

3. 液状化による建物被害軽減策について

液状化が集中して発生した田中後地区において建物被害がほとんどなかった基礎形式に着目し、茨城大学戦略的地域連携プロジェクトチームの産官学の連携により、建物基礎の「杭」による支持の効果について検証を進めてきましたので紹介します。

茨城大学戦略的地域連携
プロジェクトチーム



1 田中後地区で液状化から建物が守られたって聞いたけど？



調査の結果、田中後地区で「杭」による支持を施した建物はほとんど液状化による被害が無いことが分かりました。



ひたちなか市では液状化が多発した地区において、建物被害の実態調査を実施しました。その結果、田中後地区では柱状改良又は小口径杭（P13 表3-3参照）を施した建物にほとんど建物被害が無いことが分かりました。



実際に田中後地区で施された「杭」の事例を紹介します。

表3-1 田中後地区の事例紹介

田中後地区の柱状改良（東日本大震災の実績）			
家屋の基礎に「杭」を採用することにより、建物の沈下が軽減できました			
家屋情報	躯体：木造，軽量鉄骨 階数：2階 建築面積：60～100㎡	事例	<ul style="list-style-type: none"> ● 東日本大震災の液状化では、ほとんど家屋被害が生じませんでした。 ● 杭（改良体，小口径杭）は液状化しにくい層（非液状化層*3）まで到達していました。 ● 家屋の沈下は軽減されたが周辺地盤（庭等）の沈下は抑えられないため、段差やライフラインに支障が出ました。
基礎形式	工法：柱状改良 杭等長：3～5m 杭等径：φ500～600mm 本数：20～30本		

*3 非液状化層とは 液状化層は、地下水で満たされているゆるい砂地盤で液状化がおきやすい地盤の層をいいますが、それ以外の液状化のおきにくい地盤層を非液状化層といいます。

2 どうして「杭」を施した建物に液状化被害がなかったのですか？



今回の震災では液状化しなかった地層まで「杭」が到達していたため、建物が守られたと考えられます。



液状化が発生した場合、地盤（液状化層）が一時的に液体のようになってしまうため、地盤の支持力が低下し、沈下や傾斜のような建物被害が現れます。しかし、田中後で「杭」を施した建物では、杭の先端付近が液状化しなかったため、液状化時においても建物の総荷重を支えるだけの支持力を有していたと考えられます。

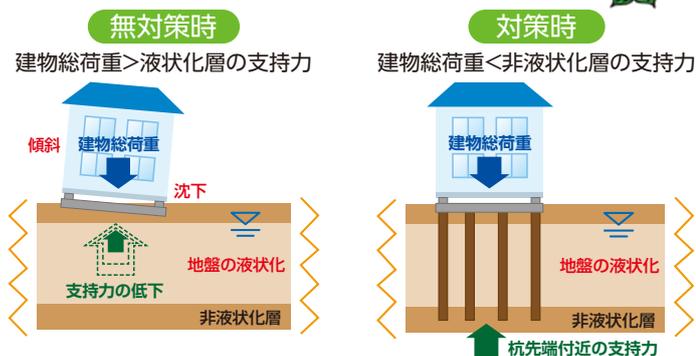


図3-1 建物総荷重と支持力のイメージ図

*この見開きの頁で記載のある「杭」は「柱状改良又は小口径杭」を示しています。

3 「杭」が有効だったんですね？



そうなんです。その有効性を確認するため、茨城大学の協力で田中後地区の地盤をモデルにした模型杭の実験をしました。



杭の支持性能を確認するため、田中後地区をモデルとした地盤模型をつくり、液状化発生時の杭による支持効果について確認する実験をおこないました。模型実験の概要及び実験結果を表 3-2 に示します。実験では、無対策時に比べ杭を設置した模型建物の沈下量は大幅に軽減されることが分かります。さらに、杭を設置しても非液状化層に到達させるか否かで沈下量が大きく変わることも確認されました。

表3-2 茨城大学の模型実験概要
(茨城大学戦略的地域連携プロジェクトによる研究成果)

田中後地区の地盤をモデルにした杭長の変化による建物沈下量の比較			
実験条件	<p>地盤条件 (田中後を想定) 地盤厚： 液状化層90mm【5m相当】 非液状化層300mm【15m相当】 その他： 地盤密度(締め固め度)の違いにより液状化層と非液状化層を作成</p> <p>模型建物条件 面積：323cm²(190mm×170mm) 【84m²相当】 重さ：0.7kg【93t相当】</p> <p>模型杭条件 杭長：3ケース比較 杭径：φ9.8mm【φ500mm相当】 本数：25本(5×5)</p> <p>加振条件 加速度：200ガル【震度5相当】 加振時間：6秒</p> <p>1g 場振動台模型実験装置 (縮尺 1/51)</p>		
模型杭の設定条件	ケース 1	ケース 2	ケース 3
	杭 長	無し	78mm【4m 相当】
模式図			
実験結果	<ul style="list-style-type: none"> ● 液状化層が液状化した後の模型建物の沈下量を測定しました。 ● ケース 1 の沈下量を 1 とした場合の、ケース 2, 3 の沈下量の比を示します。 <p>● 液状化層が液状化した後の模型建物の沈下量を測定しました。 ● ケース 1 の沈下量を 1 とした場合の、ケース 2, 3 の沈下量の比を示します。</p> <p>沈下量を大幅 (1/50) に抑制</p> <p>非液状化層に到達しているか否かが重要</p> <p>模型建物沈下比</p>		
茨城大学のコメント	<ul style="list-style-type: none"> ● 実験では杭を非液状化層に到達していない場合でも、ある程度沈下を抑えることができました。しかし、その効果は非液状化層まで到達させた場合よりも小さいことから、杭を非液状化層まで到達させることをお勧めします。 ● 実験は地面と平行に均一に堆積した地盤を想定して行いました。しかし実際の地盤では、液状化層が傾斜し堆積している場合もあります。その場合は、沈下だけでなく水平移動(側方流動)も生じる恐れがありますので、建物を建てる前には、地盤の層がどうなっているかを地盤調査などにより調べるのが重要です。 		