

ウレア系樹脂を用いたコンクリート剥落防護工の設計法に関する実験的研究

Experimental study on the way of designing about the prevention of concrete exfoliation using urea elastomer lining

守屋裕兄*, 大西弘志**, 松井繁之***

Hiroshige MORIYA, Hiroshi ONISHI, Shigeyuki MATSUI

*工修, 奥村組, 関西支社 (〒545-8555 大阪市阿倍野区松崎町 2-2-2)

** 工修, 大阪大学大学院助手, 工学研究科土木工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

***工博, 大阪大学大学院教授, 工学研究科土木工学専攻 (〒565-0871 大阪府吹田市山田丘 2-1)

It is well known that the structures forming infrastructures are influenced and deteriorated with the many mechanical and chemical factors. Specially, the concrete exfoliation is one of the most urgent problems. The one popular method of counter measure to prevent the exfoliation of concrete pieces is the arrangement lining on the reinforced concrete members. In the lining method, many materials, which are FRP, polymers, resin mortar, steel and so on are used. Recently, it is thought that the urea system elastomer is a new material applied on the concrete lining. The urea system elastomer has good chemical resistance and large deformation capacity. But the way of designing about the prevention of a concrete exfoliation, which the urea system elastomer was used for, isn't established. Then the authors carried out some experiments and the discussions about the prevention of a concrete exfoliation, using the urea system elastomer.

Key Words: surface coating, prevention of concrete exfoliation, test of punching load, urea system elastomer

キーワード: 表面被覆工, 剥落防護工, 押し抜き試験, ウレア系樹脂

1. はじめに

社会基盤施設の建設が大量に行われてから 30 年以上が経過し, 劣化や疲労に起因する損傷・事故が顕在化しつつある。構造物の中には 100 年近くの長きにわたって健全であるものも存在するが, 1960 年代後半からの高度経済成長期以降に急速に整備された構造物の中には, その品質が必ずしも十分でないものが含まれていることを近年の早期劣化事例は示している。特に, 鉄筋コンクリート構造において, 鉄筋の腐食に伴うコンクリート片の剥離・落下事例が多く認められている。コンクリート片の剥離・落下は構造物の耐久性にとって好ましくない影響をもたらすばかりか, 構造物周辺の第三者に対して被害を与える恐れがあるため, 早急に対策を行う必要があると認識されている。現在, 既存構造物のコンクリート片剥落を防止するための対策として, コンクリート構造の表面に被覆材を配置することにより, コンクリート片の剥離が発生しても, 被覆材と周辺の健全な部分のコンクリートによってコンクリート片の落下を防止するという方法が多く用いられている。

上記のような方法を採用する場合, 構造物の表面に配置される被覆材としては炭素繊維やアラミド繊維, ガラス繊維などを用いた繊維補強プラスチックやエポキシ樹脂, ビニルエステル樹脂などの高分子材料, 樹脂モルタルや鋼板など多様な材料が適用されている。このような状況におい

て, 最近, ウレア系樹脂を新たに表面被覆保護工へ適用することが考えられている。ウレア系樹脂は耐薬品性に優れ, 引張強度は 10MPa 前後, 伸び率は 300~500% ある樹脂である。このウレア系樹脂が有する大きな変形性能を利用することにより, 表面被覆施工後に何らかの変状が発生しても十分に剥落を防止するものと期待されている。

しかしながら, ウレア系樹脂はそれ自体が開発されてからの歴史が浅く, 既存の剥落防護材料と全く物性が異なるため, 剥落防護用途としての設計法が確立されていないのが実情である。そこで, 本研究では物性値の異なる 3 種類のウレア系樹脂を用いて押し抜き実験を実施し, 剥落防護性能を確認し, 剥落防護のメカニズムについて検討を加えることにした。

2. 実験の概要

2. 1 供試体

(1) ライニング材料

今回の実験では, ライニング材の物性の違いによる挙動の違いを確認するために, ウレア系樹脂であるウレアウレタン樹脂, ポリウレア樹脂と連続繊維シートであるガラスクロス繊維を用いた場合について実験を行うことにした。

表-1 供試体数量

供試体名	施工材料	膜厚 (mm)	数量
UU2-1~3	ウレアウレタン樹脂	2	3
UU3-1~3	ウレアウレタン樹脂	3	3
PUA1~3	ポリウレア樹脂	2	3
PUB1~3	ポリウレア樹脂	2	3
GCF1~3	ガラスクロス繊維	—	3

表-2 ウレアウレタン樹脂・ポリウレア樹脂の物性値

供試体	伸び率 (%)	引張強度 (MPa)	引裂強度 (MPa/cm)	硬度 (JIS-A)
UU2、UU3	470	12	7	83
PUA	450	11	6	88
PUB	265	17	3	90

表-3 ガラスクロス繊維の物性値

供試体	伸び率 (%)	引張強度 (MPa)	引裂強度 (MPa/cm)	硬度 (JIS-A)
タックコート (エポキシ樹脂)	—	20	7	80
中塗り (エポキシ樹脂)	100	1.5	6	40

本実験で供試体に施工するウレアウレタンのライニング厚は2mmと3mmの2通りに変化させ、それぞれ供試体を用意することにした。ライニング材ごとの供試体数量を表-1に示す。ウレアウレタン樹脂・ポリウレア樹脂の積層図を図-1に、それぞれの物性値を表-2に示す。ガラスクロス繊維の積層図を図-2に、その物性値を表-3に示す。なお、ガラスクロスの目付量は200 g/m²とした。

(2) RC版供試体

本実験で用いる供試体の概要を図-3に示す。供試体に用いるRC版の寸法の詳細は、日本道路公団試験研究所規格の「連続繊維シート接着の押抜き試験方法」(以下、「道路公団規格」)に準ずるものとした。ライニングを施すRC版にはJIS A 5372「プレキャストコンクリート製品」に規定されるU型側溝ふた(1種 呼び300, 400×600×60mm)を用いた。

RC版の中央部には、図-3に示す位置にφ100mmのコアカッターを用いてライニング施工面の裏面から55mm±0.5mmの深さまで切れ込みを入れた。RC版の未切断部分(厚さ5±0.5mm)に関しては、載荷時に破壊することによりコンクリート剥落発生時の状況を再現するとともに、押抜荷重を載荷するための圧子として利用することにした。

(3) ライニングの施工

ライニングおよび連続繊維シートの施工は、RC版中央部の400×400mmの範囲に対して行った。供試体の作成に

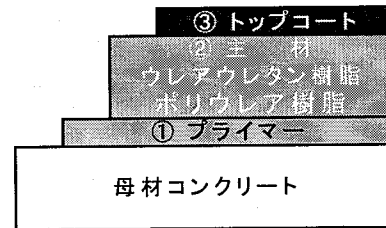


図-1 ウレアウレタン樹脂・ポリウレア樹脂の積層図

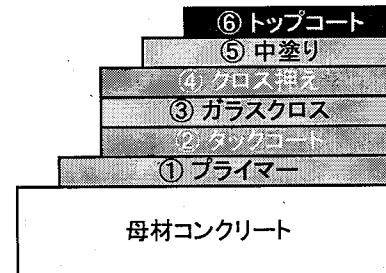


図-2 ガラスクロスの積層図

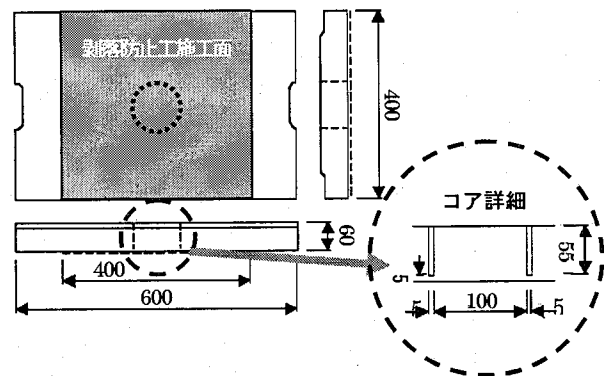


図-3 RC版供試体概要

際しては、悪条件での施工を想定し、供試体を湿潤させた状態でライニングおよび連続繊維シートの施工を行った。ライニングの施工手順を以下に示す。

- ① RC版のライニング施工面にケレンをかける
- ② RC版を20±2℃に保たれた水中に24時間以上水浸させる
- ③ ライニングを施工する。RC版を水中より取出し、30mm水浸させた状態で表面の水滴をウエスで除去し、水中より取出してから5分以内に施工を開始する
- ④ 施工完了後、RC版を30mm水浸した状態で必要な期間、養生を行う

2.2 試験方法

本実験の試験方法は、供試体と同様に道路公団規格に準ずるものとした。以下に今回用いた試験方法について示す。

(1) 試験環境

道路公団規格の引用規格である、JIS K 6848-1「接着剤

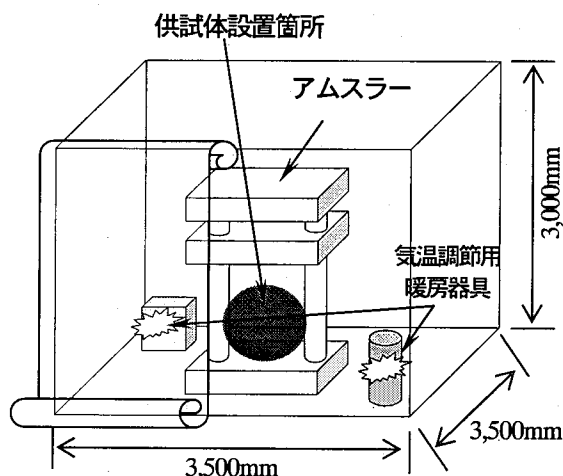


図-4 簡易保温室概要

—接着強さ試験方法—第1部：通則」の中で、試験室の状態を[温度 $23 \pm 2^\circ\text{C}$ 及び相対湿度 $(50 \pm 5)\%$]もしくは[温度 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 及び相対湿度 $40 \sim 70\%$ (ただし試験室の温湿度を記録)]としており、試験環境の温湿度を規定している。そこで本実験では、一部の試験において図-4に示すように、載荷装置である 200t アムスラーを囲む簡易的な保温室を作り、暖房器具を併用することで、規定されている温度を可能な限り実現することにした。試験時には、 18°C の室温を維持して試験が実行できた。湿度の実現に関しては特別な対策をとらなかったが、温湿度計の記録によれば $50 \sim 60\%$ の範囲であった。

(2) 供試体の設置

供試体の設置方法の概要を図-5に示す。設置治具はH鋼(100×100, 400×200の2種)を組み合わせることで作製し、支点部にはφ19mmの丸鋼を配置した。支点間隔は400mmとした。供試体は設置治具にライニング施工面を下にして設置した。供試体中央のコア部には荷重を均等に載荷できるように球座を配置し、載荷のストロークを確保するために円形鉄板および鋼管のアタッチメントを設置し、その上に荷重を測定するためのロードセルを設置した。載荷は変位制御で行うため、アムスラーのクロスヘッド部2ヶ所に変位計を設置し、さらに変位速度を管理するためのダイヤルゲージも設置した。供試体中央部の直下には、供試体押抜部の変位と概形を一方から測定するためレーザー変位計とそれを走査させるためのレールを設置した。支点部の直上30mmの位置には支点沈下を測定するための変位計を計4ヶ所設置した。

(3) 載荷方法

供試体への載荷は200t アムスラーを用いて行った。載荷は1mm/minの変位制御とし、載荷速度の管理は、アムスラーのクロスヘッド部に設置したダイヤルゲージの値をもとに行った。道路公団規格では載荷速度を、RC版コ

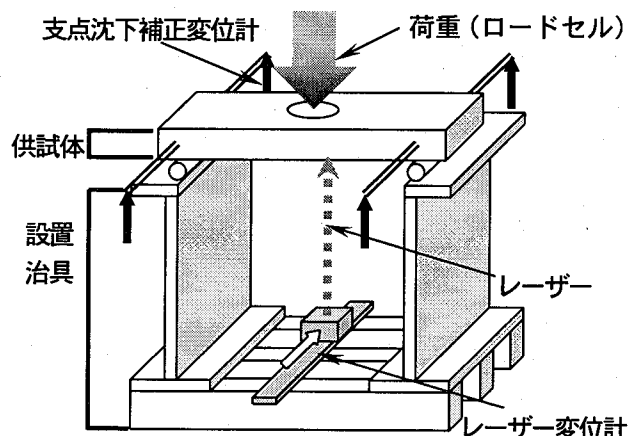


図-5 供試体設置概要図

ア部が押し抜き破壊する前後で1mm/minから5mm/minに変化させるとしているが、本実験ではさらに静的に載荷するために、押し抜き破壊までをできるだけ静的に、その後載荷速度を1mm/minに上げて載荷することにした。

載荷は荷重が最大値を示した時点まで行うことにした。

2.3 測定記録項目

本実験では以下の項目を測定・記録し、押抜剥離試験による剥落抵抗性についての評価材料とすることにした。

1) 荷重-変位関係と最大荷重

試験で得られたデータより荷重-変位曲線を求めた。荷重値はロードセルから読み取り、変位値はクロスヘッド用変位計からの押抜変位およびレーザー変位計による押抜概形の中央部の変位を用いた。

荷重-変位曲線より、変位が10mm以上における最大荷重 P_i を求め、試験値とした。

2) 剥離範囲

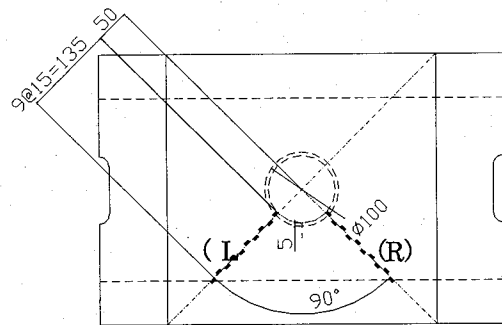
載荷に伴う剥離範囲を10mmの変位ごとに供試体表面に記録した。試験終了後は、押抜剥離の様子を観察するとともに、 45° 刻みで計8方向の剥離長を測定した。

3) 押抜部概形

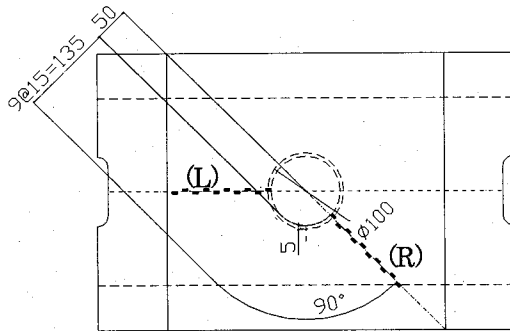
載荷に伴う押抜部の概形を、供試体の中央線(両支点から200mm)に沿って供試体下に設置されたガイドレール上をレーザー変位計(株式会社キーエンス製LB-300+LB1200)を走査させることにより測定した。

4) 表面ひずみの分布

ライニングおよび連続繊維シートの表面には図-6に示すように2方向の位置にひずみゲージを貼付し、ライニング表面のひずみを調査することにした。ひずみゲージは、圧子の縁の直上に当たる箇所から15mm間隔で各10枚、1体につき計20枚貼付する。ウレアウレタン供試体には施工面の対角線上に 45° (L側のひずみと呼ぶ)、 135° (R側のひずみと呼ぶ)の位置に貼付する。連続繊維シート供試体では、貼付方向により生じる異方性から剥離が同心円



(a) 樹脂供試体 (UU, PU)



(b) 繊維補強樹脂供試体 (GCF)

図-6 ゲージ貼付け位置

状に進行せずひし形状になるという既往の研究結果^{3,4}を参考にして、0° (L 側のひずみと呼ぶ)、135° (R 側のひずみと呼ぶ) の位置に貼付し、シートの貼付方向による違いを調査することにした。

3. 試験結果

3.1 荷重-変位関係と最大荷重

実験から得られた最大荷重を表-4に、最大変位量を表-5に示す。最大荷重は、コンクリートを押抜破壊して実質的に剥離進展を始めた後の最大値を採用した。日本道路公団の「コンクリート片はく落防止対策マニュアル」の要求性能として、押抜き試験で得られる荷重-変位曲線により、変位が10mm以上における最大荷重が1.5kN以上示すものを、初期性能有するものとして合格と評価するとされている⁹。この評価基準は、連続繊維シート接着工法について定められているものであるが、他機関において同様の対策で用いられている評価基準値と同一であることから、1.5kNをウレア系樹脂の評価基準に準用するものとした。今回の試験では、全ての供試体についてこの基準値を十分満足する結果となった。

以下に供試体の荷重-変位関係の傾向を述べる。

1) ウレアウレタン樹脂

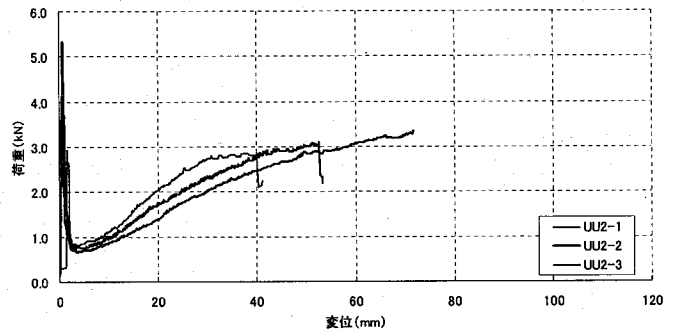
ウレアウレタン樹脂ライニング供試体の荷重-変位曲線を図-7に示す。この図を見ると試験開始直後に荷重が急激に上昇していることがわかる。これはコア抜き時に5mmコンクリートを残していた部分を破壊する為に要した荷重である。未切断部のコンクリートが破壊し、RC版

表-4 押抜き試験時の最大荷重

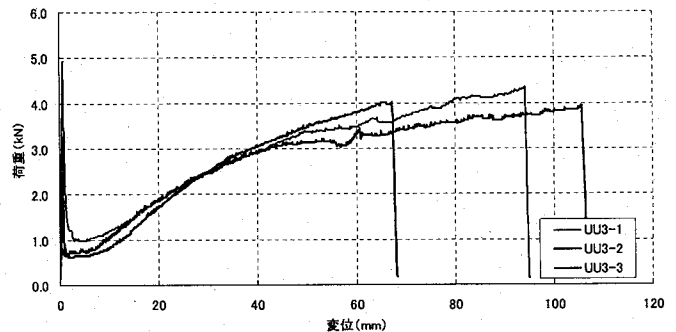
供試体名	1 (kN)	2 (kN)	3 (kN)	平均 (kN)
UU2	2.85	3.35	3.07	3.09
UU3	4.35	4.03	3.92	4.10
PUA	3.60	4.08	4.31	4.00
PUB	5.02	5.14	5.96	5.37
GCF	2.78	1.44	3.01	2.41

表-5 押抜き試験時の最大変位量

供試体名	1 (mm)	2 (mm)	3 (mm)	平均 (mm)
UU2	40.0	71.7	52.5	54.7
UU3	94.3	67.3	105.6	89.1
PUA	82.7	73.9	104.4	87.0
PUB	75.6	77.5	88.6	80.6
GCF	20.1	25.2	25.6	23.6



(a) UU2

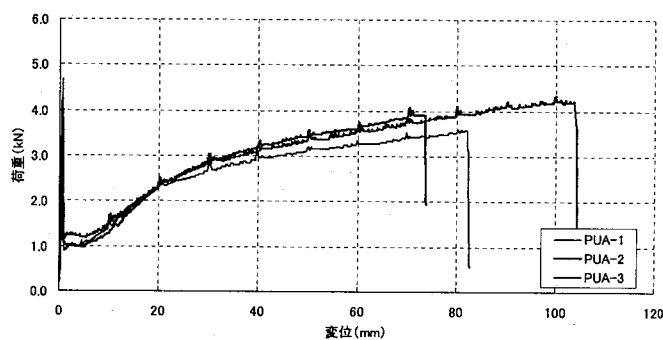


(b) UU3

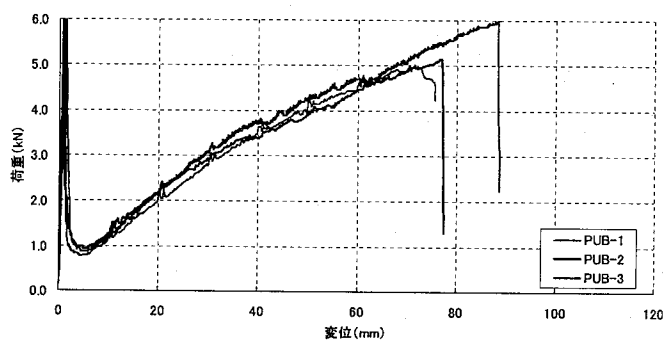
図-7 ウレアウレタン樹脂荷重-変位曲線

と圧子が分離できた後は供試体中央の押抜変位が増加するに従い荷重も単調増加している。全ての供試体において、圧子端部に接しているウレアウレタン樹脂に破断が生じて破壊に至ることが確認できた。

最大荷重を比較すると、UU3の方がUU2よりも約33%大きい値となり、最大変位量でも約63%大きい値となった。図-7に示されたUU2, UU3供試体の挙動を確認すると、UU2供試体が全て破壊する時点(変位d=70mm)までの挙動において、これらの供試体間に顕著な違いは見出すことができなかった。また、変位d=70mm以降のUU3



(a) PUA



(b) PUB

図-8 ポリウレア樹脂荷重-変位曲線

供試体のデータを確認すると、この範囲における荷重-変位曲線の傾きが載荷開始直後と比較してかなり小さくなっていることがわかる。これらのことから、今回の試験における UU2 供試体と UU3 供試体の最大荷重、最大変位の差はライニングの厚さの差により生じた、圧子端部におけるライニングの破断に対する抵抗性の差によりもたらされたものであると考えられる。

2) ポリウレア樹脂

ポリウレア樹脂ライニング供試体の荷重-変位曲線を図-8に示す。変位制御の押抜変位が増加するに従い荷重も単調増加している。PUAの最大荷重・変位量は膜厚3mmのウレアウレタン樹脂供試体(UU3)と極めて近い値をとっている。表-2を見るとわかるように、PUAの物性値はUU3と極めて近い値をとっていることから、これらの供試体はこのように極めて似通った力学的挙動をとったものと考えられる。

PUBに使用された樹脂はPUAの樹脂と比較して伸び率・引裂強度が小さく、引張強度が大きい。このことを反映するようにPUB供試体では最大荷重はPUAより大きい。また、PUB供試体の荷重-変位曲線を確認すると、変位が30mmに至るまでの挙動はPUA、PUBはともに変わらないが、それ以降の挙動でPUAの曲線の傾きが小さくなっていったのに対し、PUB傾きをほぼ維持した状態で終局に至っている。このこともまた両者の物性の違いを反映したものであると考えられる。

3) ガラスクロスFRP

ガラスクロスFRPの荷重-変位曲線を図-9に示す。ガラスクロスFRPでは、載荷開始直後の段階($\delta \leq 20\text{mm}$)

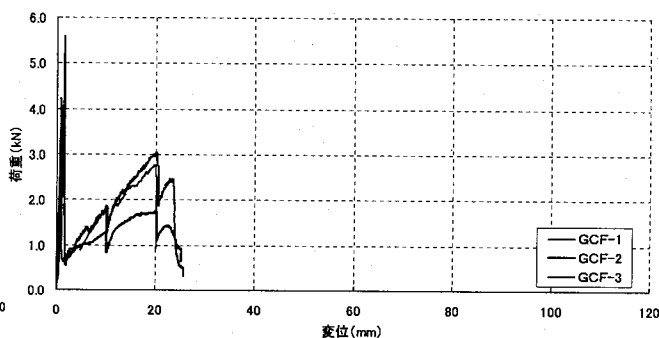


図-9 ガラスクロス繊維荷重-変位曲線

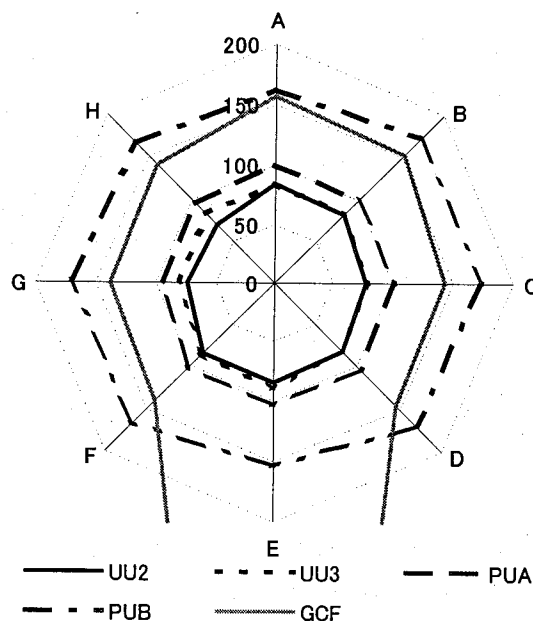


図-10 ライニング剥離範囲

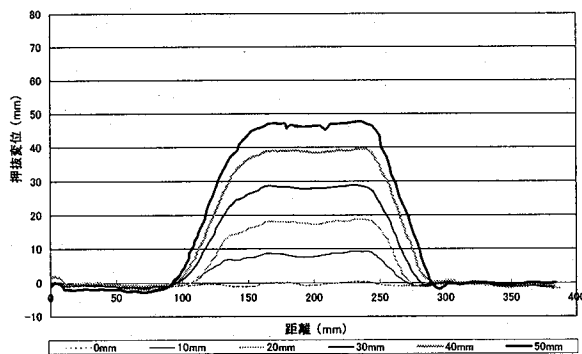
では荷重の立ち上がりがウレア系樹脂と比べて大きくなる傾向がある。押抜変位が25mm近くになるまでには荷重が低下し、破壊に至った。ウレア系樹脂に比べて最大荷重・最大変位量が共に小さい値になっている。FRPの面外変形が小さい載荷開始直後には高い剥落抵抗性を示す。しかしながら、局所的に大きく発生する、今回の実験で想定しているような面外変形には追従できないため、接着面で剥離が発生し、破壊に至ったと考えられる。

3. 2 剥離範囲

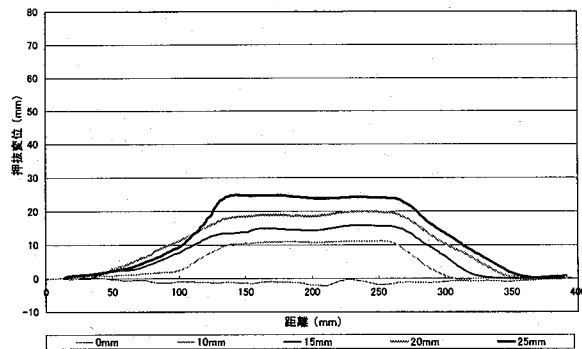
ライニング破壊時の剥離範囲について、ライニング施工部中心からの剥離範囲長を45°刻みで8方向の測定値の平均値を図化したものを図-10に示す。

ウレアウレタン樹脂を用いたUU2とUU3について確認すると、ライニングの厚みの違いによる剥離範囲の大きな差異は確認できなかった。このことからUU2、UU3の各供試体間での最大荷重・最大変位の相違に前項で述べたような要因が大きく関わっていると見ることが妥当であるとわかる。

ポリウレア樹脂を用いたPUA、PUBの各供試体では、



(a) UU2-1 供試体



(b) GCF-1 供試体

図-11 押し抜き部概形図

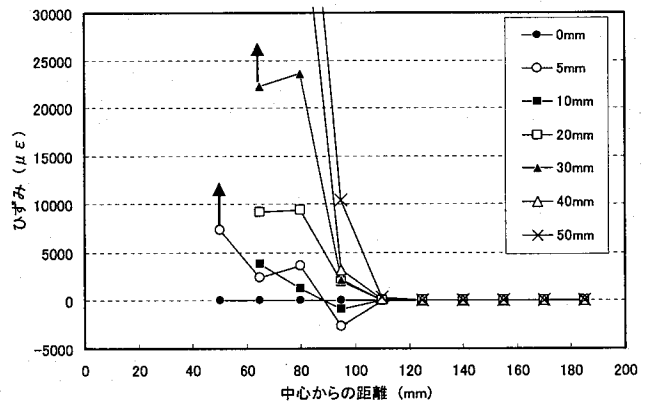
PUB の剥離範囲が PUA のそれよりも大きくなっている。このような現象は、PUA でライニング材料と下地コンクリートを接着させるために用いられたプライマーの剥離に対する抵抗性が PUB で使用されたプライマーよりも優れていたことや PUB で使用された樹脂が PUA の樹脂よりも変形しにくい傾向を有する素材であったことにより発生したものと考えられる。

ガラスクロス FRP (GCF) を用いた供試体の剥離範囲を確認すると、ウレアウレタン樹脂、ポリウレア樹脂の供試体とは異なり、測定点 E の方向に剥離範囲が大きく発生し、計測範囲を超えていたことがわかる。このことは GCF では、ウレアウレタン樹脂、ポリウレア樹脂を用いた供試体と異なり、FRP の破断により破壊に至るという破壊形態ではなく、FRP の剥離が特定の方向に急速に進展し、FRP 端部にまで達した結果、荷重を支持する部位の不足とそれに伴う変形抑制能力の低下が発生し、破壊に至るとい形式の方が支配的であることを示している。

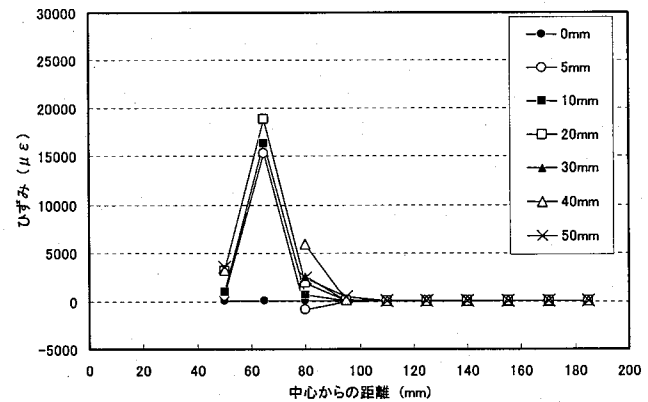
3.3 押し抜き部の形状

各供試体の押し抜き部の変形をレーザー変位計により測定した結果の例を図-11 に示す。この図では計測値に含まれていた細かなノイズを除去するため計測値の 10 点移動平均を用いて供試体の形状を描いている。

本研究では、図-11 中に示されるように、ライニングが剥離してしまっている部位に相当する、押し抜き部の斜面がほぼ直線であることと、ウレアウレタン樹脂ライニング供試体の押し抜き部の端部に当たる部位では大きな曲率を持っていることが確認できた。



(a) UU2-3 表面ひずみ分布 (R)



(b) UU2-3 表面ひずみ分布 (L)

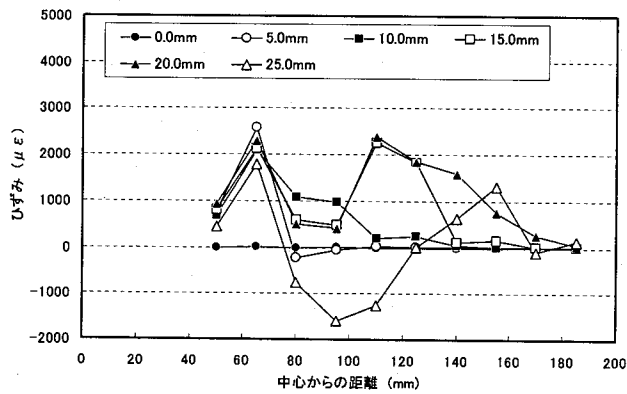
図-12 表面ひずみ分布の経時変化 (UU2-3)

既往の研究では、押し抜き部を供試体とは別に設け RC 版と圧子は完全に分離した状態で剥落防止工を施工しているものが多く、押し抜き部端部のライニングに作用するせん断力が大きくなるため、そこで破損に至るものが多い³⁾。しかし、本研究のように押し抜き部が供試体と一体で試験中に押し抜き破壊により分離させる方式の場合、押し抜き部端部のライニングに多少のコンクリートが付着することが多く、このコンクリートが緩衝となって圧子端部のライニングの曲率が大きくなることを妨げ、せん断破損を生じにくくしていると考えられる。実構造物における剥落挙動も本研究の実験に近いと考えられる。

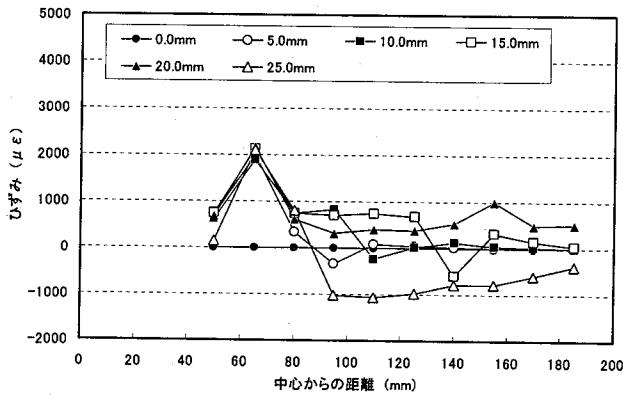
ガラスクロス FRP では、GCF-2 および GCF-3 で最終的にガラスクロスの破断に伴う損傷が生じていた。損傷はおおよそ押し抜き部端部でクロスの織方向に沿って生じていた。これはガラスクロスを含浸させるタックコートが比較的硬質であることにより、コンクリートを押し抜いたときの押し抜き部端部の作用により、ガラスクロス FRP に大きなせん断力が作用するためであると考えられる。

3.4 表面ひずみの分布

押し抜き部の変位の増加に伴う剥落防止工表面のひずみ分布の変動例を図-12 および図-13 に示す。図中の上向き矢印 (↑) は、その点の次の段階以降ではひずみの測定ができなかったことを示している。これらの図を見ると、中



(a) GCF2 表面ひずみ分布 (R)



(b) GCF2 表面ひずみ分布 (L)

図-13 表面ひずみ分布の経時変化(GCF-2)

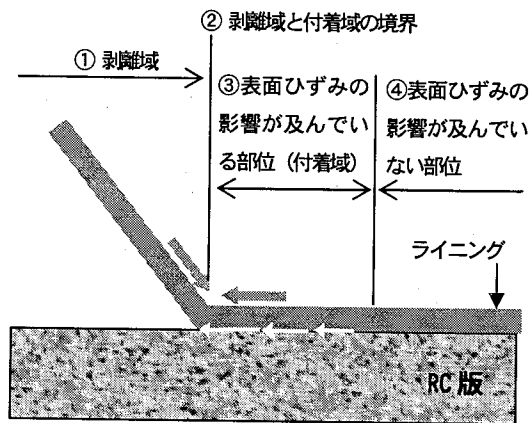
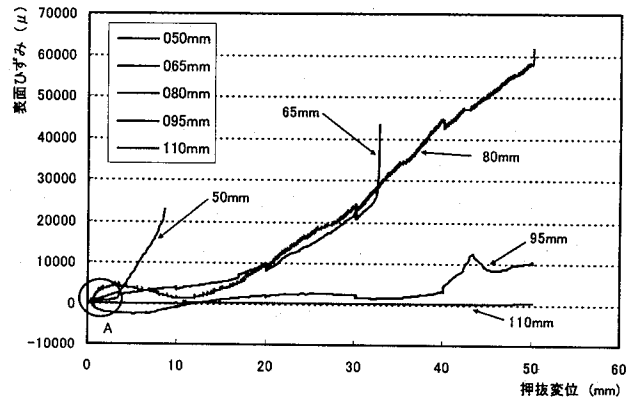


図-14 剥離域と付着域の境界

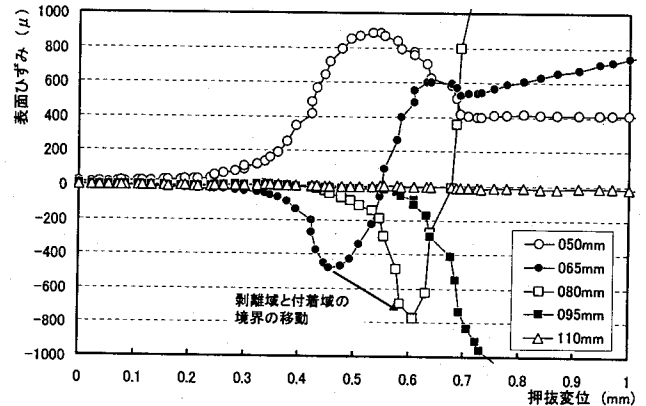
心部から剥落防止工の端部にかけての表面ひずみの分布から、今回の試験におけるライニングの状況は次の4つのエリアに分けて考えることができる(図-14 参照)。

1) ライニング材とRC版が剥離している部位(剥離域)

押抜圧子の端部から外側に広がる、ライニング材とRC版が完全に剥離している部位のことである。この部位においてはウレアウレタン樹脂の場合、ひずみゲージが許容するひずみを超えたエラストマー材料特有の大きなひずみを示している。ガラスクロス FRP の場合は、高強度のシートが入っているため、測定値はひずみゲージの許容範囲内であるが、この他の領域よりも大きなひずみを示している。



(a) UU2-3 押抜変位-各点ひずみ挙動 (R)



(b) UU2-3 押抜変位-各点ひずみ挙動 (R) 範囲A

図-15 各測定点におけるひずみの変動(UU2 供試体)

2) 剥離域と付着域の境界

上述の剥離域と見られる範囲のすぐ外側に当たる部位にひずみが負の値になる部分が存在する。これは、RC版に付着していたライニング材がRC版の面外方向に強制変位を受けたためにRC版から剥離した部位(剥離域)とその外側のRC版とライニング材がまだ付着している部位(付着域)の境界でライニング材が折り曲げられるためである。ライニング材はその箇所で局所的に大きな曲げを受けることになり、その表面には圧縮ひずみが発生する(図-13 参照)。

3) 表面ひずみの影響が及んでいる部位(付着域)

この部分は剥離域のすぐ外側に位置する、ライニング材とRC版の付着が保たれている部位であり、押抜圧子から与えられる荷重を実際に支持している部位である。この部位においては、圧子からライニング材を通じて伝達された荷重をRC版に伝達するため、荷重の影響の強い中央側から外側に向けてライニング材のひずみが減少していく領域である。

4) 表面ひずみの影響が及んでいない部位

3)の領域の外側に広がる、表面ひずみの変動が見られない領域である。

次に、各測定点で測定されたひずみの変動の例を図-15および図-16に示す。これらの図をみると、ひずみの値は載荷開始後に減少傾向を示し、極小値を示してから増加

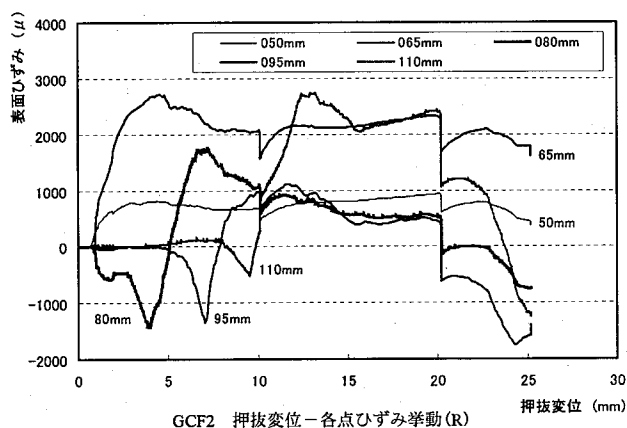


図-16 各測定点におけるひずみの変動
(GCF-2 供試体)

する傾向を有している。このような挙動はその測定点が属している領域が付着域→付着域と剥離域の境界→剥離域と変化しているとする事で、合理的な説明が可能である。また、図-15(b)で確認された、測定点間のひずみ挙動のずれに関しては、この間に付着域と剥離域の境界が測定点間を移動していることを示していると考えられる。

詳細に各点ひずみを観察すると、付着域と剥離域の境界の通過を示すと見られる、ひずみの極小値が現れるよりも前に、表面ひずみの変動開始直後に少し狭い範囲での極小値を示すひずみ測定点がいくつかあった(図-16、計測位置:中央から80mmのデータ参照)。これは、ライニングがピーリング作用によって面外方向に変形し始めたことを示す点ではないかと思われる。この時の挙動を考慮に入れた場合の考え方を図-17に示す。CFS補強の研究の多くで取られている考え方によると、表面ひずみが発生し始めた部分からCFSに応力が作用し、CFSを接着している接着剤にせん断応力が発生していると考えており、CFSの応力に関してはこの表面ひずみを用いて算出している^{3),4)}。ただし、この仮定は効率の良いひずみ伝達を期待してもかまわないだけの弾性係数を有し、厚みもそれほど大きくはないCFSに対して適用できるものであり、本研究で用いているような、弾性係数の極めて低いエラストマー材料で構成されたライニングでは、厚さ方向の発生ひずみの大きさが異なることが十分に予想されるため、CFSでの手法をそのまま適用することは難しい。しかし、おおよそその第2の小さな極小値の付近でひずみがほぼ0になっていると考えることができれば、その箇所までを荷重の伝達に利用されている有効付着長と考え、施工面積の計算に適用できる可能性がある。

4. まとめ

本論文は、ウレシア樹脂ライニングの剥落防止工への適用性の調査を目的として、コンクリート片の剥落を想定し

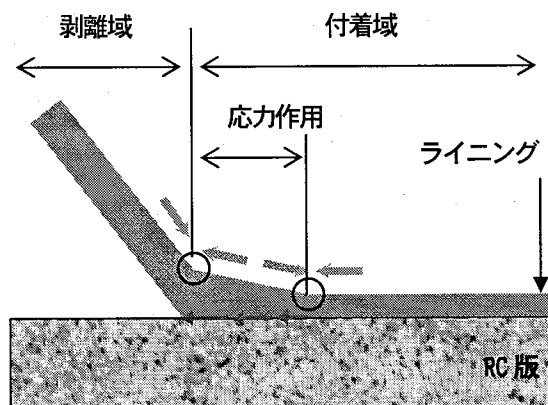


図-17 応力作用範囲の仮定

た押抜剥離試験を行い、得られたデータの検討を行った結果、以下のことがわかった。

- 1) 本研究で調査対象としたウレシア樹脂で構成された剥落防止工は比較対象としたガラスクロス FRP 剥落防止工と比較して優れた性能を示した。このことから、これらの剥落防止工は十分な剥落抵抗性を有するものであると結論付けることができる。
- 2) 表面に発生するひずみの分布形状やひずみの挙動に特徴的な現象が認められることから、これらの挙動を説明するためのモデルは図-17のようになる。
- 3) ライニング表面のひずみの分布・挙動をもとに、剥落防止工としての必要となる施工面積の算出方法を求めることができる可能性がある。

参考文献

- 1) 土木学会：メンテナンス工学連合小委員会，2003
- 2) 日本道路公団試験研究所：連続繊維シート接着の押抜き試験方法
- 3) 呉智深他：連続繊維シートの貼付によるコンクリート片の剥落防止効果に関する実験的・解析的研究，土木学会論文集，No.662/V-49，pp.45～58，2000-11
- 4) 六車崇司他：繊維シート接着工によるトンネル覆工コンクリートの剥落対策における覆工曲率の影響，土木学会第56回年次学術講演会，2001-3
- 5) 日本道路公団：コンクリート片はく落防止マニュアル，2000-11
- 6) JIS：加硫ゴムの引裂試験方法，JIS K 6252，1993
- 7) 土木学会：表面被覆材のひび割れ追従性試験方法(JSEC-K532-1997)，および、同 解説，鉄筋腐食・防食および補修に関する研究の現状と今後の動向，コンクリート技術シリーズ26，pp.188～192，pp.207～210，1997
- 8) 飯塚康弘他：コンクリート表面保護塗膜の挙動に関する実験的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.22，No.1，2000

(2005年9月10日 受付)