による腐食ひび割れの発生、進展特性に与える影響を、既往の研究¹⁾の鉄筋腐食膨張圧シミュレーション装置を用いて明らかにすることを目的とした。

2. 実験概要

供試体は図1に示すような150×400×400mmの角柱供試体とし、D19の異形棒鋼をかぶり30mm、150mmピッチで直交配筋した。なお、鉛直中央方向中央のみ円筒空洞としており、腐食鉄筋の膨張圧を模擬するためのシリコンゴム(E=1.39N/mm², ν=0.49)を挿入した。

水セメント比(W/C)は、ブリーディング等によって強度が不十分である状況を想定し、60%、80%とした。このうち、60%のものでは、膨張材をセメント内割30%で添加する配合(60+E)を設け、図2に示すように2層に分けて打設を行い、かぶり部分の劣化を模擬した。プライマーは表1に示す1液型のほかに、比較用として従来のシート補強工法で用いられている2液型プライマー（以下、2液型）を用いた。また、塗布無の供試体も準備した。1液型の施工では、含浸効果による母材表面のサンディング処理を不要とする省力化も期待しており、サンディング処理は2液型でのみ行った。

荷重は、図1のシリコンゴム部分に鉛直下向きの変位を0.01mm/sで与え、0.2mm変化するごとに変位、荷重、コンクリート表面のひずみを計測するとともに、ひび割れ性状および荷重終了後のはく離片を用いて含浸深さを測定した。

3. 実験結果および考察

3.1 含浸深さ

含浸深さの平均値と標準偏差を図3に示す。1液型を塗布した場合、含浸によるとみられる色の変化がはく離片の外縁部にみられた。含浸深さは、W/C=60% < 80% < 60+Eの順に大きくなり、含浸しやすい場合で約1mm程度であった。W/C=60+Eでは、コンクリート表面の自由膨張により微細なひび割れが発生していたため、含浸しやすいものと考えられる。また、W/C=80%では、コンクリートの材料分離やブリーディングがW/C=60%よりも大きく、打込み時に

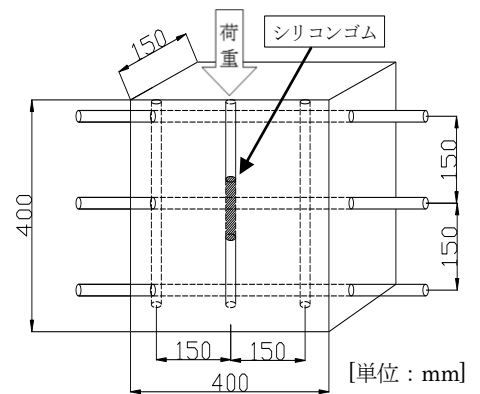


図1 供試体概要



図2 劣化模擬供試体の概要

表1 プライマーの粘度

プライマー	粘度(mPa・s)
1液型	150±100(23℃)
2液型	500(20℃)
水(参考)	8.9×10 ⁻³ (25℃)

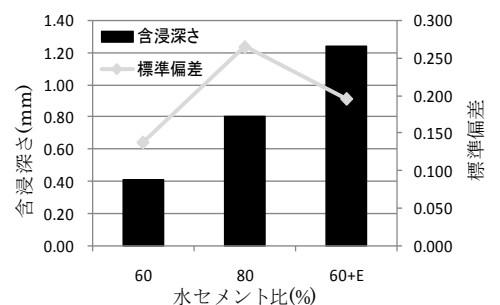


図3 含浸深さと標準偏差

底面側となったかぶり面側に骨材が集中していた可能性が高い。そのため、含浸しやすさの程度が場所ごとに大きく相違し、含浸深さに大きなばらつきが生じたものと考えられる。

3.2 はく離性状

写真1に示す1液型のはく離片の外縁部には、薄くなっている部分が存在し、その厚さは含浸深さにほぼ相当した。1液型が含浸したことによって含浸層の強度が大きくなり、弾性体から進展してきたはく離ひび割れが含浸層に達した時点でその方向を変化させ、含浸層に対して平行にひび割れが進展したと考えられる。2液型では、このような薄片部は見られなかったものの、1液型、2液型ともに、はく離片が大きくなっているようであった。各要因(W/C=60+Eでは、はく離が生じなかったため除く)のはく離表面積を図4に示す。1液型、2液型とも塗布無のものより概ねはく離表面積が大きかった。すなわち、プライマーの塗布により、第三者への影響度が大きくなる可能性がある。

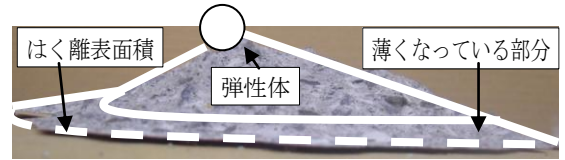


写真1 はく離片の形状

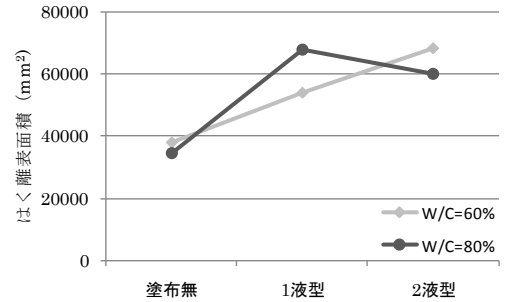


図4 はく離表面積

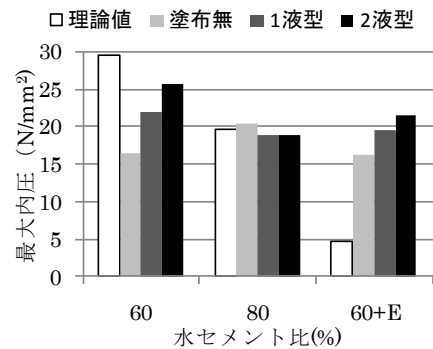


図5 最大内圧

3.3 最大内圧

各要因の最大内圧¹⁾を図5に示す。荷重が最大となる最大内圧時は概ね軸方向ひび割れ発生時であり、最大内圧は塗布無よりもプライマーを塗布したもので大きくなる傾向にあった。

すなわち、プライマーの塗布により、腐食ひび割れ発生への抵抗性が高まるといえる。ただし、1液型と2液型の最大内圧に明確な差はなかったことから、含浸の有無に係わらず、表面のわずかな層の強度増加により軸方向のひび割れ発生に対する抵抗が大きくなったと考えられる。一方、厚肉円筒理論による円柱空洞周辺へのひび割れ発生内圧の理論値¹⁾は、コンクリート強度が大きい程大きくなるが、W/C=80%の塗布無の最大内圧はW/C=60%よりも大きく、また塗布の有無による差がみられない。かぶり面側へ骨材集中によって、円柱空洞からのひび割れ進展に対する抵抗性が高まった影響が支配的で、表面の強度による最大内圧の差が見られなかったものと考えられる。また、膨張材により表面の劣化を試みたW/C=60+Eでは塗布無の最大内圧が、W/C=60%とほぼ同程度となっている。供試体表面では自由膨張にともなう微細なひび割れが発生し、1液型の含浸深さが大きくなった一方で、円筒空洞周辺では膨張ひずみを拘束する鉄筋の効果により圧縮力が導入され、ひび割れの進展に対する抵抗性が大きくなったと考えられる。

3.4 ひび割れ進展エネルギー

はく離時におけるひび割れ進展エネルギー¹⁾は、塗布無で7.5kN・mm、1液型で27.4kN・mm、2液型で34.8kN・mm(W/C=60%の場合)であり、塗布無で塗布したものの方がエネルギーが大きくなった。プライマーを塗布することで、はく離表面積は大きくなるものの、はく離に至るまでのじん性を改善できる可能性がある。ただし、はく離ひび割れの経路は、強度変化層の存在により、敏感に変化したとみられ、最終的なエネルギー値に大きなばらつきを示した。

4. 結論

- (1) 1液型プライマーのコンクリート表面での含浸深さは、W/C=60+Eの場合で約1mm程度であった。
- (2) プライマーを塗布すると、はく離表面積は大きくなる傾向にあった。また、軸方向のひび割れ発生荷重が大きくなり、はく離に至るまでのじん性に改善が得られた。

参考文献

- 1) 高谷哲:コンクリート破壊エネルギー G_F 算出方法に関する研究,コンクリート工学年次論文報告集, vol.27