

戸建住宅の液状化に関する課題

株式会社ミサワホーム総合研究所
松下克也

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

小規模建築物（戸建住宅）の液状化被害

東京湾エリアの戸建住宅の液状化被害棟数は、19,000棟を超えた

千葉県		茨城県	
浦安市	8,776棟	潮来市	2,100棟
千葉市	800棟	神栖市	480棟
習志野市	3,000棟	鹿嶋市	150棟
船橋市	150棟	行方市	100棟
我孫子市	220棟	稲敷市	300棟
香取市	700棟	埼玉県久喜市	135棟
旭市	454棟	東京都江戸川区	12棟
東庄町	180棟	神奈川県横浜市	39棟

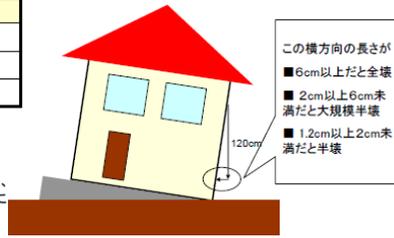
Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

vii 地盤に係る住家被害認定の運用の見直し(内閣府)

外壁又は柱の傾斜	被害程度
6cm以上	全壊(従来どおり)
2cm以上6cm未満	大規模半壊(新規)
1.2cm以上2cm未満	半壊(新規)

※外壁又は柱の傾斜は、120cmの垂直高さに対する水平方向のずれで表している。

これまでの基準で一部損壊と判定された方のうち、1.2cm以上の傾きがある場合に被害程度が変更になる。



viii 従来基準による建物被害認定結果と新基準適用後の結果

浦安市の液状化被害棟数

	建物被害認定調査	
	従来の基準による建物被害認定結果	新基準適用後の建物被害認定結果
全壊	1/20~	8
大規模半壊	1/60~	0
半壊	1/100~	33
一部損壊		7,930
被害なし		1,028
合計		8,999

8,776棟

(浦安市液状化委員会資料)

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

液状化被害 (浦安市委員会資料)



Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

東日本大震災により浮き彫りとなった 戸建住宅の液状化に関する課題

1. 法的な解釈

- ・戸建住宅で実施されなくてはならない検討事項は？

2. 現状での調査・対策工の限界

- ・個人が負担できる費用で、沈下傾斜に対して傾斜角3/1000以下を狙った調査・設計・対策工が可能だろうか。

3. 修復工法の規準整備

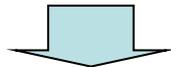
- ・建物の構造や基礎の構造強度を踏まえないで、修正工事が行われているケースが多く見受けられる。

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

液状化の検討に関する法律や基準はある程度示されていたが、被害を拡大させた要因として

通常の木造2階建て住宅は、

四号建築物（木造2階建て以下、面積500㎡未満）にあたります。



建築士が設計・工事監理を行った場合には、建築確認等において構造関係規定の審査を省略できる。



審査を省略できるだけであって、建築士は、構造安全性に関して確認する義務はあるはずだが・・・。

液状化による沈下傾斜は、構造安全性の確認が不十分だったにあたるか（構造躯体の損傷はない）

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

1981年(S56) 新耐震設計基準（建築基準法改正）

建築基準法で要求している建築物の構造性能は、

■中地震（稀に発生する）

建築物の存在期間中に数回程度遭遇する可能性のある地震

【100gal～150gal、震度5弱程度】

→ 建築物の機能を保持する。



地震後も
生活できる

■大地震（極めて稀に発生する）

数百年に一回程度発生する可能性のある地震

【300gal～400gal、震度6強～7程度】

※ 関東大震災級の地震を想定

→ 建築物の架構に部分的なひび割れ等の損傷が生じても、
最終的に崩壊からの人命の保護を図る。



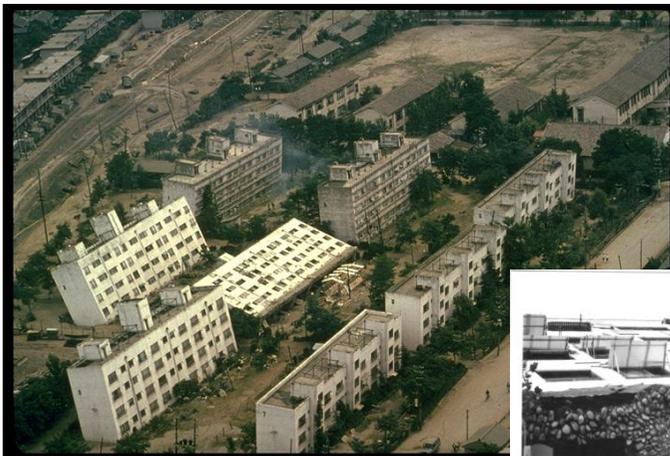
人命だけは
必ず守る

※「2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書」より一部抜粋

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

液状化による鉄筋コンクリート壁式構造の公共共同住宅の

転倒、沈下、傾斜



1964年 新潟地震（M7.5） 川岸町

現行の基準法では

■大地震

人命だけは
必ず守る



建物の倒壊・
転倒被害は

人命も極めて
危ない被害



Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

しかし、過去の地震において、液状化の発生により
戸建住宅が倒壊・転倒し、人命が損なわれた事例はない

液状化に対する設計クライテリア

■中地震動に対して

有害な沈下・変形・損傷がないこと

将来の大地震に対する性能を損なわない
沈下等の被害を防止

■大地震動に対して

沈下・変形・損傷は許容するが、
修復が容易にでき継続的に使用可能
であること

容易に復旧が可能となる被害低減対策の検討

では、有害な沈下・変形・傾斜とはどの程度なのか？ 基準は？

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

住宅の沈下傾斜の規定

■国交令第1113号

液状化のおそれのある地盤においては、**有害な損傷、変形及び沈下**が生じないことを確認

■住宅の品質確保の促進等に関する法律（国交省）

性能評価を受けた住宅に対する技術的基準値

3/1000～

瑕疵の可能性がある

6/1000～

瑕疵の可能性が極めて高い

例えば一辺が10mの住宅で建物隅での沈下量の差が3cm以上になると瑕疵・・・

■罹災証明／被災度判定（内閣府）

半壊

1/100～

(**10/1000**)

大規模半壊

1/60～

(**16.7/1000**)

全壊

1/20～

(**50/1000**)

■地震保険（財務省）

一部損

0.2°～

(**3.5/1000**)

半損

0.5°～

(**8.7/1000**)

全損

1°～

(**17.5/1000**)

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

柱状改良工法の被害

地域別の改良深度と被害状況の関係

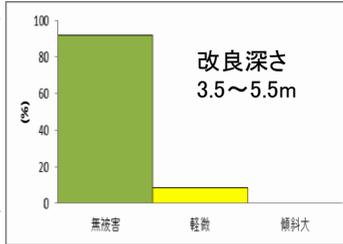
(211棟)

常時の沈下対策として設計されたもの

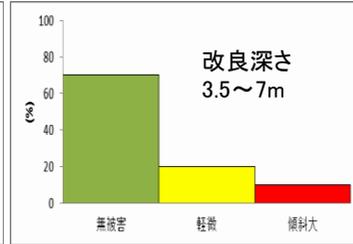
(液状化対策として設計されたものは少ない)

(浦安市委員会資料)

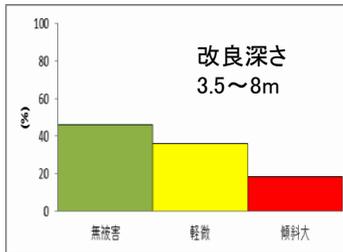
当代島・北栄・猫実・堀江・富士見
埋立層なし



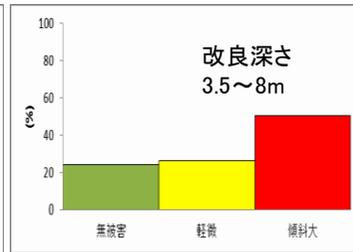
東野・海楽
埋立層約4m



舞浜・弁天・富岡・美浜
埋立層約8m



今川・入船・高洲・日の出
埋立層約8m



Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

結果的に液状化対策になった例

2004年新潟県中越地震(長岡ニュータウンの事例)



噴砂の状況



噴砂の力で持上がった土間、住宅は30cm不同沈下

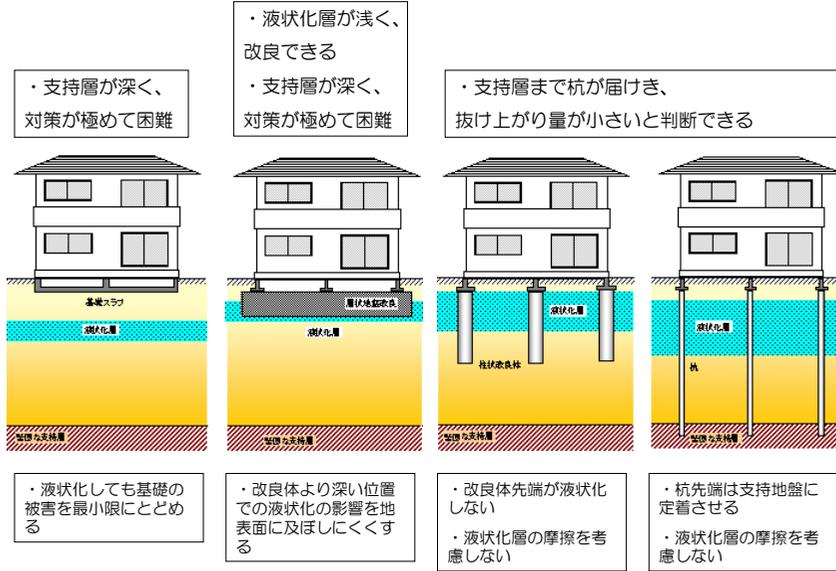


改良厚さ1.5mの表層改良
表層から非液状化層が2mあった
周辺は沈下したが、建物は沈下しなかった

(長岡：震度6弱 400~460Gal)

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

通常採用されている戸建住宅の地盤補強方法でも
液状化対策として設計されていたら・・・結果は違っていたかも



Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

液状化の検討をする場合の地盤調査は

何故、戸建住宅の常時の不同沈下の検討に、SWS試験が普及したのか

■ボーリング+SPT（10～20万円程度）

- ・敷地で1箇所測定
- ・深さ方向に1m間隔



■SWS試験（5～10万円程度）

- ・建物隅と中心の5箇所測定
- ・深さ方向に連続して測定
- ・硬軟のバラツキがわかる

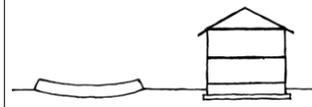
土質の判別は？ 地下水位の確認は？

<参考>

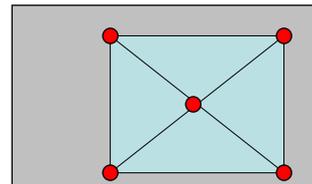
2,000万円の住宅の場合
一般的な費用の目安
基礎：100万円
地盤改良：100万円
地盤調査：5～10万円

べた基礎の住宅では接地圧が20kN/m²以下

厚さ50cmの盛土 ⇔ 2階建住宅



盛土荷重と一緒に沈下することはあっても
支持力不足で住宅が沈下することはない



Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

SWS試験孔を利用した水位測定方法とサンプリング方法の例



報国エンジニアリング(株)のHPより



(株)ワイビーエム社のHPより

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

液状化被害（修復工事）

千葉市美浜区磯辺



各所で修復工事が実施されている

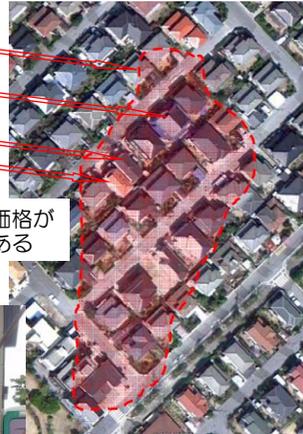
土台揚げ

注入工法

耐圧版工法

耐圧版工法

工法の選定は適正より価格が
優先されている場合もある



注入工法

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

小規模建築物（戸建）の液状化による沈下傾斜住宅の修復工法

家上げ方法		液状化による沈下傾斜住宅		基礎下から		基礎の注入圧によるリフトアップ		基礎の注入圧によるリフトアップ		
工法名	アンダーピニング工法	サイドピニング工法	新設工法	射撃圧入締固め工法（砂工法）	液状化改良注入工法	セメント高濃度注入工法	射撃圧入締固め工法（砂工法）	液状化改良注入工法	セメント高濃度注入工法	
説明	基礎下を掘削して建築物に接する程度の手掘りを行い、土を掘削しながらジャッキで持ち上げる。支持層まで掘削し、これを掘削機で掘削し、これを掘削機で掘削する。	基礎下を掘削して建築物に接する程度の手掘りを行い、土を掘削しながらジャッキで持ち上げる。支持層まで掘削し、これを掘削機で掘削する。								
工法の概要										
沈下傾斜修正の考え方	基礎の注入圧によるリフトアップ		基礎下から		基礎の両側面		基礎の両側面			
工法名	リフトアップ工法		射出ウレタン工法		セメント高濃度注入工法と射撃圧入締固め工法との併用工法		ジャッキアップ工法と液状化改良注入工法との併用工法			
説明	基礎下を掘削して建築物に接する程度の手掘りを行い、土を掘削しながらジャッキで持ち上げる。支持層まで掘削し、これを掘削機で掘削する。		基礎下を掘削して建築物に接する程度の手掘りを行い、土を掘削しながらジャッキで持ち上げる。支持層まで掘削し、これを掘削機で掘削する。		基礎下を掘削して建築物に接する程度の手掘りを行い、土を掘削しながらジャッキで持ち上げる。支持層まで掘削し、これを掘削機で掘削する。		基礎下を掘削して建築物に接する程度の手掘りを行い、土を掘削しながらジャッキで持ち上げる。支持層まで掘削し、これを掘削機で掘削する。			
工法の概要										
沈下傾斜修正の考え方	基礎を掘削してジャッキアップ		基礎の両側面		基礎の両側面		基礎の両側面			
工法名	ポイントジャッキ工法		ねがらみ工法		液状化改良工法		液状化改良工法			
説明	基礎下を掘削して建築物に接する程度の手掘りを行い、土を掘削しながらジャッキで持ち上げる。支持層まで掘削し、これを掘削機で掘削する。		基礎下を掘削して建築物に接する程度の手掘りを行い、土を掘削しながらジャッキで持ち上げる。支持層まで掘削し、これを掘削機で掘削する。		基礎下を掘削して建築物に接する程度の手掘りを行い、土を掘削しながらジャッキで持ち上げる。支持層まで掘削し、これを掘削機で掘削する。		基礎下を掘削して建築物に接する程度の手掘りを行い、土を掘削しながらジャッキで持ち上げる。支持層まで掘削し、これを掘削機で掘削する。			
工法の概要										

（浦安市委員会資料／精査中）

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

被災住宅の修復工法の課題

安易にジャッキアップしたり、無理な注入などで、建物が損傷する事例が発生している。

■建物と基礎の構造仕様の確認

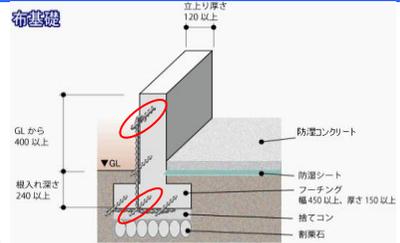
建物：木造、ツーバイフォー、鉄骨造、コンクリート造など
 ・建物の構造の違いで建物の荷重や荷重のかかり方が異なります。

基礎：べた基礎、有筋の布基礎、無筋の布基礎など [図2. 参照]

- ・基礎の仕様によって沈下修正工法の実施条件が異なります。
- ・基礎に鉄筋が入っているかどうかは、ジャッキアップには不可欠な情報です。
- ※床下がコンクリートで覆われている場合でも、べた基礎とは限らず強度の無い防湿コンクリートの場合があるので、注意が必要です。
- ※基礎の仕様は、建築時の設計図書で確認しますが、図書がない場合は、建築年によって確認できる場合もあります。 [図3. 参照]

- ・ジャッキアップする際に、基礎梁（立上がり部分）の鉄筋量によって支持する間隔が決まります。
- ※基礎の高さが60cm程度で、主筋（基礎の立上がり部の上下の鉄筋）がD13の場合、概ね2.5m間隔以下です。

・基礎の位置と建物の壁の位置によって、ジャッキの支持位置が決まります。（浦安市委員会資料）



基礎梁の主筋は1-D13

内部は人通孔があり基礎梁が連続していない場合が多い

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.

戸建住宅の液状化対策に向けて

正しい情報を出来るだけわかりやすく提供し、
住宅購入者が要求性能を選択できるようにし
ていきたい。

ご清聴ありがとうございました。

Misawa Homes Institute of Research and Development Co.,Ltd.