

東日本大震災による住宅被害のアンケート調査
その4 沈下修復工事を行った住宅の調査結果2

正会員 ○渡辺佳勝*1 真島正人*2 橋本光則*3
同 藤井 衛*4 松下克也*5 河野文顕*6

東日本大震災 戸建住宅 東日本大震災
傾斜角 沈下修復 不同沈下

1. はじめに

本報その4では、その3に引き続き、被災した住宅の沈下修復工事に関するアンケート調査結果の内、基礎形式別の沈下修復工法、および、建物の傾斜角と修復工法について報告する。

2. 調査結果

2.1 基礎形式と沈下修正工法

図-1に全修復物件(346件)の修復工法別比率を示す。同図によれば、比較的安価な耐圧版が全体の1/2を占め、以下、鋼管圧入、薬液注入、ウレタン注入、土台揚げの順になっている。ただし、土台揚げの事例が少ない理由は、アンケート依頼先が地盤・基礎を生業とする団体であったためであり、実際に行われた修復工事の内、土台揚げの占める割合は、図-1よりかなり高いと推察される。

基礎形式別に修復工法の比率を示したものが、図-2(布基礎:133件)、図-3(べた基礎:213件)である。

布基礎では耐圧版が約2/3、次に鋼管圧入が約1/5を占め、注入系(薬液注入、ウレタン注入)の修復工法は殆ど実施されていない。これに対してべた基礎では、耐圧版と鋼管圧入の比率が高いものの、注入系(薬液注入、ウレタン注入)も約1/3を占めている。

2.2 変形角と修復工法

全修復物件の内、129件で不同沈下量と傾斜角が計測されていた。図-4に傾斜角別の修復件数分布を示す。修復事例は傾斜角3~12/1000に集中していることがわかる。

一方、図-5に無補強(布基礎、べた基礎)と地盤補強別に不同沈下量と傾斜角の関係を示す。無補強では布基礎、べた基礎共に30/1000を超える傾斜角でも何件か修復されているが、6~25/1000に集中しており、6/1000未満の修復件数は極めて少ない。これに対して地盤補強の修復物件は15/1000以下の傾斜領域にあり、約1/3の物件が6/1000未満である。なお、傾斜角と不同沈下量の関係は、概ね1/1000:10mmの関係にある。

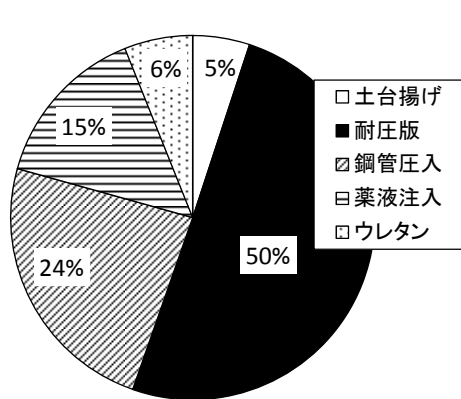


図-1 全物件の修復工法別比率

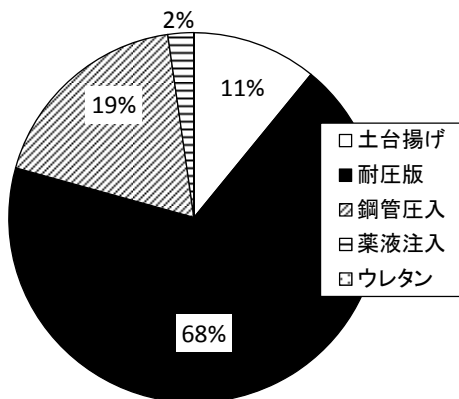


図-2 布基礎の修復工法別比率

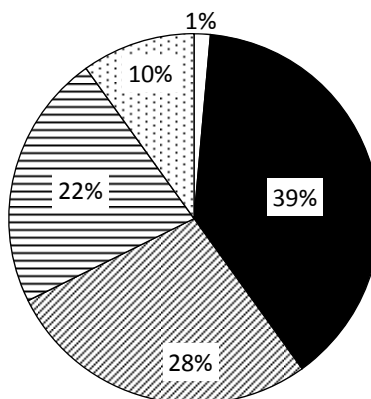


図-3 べた基礎の修復工法別比率

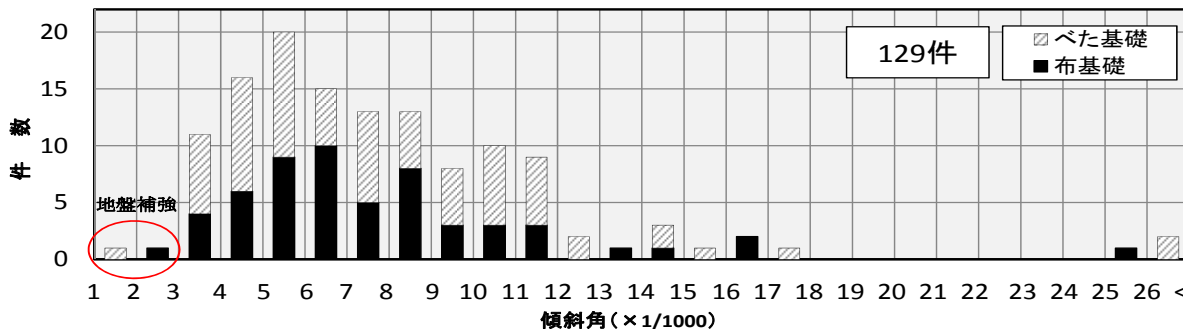


図-4 傾斜角別の修復件数

Results of questionnaire survey about the subsidence damage of WATANABE Yoshikatsu, MAJIMA Masato, HASHIMOTO Mitsunori house by the 2011 Tohoku-Pacific Ocean Earthquake Part-4 FUJII Mamoru, MATSUSHITA Katsuya, KAWANO Fumiaki

3. 調査結果

アンケート結果をまとめると、以下のようになる。

- ・修復工事は不同沈下量 4~32 cm、傾斜角 3~12/1000 の被災建物に集中している。
- ・全修復物件の内、耐圧版が 1/2 占め、次に鋼管圧入が約 1/4 を占めている。
- ・布基礎では、耐圧版が約 2/3、次に鋼管圧入が約 1/5 を占め、注入系（薬液注入、ウレタン注入）の修復工法は殆ど採用されていない。
- ・べた基礎では、耐圧版と鋼管圧入の比率が高いものの、注入系も約 1/3 を占めている。
- ・耐圧版と鋼管圧入は広範囲な不同沈下領域に適用されているが、土台揚げと注入系は不同沈下量 20 cm 以下の被災建物に適用されており、この不同沈下量が修復工法選定の目安になっているものと思われる
- ・地盤補強した建物では、無補強の場合より少ない不同沈下量（傾斜角）で修復工事が実施されており、居住者の要求性能が高くなる傾向にある。
- ・地盤補強した建物の修復事例の内、鋼管・木杭工法の事例は極めて少ないが、表層改良工法と柱状改良工法の修復事例は多い。この原因は、前者では杭先端地盤が非液状化層であるのに対して、後者では改良部以深に液状化層が存在していたためと思われる。
- ・柱状改良されていた建物では約 1/2 が耐圧版で修復しているのに対して、表層改良されていた建物では約 1/2 が薬液注入で修復しており、地盤補強工法によって修復工法が異なっている。
- ・戸建て住宅では、傾斜角と不同沈下量の間に概ね 1/1000 : 10 mm の関係がある。

4. 結論

本報告では修復費用には言及しなかったが、東日本大震災による住宅の液状化被害とアンケート結果を踏まえると、液状化の可能性のある地盤に戸建住宅を建築する場合の地盤・基礎設計方針として、中規模地震レベル以下では沈下修復不要、大規模地震でも極力低コストの費用で修復可能な基礎工法（地盤補強工法）を採用する必要があると思われる。

杭先端を非液状化層に定着する杭状地盤補強を採用すれば、たとえ液状化しても基礎下空隙への充填や設備配管のフレキシブル化など比較的低コストで対応できるが、表層改良工法や柱状改良工法（あるいは、地盤補強せずにべた基礎）など、部分液状化を許容する設計を行う場合には、中地震レベル（ $M=7.5$, $\alpha_{max}=200\text{Gal}$ ）で液状化による傾斜角（不同沈下量）3/1000（3~4 cm）以内を設計クライテリアとすべきと思われる。

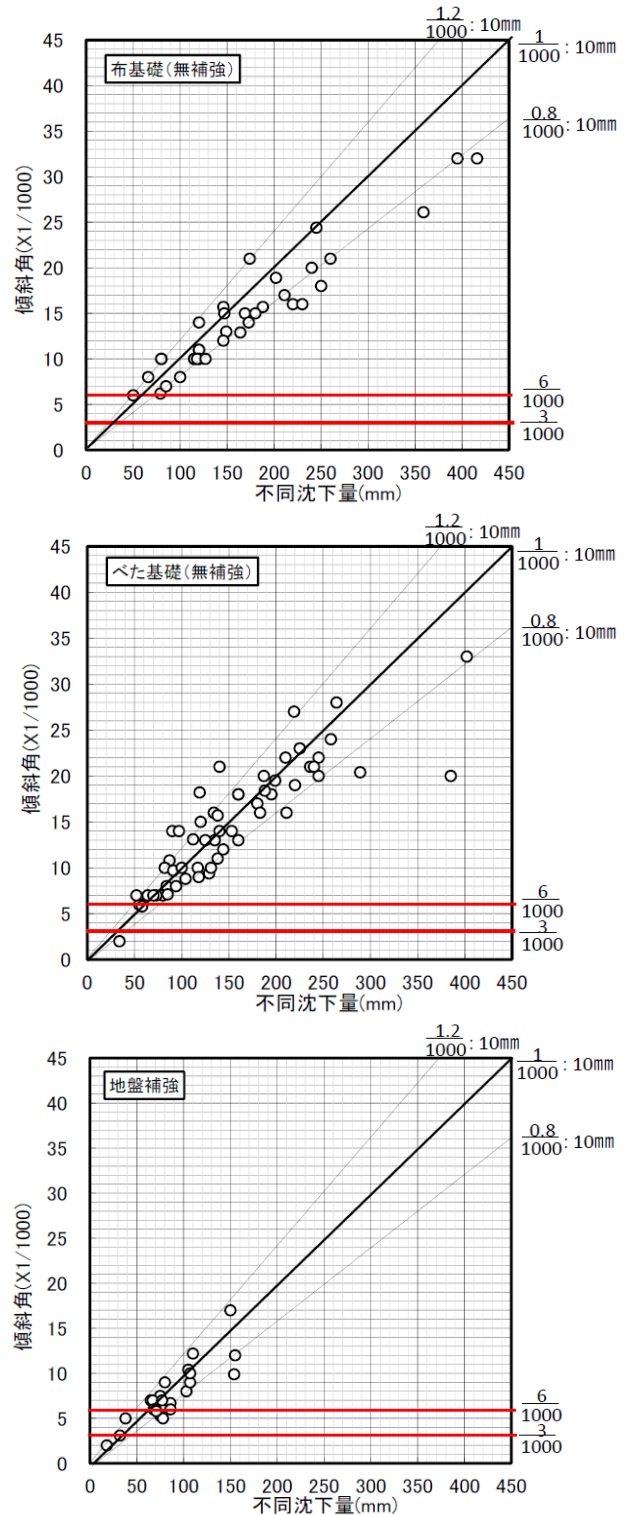


図-5 沈下修復物件の傾斜角と不同沈下量の関係

謝辞

今回のアンケート調査に当たっては、NPO 住宅地盤品質協会と(社)日本曳家協会に加盟している会員会社と住宅建設会社に多大なご協力を賜りました。ここに感謝の意を表します。

*1: トラバース *2: 設計室ソイル *3: 三友土質エンジニアリング
*4: 東海大学 *5: ミサワホーム総合研究所 *6: キューキ工業

*1: Travers *2: Soil-Design *3: Sanyu-Doshitsu
*4: Tokai University *5: Misawa Homes IRD *6: Kuki-Kogyo