

繊維補強発泡ウレタン廃材を用いた受圧板の耐荷性状

コンクリート研究室 安藤真介
指導教官 主査 丸山久一
副査 下村 匠
副査 高橋 修

1. はじめに

繊維補強発泡ウレタン (Fiber reinforced Foamed Urethane, 以下 FFU) とは、熱硬化性樹脂発泡体 (硬質ウレタン樹脂) をガラス長繊維で強化した材料である。現在、FFU の加工工程などで発生する廃材 (以下 FFU 廃材) の多くが焼却され、熱エネルギーとして利用されているものの、マテリアルリサイクルにはほとんど利用されていない。本研究は、発生した FFU 廃材を粉砕機でチップ状にし、樹脂を噴霧しプレスすることにより、グラウンドアンカー用の受圧板として再利用することを目的としている。そこで、実物大の試験体を使用した載荷試験を行い、その耐荷性状について検討した。特に、受圧板の製品高さ、および受圧板下面の FRP シート補強量を主要な検討要因とし、それらが受圧板の耐荷性状に及ぼす影響を考察した。

2. 載荷試験

2.1 試験体および検討要因

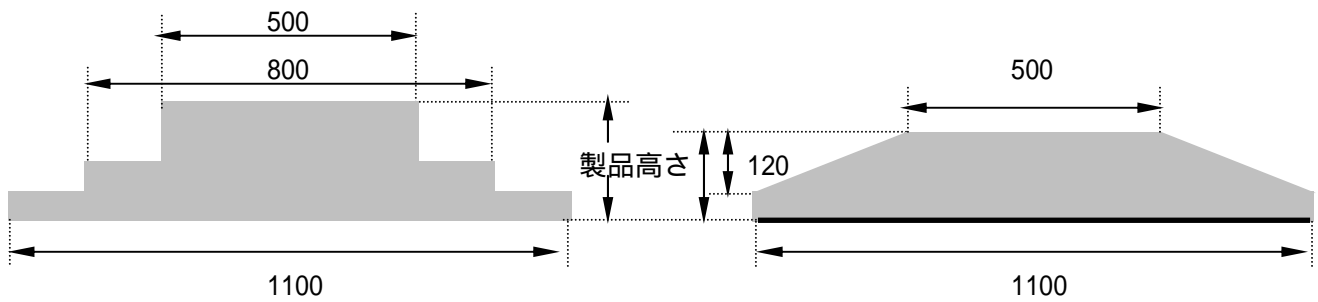
受圧板製品高さ、FRP シート補強量を表-1 に、試験体寸法を図-1 に示す。載荷試験には FFU リサイクル受圧板 4 体、FFU 製受圧板 1 体の計 5 体の試験体を用いた。FFU リサイクル受圧板は、FFU 廃材を粉砕したものに樹脂を噴霧し、上面に内蔵する鉄板が設置された型枠に詰めプレスした後、補強のため下面に FRP シートを貼りつけ、美観、防錆のための弾性ウレタンスプレーを吹き付けることにより作製される。

表 - 1 受圧板製品高さおよび FRP シート補強量

要因	単位	No.1	No.2	No.3	No.4	従来品
製品高さ	mm	155	180	205	180	240
下面FRPシート	-	MRMRM	MRMRM	MRMRM	MRMRM+MRMRM	-

M・・・チョップストランドマット R・・・ローピングクロス

載荷試験に用いたリサイクル受圧板 No.1、No.2 および No.3 の試験体は、製品高さをそれぞれ変化させたもので、高さの違いによる耐荷性状の違いを検討した。リサイクル受圧板 No.4 の試験体は、No.2 の試験体と同じ製品高さであるが、下面 FRP シートによる補強量を大きくしたもので、補強量による耐荷性状の違いを検討した。試験に用いた FFU 製受圧板は、寸法が比較的近いことから、積層板が 2 枚で設計アンカー力が 500(kN)のもの (以下従来品) を使用した。



(単位:mm)

図 - 1 (a) FFU 製受圧板

図 - 1 (b) FFU リサイクル受圧板

2.2 荷重試験概要

荷重試験では、実際の地盤における性状を検討するためのマット支持、および各試験体の最大耐力を調べるための四辺支持の2種類の支持台を使用した。マット支持では、従来品の設計アンカー力(500kN)の1.5倍である750(kN)まで荷重し、試験体とマットとの接地圧を圧力紙により測定した。なお本研究では、リサイクル受圧板についても設計アンカー力を500(kN)と仮定している。荷重は支圧板を介しアクチュエーターを用いて行った。

2.3 実験結果および考察

(1) 圧力分布

底面の圧力分布は、従来品の設計アンカー力である500(kN)荷重時、および設計アンカー力の1.5倍に相当する750(kN)荷重時の計2回測定した。いずれの試験体においても、500(kN)および750(kN)荷重時には局所的な圧力集中は特にみられず、比較的一様に圧力が分布することがわかった。

(2) 荷重変位関係

マット支持により得られた荷重変位曲線(500kNまで荷重したものを図-2に示す。いずれの試験体においても、荷重後ある荷重を超えると急激に剛性が低下し、その後再び剛性が回復しているが、これはウレタンマットの性質であり、荷重とともに圧縮され沈下するマットの変位を変位計がとらえたためだと考えられる。荷重と変位の関係では、各試験体ともほぼ同様の挙動を示しており、設計アンカー力以下の荷重では特に大きな違いは観察されなかった。

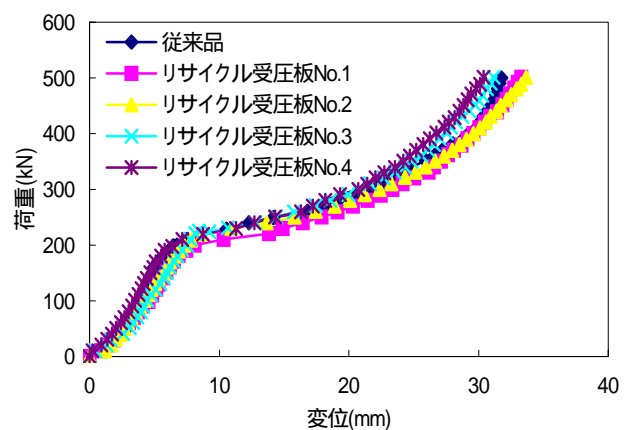


図 - 2 荷重変位曲線(マット支持)

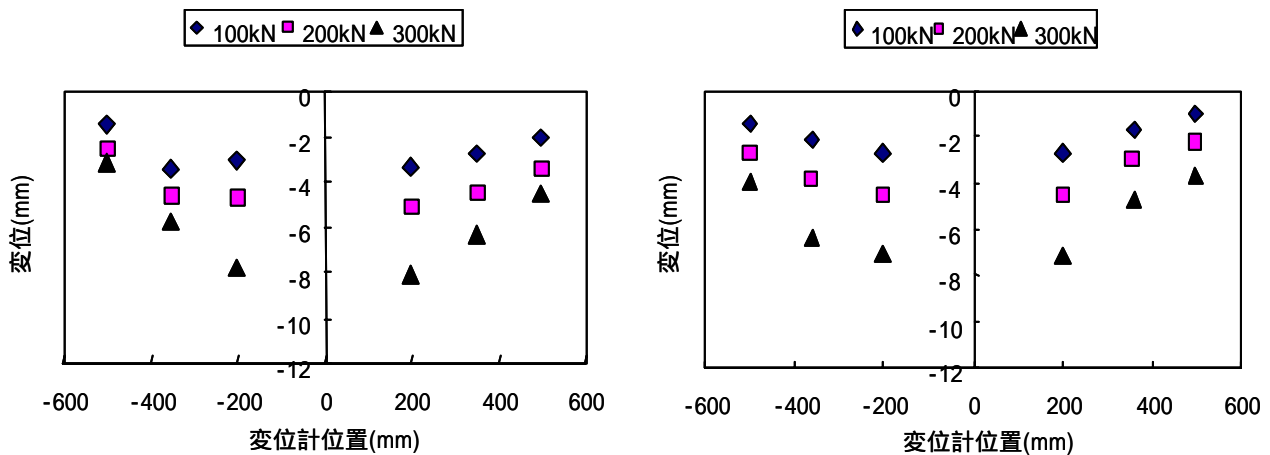


図 - 3 (a) 従来品(単体)たわみ分布

図 - 3 (b) リサイクル受圧板 No.4(単体)たわみ分布

各測定点におけるマットの変形が一様であると仮定して、試験に使用したウレタンマットの応力ひずみ関係より、受圧板単体の変位を予測した。図-3 に、従来品およびリサイクル受圧板 No.4 について、受圧板単体のたわみ分布を示す。変位は受圧板端部に比べ中央部で大きくなることがわかったが、リサイクル受圧板の変位が実際に使用されている従来品と同等であることから、端部と中央部の変位差については特に問題ないと考えられる。また受圧板単体の変位は、荷重に対してほぼ一定の割合で増加することがわかった。

四辺支持により得られた各試験体の荷重変位曲線および最大耐力を図-4、図-5 に示す。FFU リサイクル受圧板は、従来品に比べぜい性的であることが明らかとなった。しかしながら、リサイクル受圧板の最大耐力は設計アンカー力を大きく上回っていることに加え、実施工においても設計アンカー力程度の荷重までしかかからないことから、ぜい性的であることについては特に問題ないと考えられる。

No.1 以外の FFU リサイクル受圧板においては、従来品を上回る最大耐力を有していることが確認された。最も最大耐力が高かったのは FFU リサイクル受圧板 No.3 であり、次いで No.4、No.2、従来品、No.1 の順となった。このことから、製品高さの増加にともなって最大耐力が増加することがわかった。さらに、製品高さと最大耐力には直線的な関係があることがわかった。このことにより、今回検討した受圧板寸法の範囲内で、FRP シート仕様が「MRMRM」であれば、最大耐力の予測が可能であると考えられる。

また FRP シートの補強量が多くなると、最大耐力が増加することも確認された。しかしながら、大幅な増加は期待できず、コストや FFU 廃材の利用促進等を考慮すると、製品高さによる最大耐力の向上の方が効果的であると考えられる。ただし、FRP シートによる補強を全く施さない受圧板については、強度特性が低下することが既に確認されていることから、「MRMRM」による補強は必要である。

本研究で検討した受圧板寸法において、FRP シート仕様が MRMRM のリサイクル受圧

板が、従来品と同等の最大耐力を持つためには、高さとの関係より、製品高さが約175(mm)必要であることがわかった。すなわち、それ以上の条件であれば、使用可能であると考えられる。

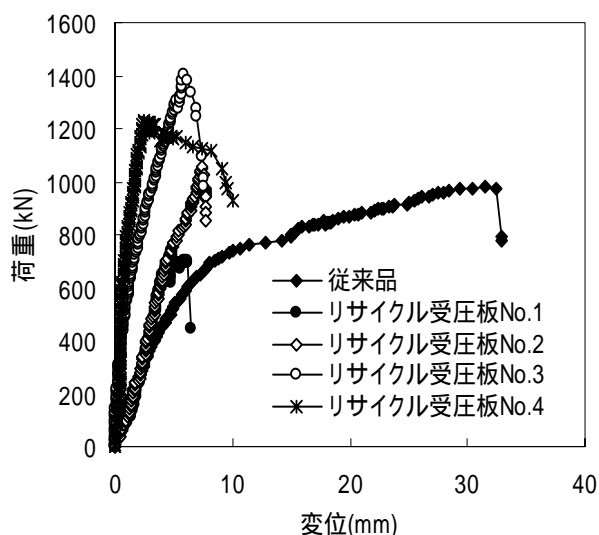


図 - 4 荷重変位関係(四辺支持)

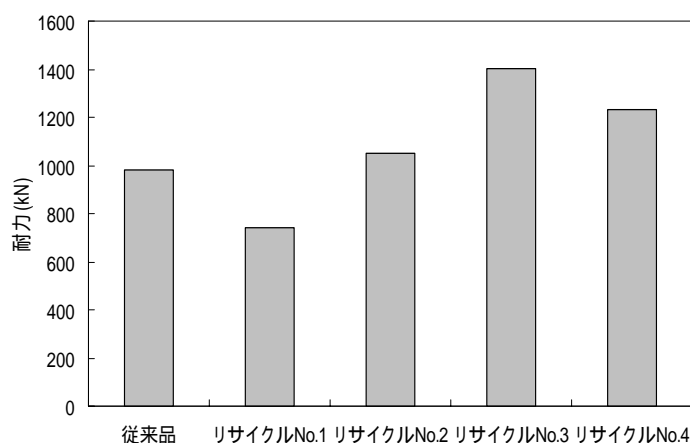


図 - 5 試験体別最大耐力

3. まとめ

- (1) 受圧板端部に比べ中央部の変位が大きくなる傾向があるが、リサイクル受圧板の変位差は従来品と同程度である。また、リサイクル受圧板は従来品と比べぜい性的であるものの、最大耐力が高く、実施工においてもそこまでの荷重はかからないと考えられる。よって、変位差やぜい性に関して問題はないと考えられる。
- (2) 本研究で検討した受圧板寸法内においては、FRP シート補強量 MRMRM、製品高さ175(mm)以上であれば、使用可能であると考えられる。

謝辞

本研究を進めるにあたり、有意義なご指導・ご意見を賜りました積水化学工業株式会社、ならびに積水エフ・エフ・ユー工業株式会社の関係各位に深謝申し上げます。また、研究全般においてご指導・ご教示を賜りました長岡技術科学大学環境・建設系、丸山久一教授、下村匠助教授、および中村祐剛技官に深謝申し上げます。