

# 技術開発成果報告書

事業名 ・住宅等の安全性の向上に資する技術開発	課題名 既存小規模木造住宅の基礎の耐震補強工法の開発																																		
<p><b>1. 技術開発のあらまし</b></p> <p>(1) 概要</p> <p>本技術は、地震時における既存小規模木造住宅の建物転倒、破壊を防ぎ、許容程度まで地震動被害を低減させる基礎耐震性能向上を目的とした膨張樹脂体応用の基礎補強工法を構築する技術開発である。本技術の特異性は、従来の柱脚の単独補強ではなく、基礎下に形成された樹脂体と柱脚の直接接合による基礎の引き抜き軽減に加え、膨張樹脂体による支持力効果と地盤の補強効果など柱脚部、基礎および地盤を複合的に補強する技術である。これまでの開発実験結果により、膨張樹脂体 1 本あたりの支持力 120kN、引抜き力 50kN をクリアし、柱脚接合金物の設計耐力 10kN 以上を確保し、開発目標を達成した。</p> <p>(2) 実施期間 平成 21 年度～平成 23 年度</p> <p>(3) 技術開発に係った経費</p> <table border="0"><tr><td>技術開発に係った経費</td><td>21,481 千円</td><td>補助金の額</td><td>10,536 千円</td></tr><tr><td>平成 21 年度：技術開発に係った経費：</td><td>3,990 千円、</td><td>補助金の額：</td><td>1,800 千円</td></tr><tr><td>平成 22 年度：技術開発に係った経費：</td><td>12,019 千円、</td><td>補助金の額：</td><td>6,000 千円</td></tr><tr><td>平成 23 年度：技術開発に係った経費：</td><td>5,472 千円、</td><td>補助金の額：</td><td>2,736 千円</td></tr></table> <p>(4) 技術開発の構成員</p> <table border="0"><tr><td>・工学院大学</td><td>名誉教授</td><td>宮澤健二</td></tr><tr><td>・東海大学工学部建築学科</td><td>教授</td><td>藤井 衛</td></tr><tr><td>・報国エンジニアリング株式会社</td><td>技術部長</td><td>金 哲鎬</td></tr><tr><td>・報国エンジニアリング株式会社</td><td>技術部</td><td>小川正宏</td></tr><tr><td>・ウレテックジャパン株式会社</td><td>代表取締役</td><td>川口 太</td></tr><tr><td>・ウレテックジャパン株式会社</td><td>研究開発担当</td><td>伊藤茂雄</td></tr></table> <p>(5) 取得した特許及び発表した論文等</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・特許関連<ul style="list-style-type: none"><li>1. 木造住宅の耐震補強構造と耐震補強工法（申請中） （申請日：平成 24 年 3 月 19 日、特願 2012-062102）</li></ul></li><li>・発表した論文<ul style="list-style-type: none"><li>1. 平成 24 年 9 月 日本建築学会大会（東海）（発表者：ウレテックジャパン 伊藤茂雄） タイトル：既存小規模木造住宅の基礎の耐震補強工法の技術開発</li></ul></li></ul>		技術開発に係った経費	21,481 千円	補助金の額	10,536 千円	平成 21 年度：技術開発に係った経費：	3,990 千円、	補助金の額：	1,800 千円	平成 22 年度：技術開発に係った経費：	12,019 千円、	補助金の額：	6,000 千円	平成 23 年度：技術開発に係った経費：	5,472 千円、	補助金の額：	2,736 千円	・工学院大学	名誉教授	宮澤健二	・東海大学工学部建築学科	教授	藤井 衛	・報国エンジニアリング株式会社	技術部長	金 哲鎬	・報国エンジニアリング株式会社	技術部	小川正宏	・ウレテックジャパン株式会社	代表取締役	川口 太	・ウレテックジャパン株式会社	研究開発担当	伊藤茂雄
技術開発に係った経費	21,481 千円	補助金の額	10,536 千円																																
平成 21 年度：技術開発に係った経費：	3,990 千円、	補助金の額：	1,800 千円																																
平成 22 年度：技術開発に係った経費：	12,019 千円、	補助金の額：	6,000 千円																																
平成 23 年度：技術開発に係った経費：	5,472 千円、	補助金の額：	2,736 千円																																
・工学院大学	名誉教授	宮澤健二																																	
・東海大学工学部建築学科	教授	藤井 衛																																	
・報国エンジニアリング株式会社	技術部長	金 哲鎬																																	
・報国エンジニアリング株式会社	技術部	小川正宏																																	
・ウレテックジャパン株式会社	代表取締役	川口 太																																	
・ウレテックジャパン株式会社	研究開発担当	伊藤茂雄																																	



(施工イメージ)

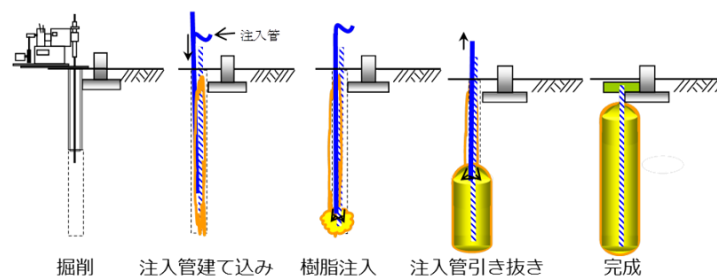
## 2. 評価結果の概要

### (1) 技術開発成果の先導性

これまでの地震時の住宅被害は、地盤変状や支持力の低下などによる被害が多いため、地震動による被害低減のため、既存建物の耐震性能向上を行う必要がある。しかし現状では、既存建物を対象とした基礎耐震性能向上技術はほとんどなく、上部構造、基礎および地盤の補強を、現実性のあるコストで実施できる技術の必要性は明らかである。また、地盤補強の重要性を理解しているとしても、実際はコスト面から上部構造、基礎および地盤を全て補強することはなく、上部構造または基礎のいずれかの補強に留まっている。

本技術開発「既存小規模木造住宅の基礎の耐震補強工法の開発」は、地震時の地盤支持力の低下による建物の被害レベルの軽減を目標とする技術開発である。既存小規模木造住宅を対象として、ローコスト（200万円以下程度）且つ手作業または小規模動力のコンパクトな施工を可能とする耐震補強技術である。

耐震補強技術的には、従来の柱脚の単独補強ではなく、膨張性樹脂柱状体と柱脚の直接接合による基礎の引き抜き負担軽減に加え、膨張性樹脂が地盤を締め固めることによる地盤補強の効果など柱脚、基礎および地盤を複合的に補強可能な技術である。本技術により、建物の限界傾斜角を1/100以下の修復可能な範囲に抑えられれば、地震時の災害を最小限に抑えるだけでなく、小規模木造住宅の長寿命化にも貢献できる実用性と高い市場性が期待できる。



(施工手順)

### (2) 技術開発の効率性

各構成員が得意分野を持ち寄り連携することにより、効率的な技術開発を行うことが可能であった。そのため、開発期間内に当初の計画通りの検討を実施し、目標とする成果を得ることができた（平成21年度は予備実験による膨張樹脂体の工法確立、平成22年度は砂地盤・粘土地盤での施工実験および解析、平成23年度は目標強度を達成した接合金具の開発）。各年度で計画予算通り開発目標成果を達成、公的評価取得の申請書類等を作成中である。

### (3) 実用化・市場化の状況

2011年3月11日の東日本大震災および今後発生が予想される地震を受け、耐震に対する関心が高まっている中での開発であり、市場化の見通しは明るい。

### (4) 技術開発の完成度、目標達成度

平成21～23年度に実施した開発実験により、地盤から基礎までの一連の構造性能を確認できた。技術開発の成果により、実用に供するレベルまで達している。技術開発の実施実績ができたので、今後は市場展開を進めていく。その過程で必要に応じて追加実験などを行い、建築防災協会等から公的な技術評価を得ることを考えている。

### (5) 技術開発に関する結果

#### ・成功点

当初の開発目標は3年計画であり、それぞれの年度について具体的に実施項目および開発目標を定めていたため、効率的に技術開発を行うことができた。

平成21年度は、膨張樹脂体の基礎データの採取を行い、平成22年度は実証実験結果に基づきFEM解析による検討を行い、技術資料をとりまとめた。

平成 22 年度までの膨張樹脂体の性能および能力を検証する実証実験結果では、膨張樹脂体 1 本あたりの極限支持力 120kN、最大引抜き力 50kN となり、短期許容支持力 80kN、短期許容引抜き力 30kN が期待できる。膨張樹脂体の材料強度も十分に確保されていることを確認した。また、FEM 解析により樹脂の膨張による地盤補強効果および影響範囲が確認された。



地表、地中変位測定  
(猿島/粘土地盤)

載荷試験  
(筑西/砂地盤)



引抜き試験  
(猿島/粘土地盤)



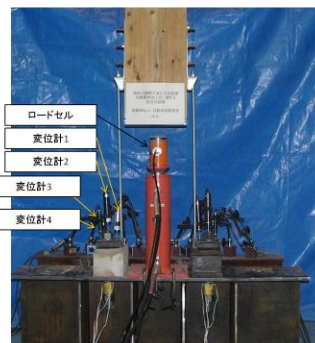
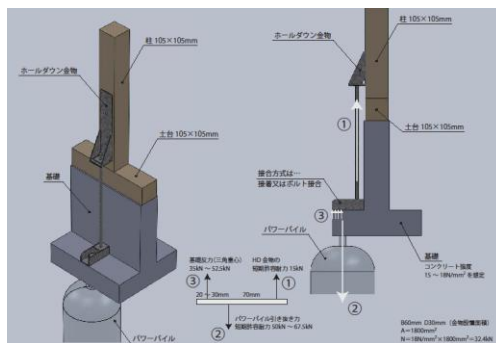
筑西/砂地盤  
樹脂体



猿島/粘土地盤  
樹脂体

(平成 22 年度 膨張樹脂体実証実験)

平成 23 年度は、膨張樹脂体の支持力および引抜き抵抗力を柱脚に伝達するため、膨張樹脂体と柱脚とを接合する専用金物を開発した。膨張樹脂体の性能を活用する耐震補強金具の設計および柱脚接合金物の必要耐力を 10kN 以上として性能試験を実施し、実験結果は設計耐力 10kN 以上を確保し、目標を達成した。これまでの開発成果により、当開発の目的を達成し、公的機関の証明を得る予定である。



(平成 23 年度 柱脚接合金物の開発実験)

・残された課題

現在、本技術開発の成果を受けて、設計・施工要項の最終的なとりまとめを行っており、公的機関からの評価取得が当面の課題である。さらに、設計および製作方法の整備、適正なコストおよび工期の検討など、市場化に向けた商品化が必要である。

3. 対応方針

(1) 今後の見通し

現在は、日本建築防災協会等の公的機関から認定を受けることを目標に、実験結果および施工管理についての資料のとりまとめを行なっている。前例のない既存建物の耐震補強工法に関する開発であり、実用化に向けて着実に前進している。地震時の液状化被害を低減させる技術ではないが、東日本大震災の影響により地盤の液状化が注目されている。液状化対策工法として効果が期待できるか検討した結果、現段階では液状化対策工法として有効とは言い難く、沈下防止工として適用も含め検討中である。