

世界中に存在する組積造住宅

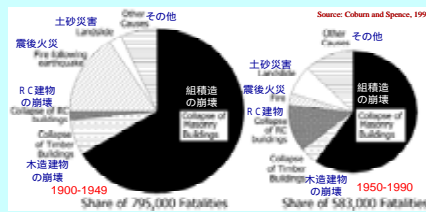
世界の人口の約60%もの人々が、れんがやブロックなどを積み上げた組積造と呼ばれる住宅に住んでいる。組積造の壁は、引張り抵抗が極端に低いために地震の揺れで瞬時に崩壊してしまう。現地ですることができる材料で、現地の人々が自らつくる組積造は、安価なことから低所得者の典型的な住宅として現在でも途上国を中心に建設されている。また、組積造住宅と地震が頻発する地域の分布がオーバーラップするので、ひとたび大きな地震が起きればその被害は甚大なものとなる。20世紀の地震による被害者の死因の多くは組積造住宅の崩壊によるものである。



組積造住宅の分布



地震頻発地域の分布



インド、グジャラート地震(2001)

PP-bandによる耐震補強

[PP-bandとは] 通常は荷造りに使われているポリプロピレンのバンドのことで、目黒研究室では、このPP-bandを用いた安価かつ施工が簡単で、現地の人々の生活スタイルを変えない、ローカル・アベイラビリティ、アPLICABILITY、アクセプタビリティを満足する耐震補強法を提案している。



PPバンド



メッシュ状にしたPP-band



針金でPP-bandを固定

[PP-band工法とは] PP-bandをメッシュ状にして、壁の内外から挟み込んで留め、壁の崩壊を防ぐものである



PP-band補強した組積造住宅の上塗り前



竣工した組積造住宅 (材料費は約3,000円)

~なぜPP-bandなのか~

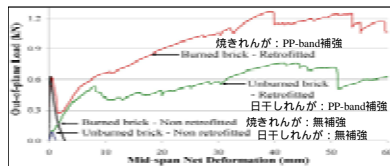
- ・安い
- ・世界中で入手可能
- ・強くても変形能が高い
- ・耐久性に優れている
- ・加工や運搬が容易

PP-bandの研究

実験

[面外変形と面内変形の実験]

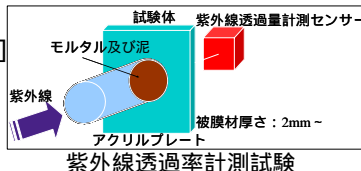
PP-band補強によって強度と変形能が大幅に向上する。



面外変形実験

[PP-bandの紫外線に対する耐候性試験]

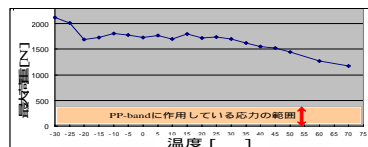
厚さ2mm以上の泥やセメントモルタルを上塗りすると、紫外線の影響は完全に遮断できる。



紫外線透過率計測試験

[PP-bandの温度に対する耐候性試験]

温度を変化(-30 ~ 70)させた実験結果から、PP-bandが想定される条件下で全く問題なく利用できることが分かった。



温度と強度の関係

[振動実験]

実大スケールとミニチュア模型による実験でPP-bandの効果の実証。1/4スケールの実験結果は以下の通りである。PP-bandメッシュの効果で壁が面外に崩落することなく、耐震性が大幅に向上した。



無補強：完全崩壊



PP-band補強：崩壊せず

無補強：0.6g, 5Hz, 震度5弱相当で崩壊

補強済：1.2g, 2Hz, 震度7相当まで耐える

コンピュータシミュレーション

連続体から非連続体までの挙動解析が可能な応用要素法(AEM)を用いた解析

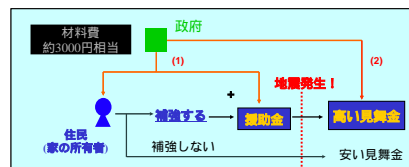


実験では材料定数や境界条件の変更が難しい。そこで解析によって多くのパターンを検証し、PP-band工法による最適な補強を実現する。

推進制度

2段階インセンティブシステム

行政が補強材料を提供し、これを用いた補強実施者に、材料費程度の援助金(1次インセンティブ)を出すことを約束する。地震後に補強実施者が被災した場合に優遇支援(2次インセンティブ)する。このシステムで、将来の地震被害が激減するだけでなく、政府の出資を大幅に軽減できる。また被災地外の人にも耐震補強の重要性と、このシステムの有効性をアピールできる。



このシステムによってPP-bandによる耐震補強がパキスタンで普及していた場合

2005年のカシミール地震では・・・

死者：73,000人 7,300人(90%減)
政府負担額：600億円 110億円(81%減)