

〇〇市〇〇町 〇〇様邸
家屋沈下調査及び対策工検討

報 告 書

平成〇〇年 〇〇月

株式会社 J F Dエンジニアリング

目 次

調査地案内図

P

1. 調査概要	1
1.1 調査目的	1
1.2 調査内容	1
2. 沈下調査	3
3. 地盤調査	7
4. 変状調査	11
5. 変状予測	16
6. 対策工の検討	21
6.1 家屋の沈下修正工法	21

1. 調査概要

1.1 調査目的

本調査は、〇〇市〇〇町 〇〇〇様邸において家屋に変状が見られるため、家屋周辺の地盤調査及び家屋周囲の沈下調査を実施した。その結果に基づき対策工法について検討し最適な対策工法を提案しここにまとめる。

1.2 調査内容

(1) 調査名： 〇〇市〇〇町 〇〇〇様邸 家屋沈下調査及び対策工検討

(2) 調査場所： 〇〇県〇〇市〇〇町〇－〇－〇

(3) 調査内容：	①沈下測量	一式
	②目視観察	一式
	③対策工法検討	一式
	④報告書	一式

(4) 調査位置： 図 1-1 に調査地平面図を示す。

(5) 現地調査日： 平成〇〇年 〇月〇〇日

(6) 調査実施者： 株式会社 J F D エンジニアリング

(7) 調査依頼者： 〇〇 〇〇様

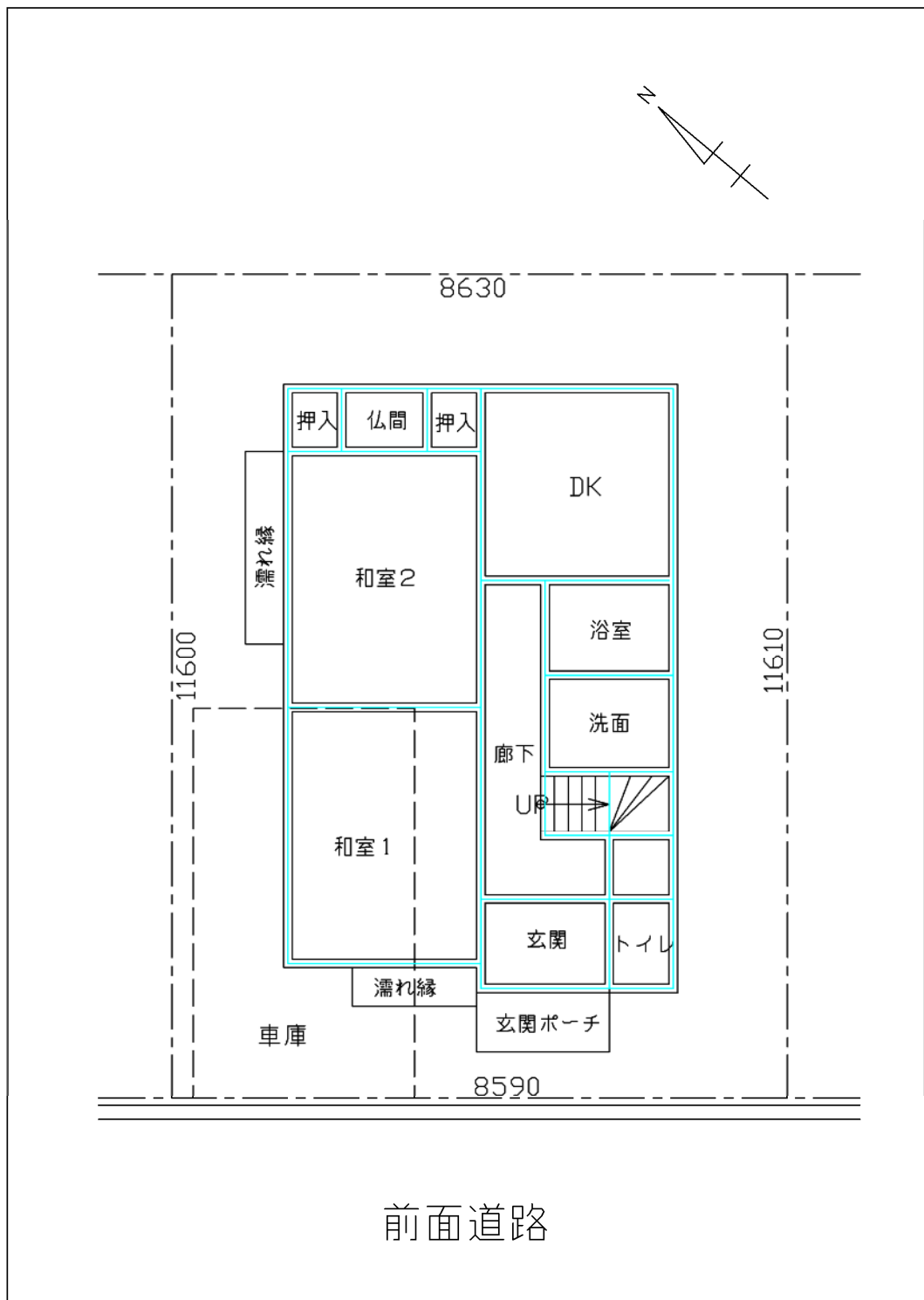


図 1-1 調査地平面図

2. 沈下調査

家屋の沈下状況を把握するために、家屋の室内及び外部での沈下測量を実施した。
測定結果を以下に示す。

(1) 室内測量結果

室内沈下測量では、玄関上がり框を基準点として算定すると、最大沈下量は和室 2 北側角部で-19mm であり、逆に高い箇所は和室 1 西側で+21mm の値が得られた。本家屋では和室 1 の下部に車庫がありこれによって変状の動きが拘束されている可能性がある。

室内の沈下方向は、一様な傾向はなく車庫の影響で変状方向が不規則な状況となっている。和室 1，2 の傾斜方向では Y 方向は（＋）方向へ、X 方向は（－）方向へ傾斜している。廊下は和室 1，2 の中央を境に家屋両側へ傾斜する方向を示し、台所では Y 方向は（＋）方向へ、X 方向は（＋）方向への傾斜を示す。

全体としての動きは一様なものではなく説明がつきにくい、概略的には X 方向は（－）方向へ、Y 方向は（＋）方向への傾向が大きいと考えられる。

沈下測量結果を以下に示す。

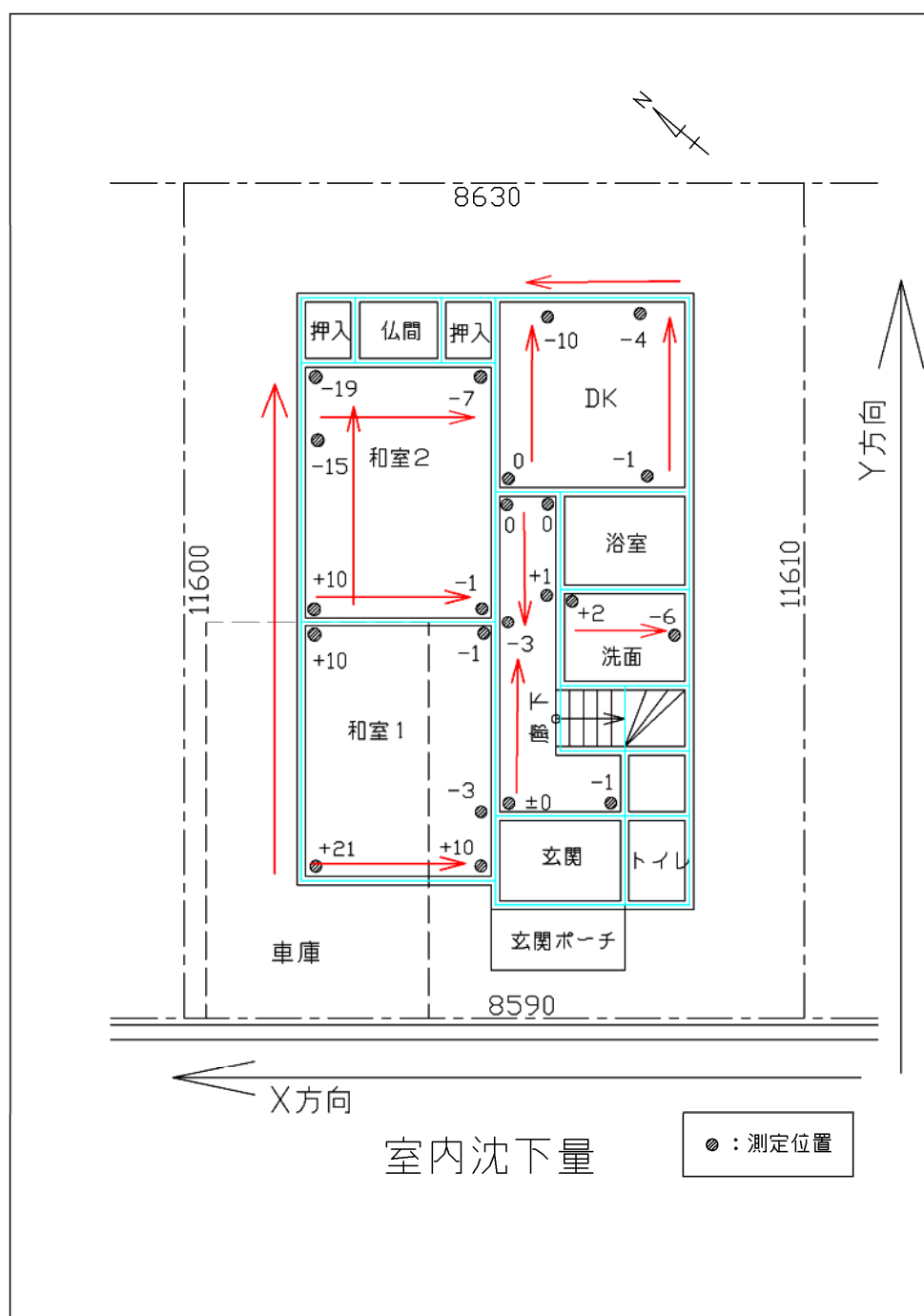


図 2-1 沈下測量結果（室内）

(2) 外部測量結果

外部沈下測量は、家屋周囲の水切り部で沈下量の測定を行った。

その結果、玄関南側の角部を基準点とすると、沈下量の最大は基準点の対角線側の端部で-15mm があり、逆に上がっているのは和室境界部の+18mm という値がある。

傾斜の方向は、家屋全体で考えると南北方向の両端に向かって傾斜傾向があり、北側は和室 2 の北側方向に向かって、一方南側はトイレ角部に向かって傾斜傾向を示す。また、洗面部は台所方向への傾斜傾向が見られる。外部にしても傾斜傾向が一様でなく全体の把握が難しい状況である。

また、車庫部は天端の測量を行ったが、これに関しては和室 1 の西側角部を基準点とすると、この点が最も高く Y 方向はこの点からの両側に向かって傾斜し、X 方向では北側は（+）方向へ、南側は（-）方向へ傾斜し天端の傾斜はよじれた傾向を示す。

沈下測量結果を以下に示す。

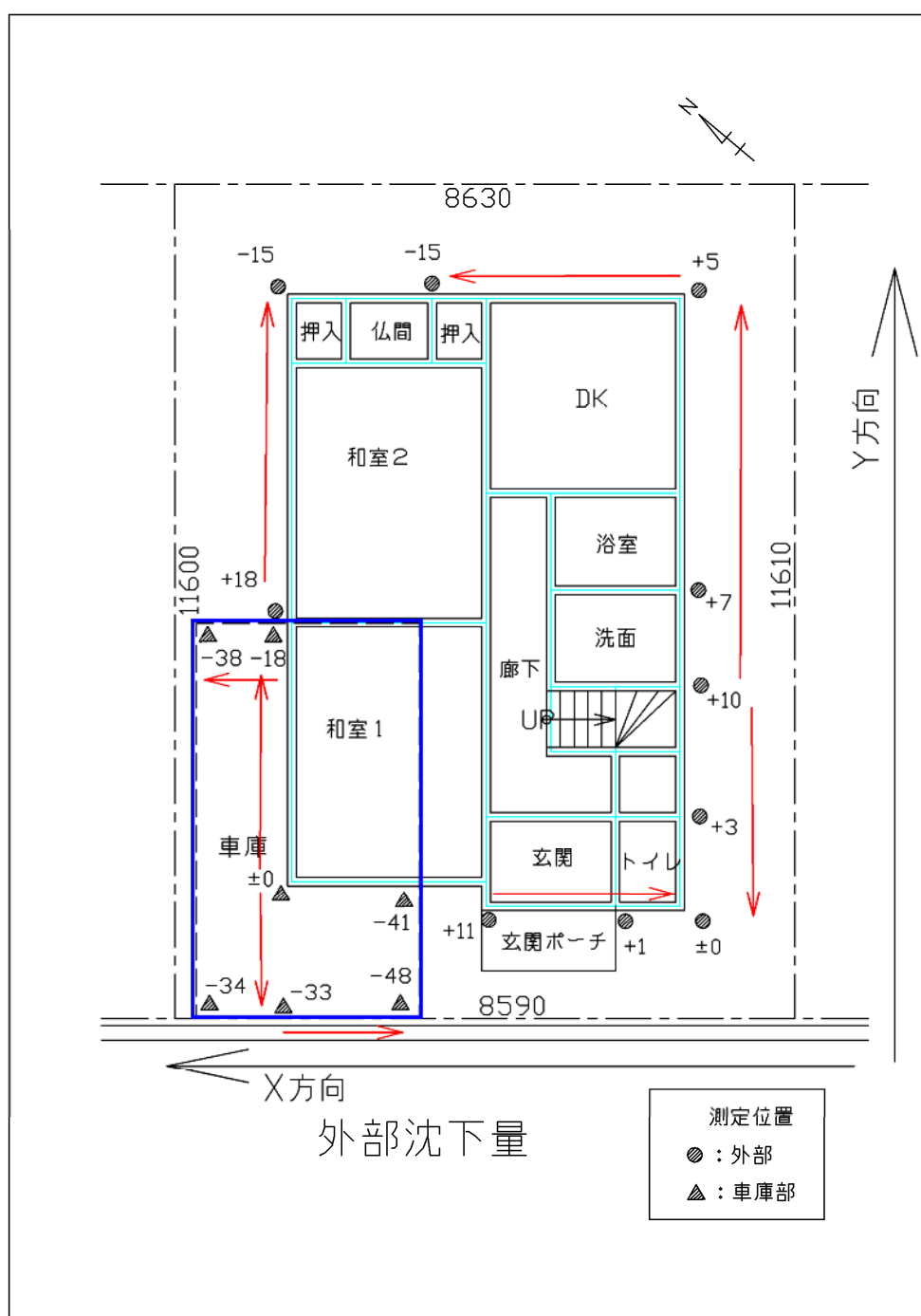


図 2-2 沈下測量結果（外部）

3. 地盤調査

家屋の周囲で現状の地盤状況を把握する目的でスウェーデン式サウンディング試験方法によって地盤調査を実施したのでその結果を以下に述べる。

調査の方法・結果については別冊地盤調査報告書にまとめる。

調査位置図を以下に示す。

調査結果より、No. 1、2、3 については地盤は良好で支持地盤は No. 1、2 では GL-1.3m 付近、No. 3 は GL-2.8m 付近に認められる。No. 4、5 はやや問題のある地盤で No. 4 は GL-0.75m までは自沈層がありそれ以深は良好である。No. 5 は途中自沈層もあるが下部では擁壁底版に当たった。この結果より No. 4、5 の擁壁、車庫の埋戻し部に緩い地盤が確認された。

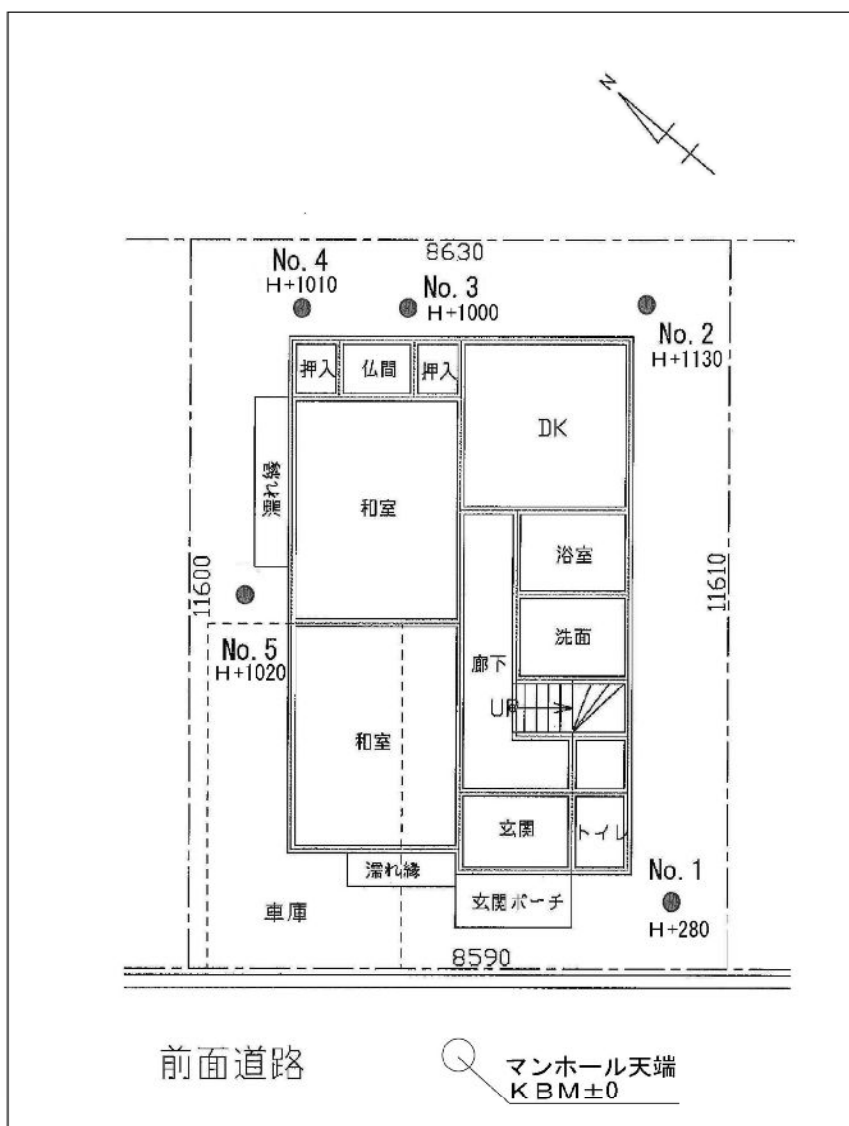


図 3-1 地盤調査位置図

No.5 のスウェーデン式サウンディング試験結果を見ると、砂質盛土が GL-2.25m まで分布し、GL-1.0～2.25m までは同じ盛土ではあるが軟弱層が分布し緩い地盤となっている。擁壁底版は GL-2.29m で確認された。中間に分布する軟弱層が家屋の沈下に悪影響を与えているものと判断される。

スウェーデン式サウンディング試験												
調 査 名							測点番号		5			
調査場所							調査年月日					
孔口標高		KBM +1.02 m					最終貫入深さ		2.29 m			
孔内水位		無		天候		晴		試 験 者				
備 考												
荷重 Wsw (kN)	半回 転数 (Na)	貫入深さ D (m)	貫入量 L (cm)	1m 当りの 半回転数 Nsw	記 事			推定 柱状図	荷重 Wsw(KN)	貫入量 1m 当りの 半回転数 Nsw	換算 N 値	許容 支持力 qa KN/m ²
					音感・感触	貫入状況	土質名					
1.00	16	0.25	25	64			砂質盛土		0.25	64	6.2	68.4
1.00	0	0.50	25	0			砂質盛土		0.50	0	2.0	30.0
1.00	7	0.75	25	28			砂質盛土		0.75	28	3.8	46.8
1.00	4	1.00	25	16			砂質盛土		1.00	16	3.0	39.6
1.00	0	1.25	25	0	ユックリ		砂質盛土		1.25	0	2.0	30.0
0.75	0	1.50	25	0			砂質盛土		1.50	0	2.0	22.5
1.00	3	1.75	25	12			砂質盛土		1.75	12	3.0	37.2
1.00	2	2.00	25	8			砂質盛土		2.00	8	2.5	34.8
0.75	0	2.25	25	0			砂質盛土		2.25	0	1.5	22.5
1.00	50	2.29	4	1250		擁壁ベース当り	砂質盛土		2.29	4	> 20	> 120

図 3-2 SWS 試験結果 (No. 5)

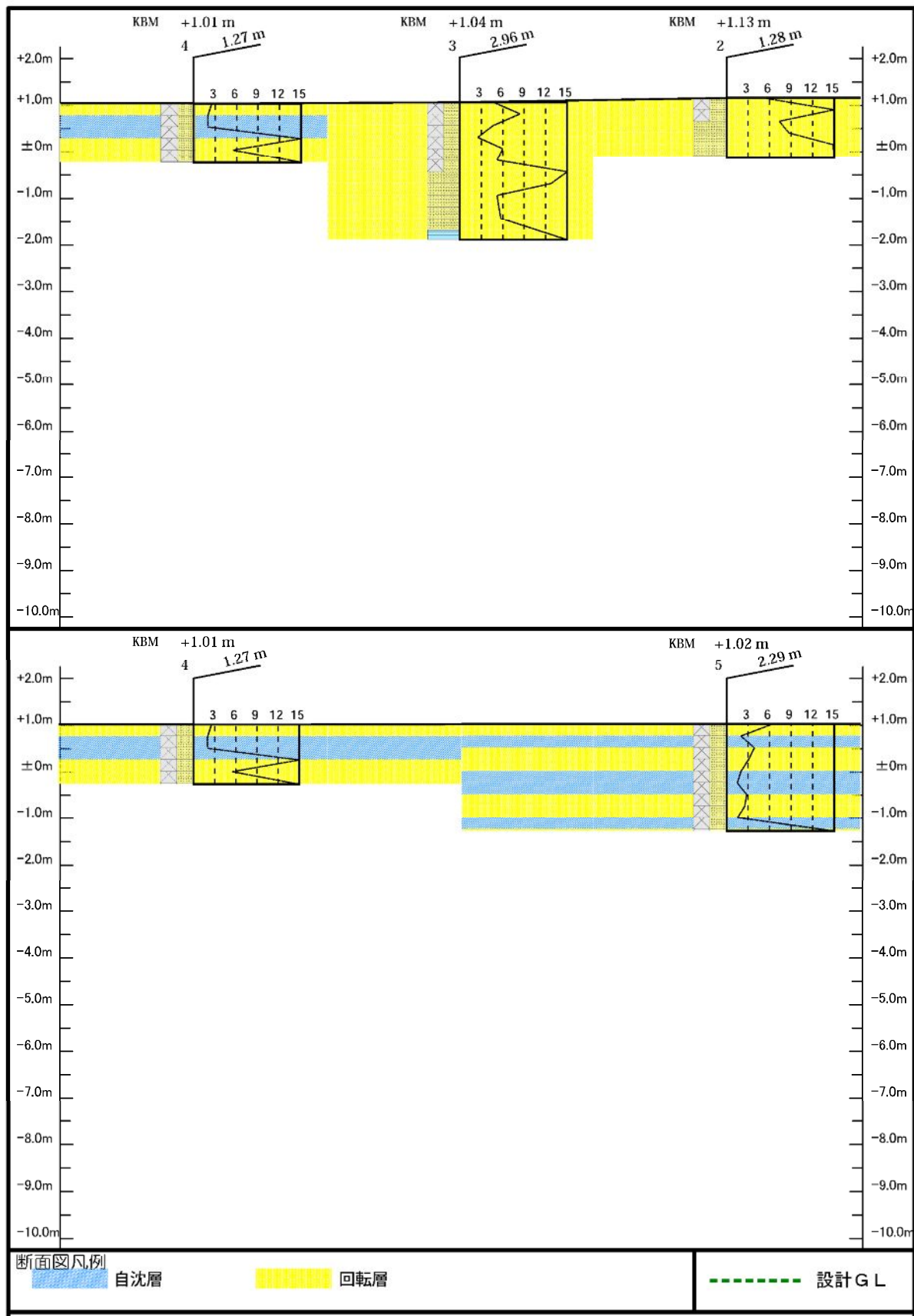


図 3-3 推定断面図(1)

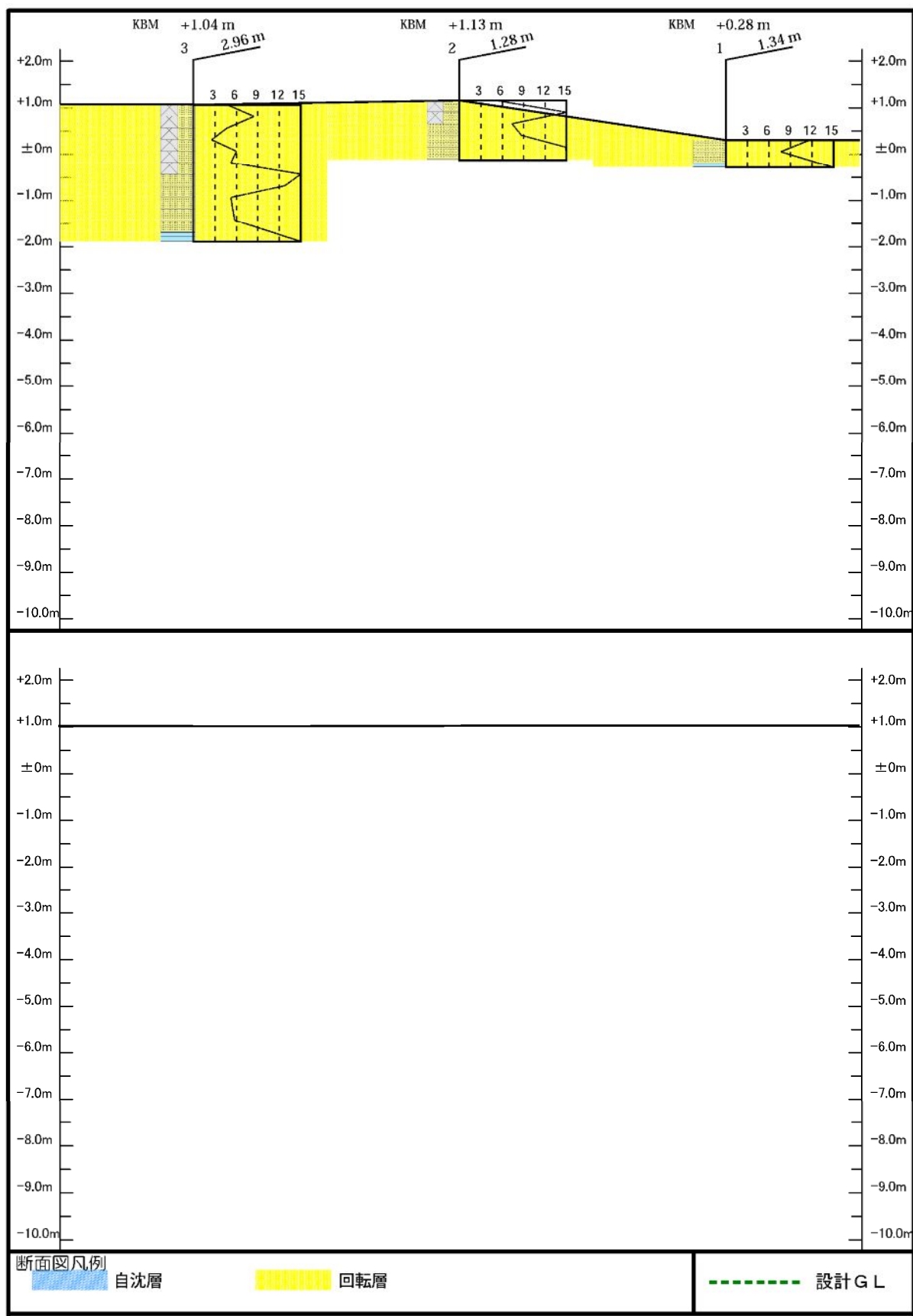


図 3-3 推定断面図 (2)

4. 変状調査

家屋の沈下状況及び周囲の変状状況を目視観察によって実施したのでその結果を述べる。
現場写真を章末に示す。

Ph-1 は前面道路側からの全景写真である。Ph-2 は車庫部西側の壁面部クラックであり、補強のあとが見られる。

Ph-3 は階段部正面壁面のクラックであり建物角部から伸びている。

Ph-4 は階段部と門柱の境界部に開きが見られる。

Ph-5 はトイレ付近外壁部に見られるクラックで窓部隅角部から基礎コンクリート付近まで伸びている。

Ph-6 は浴室部外壁に見られるクラックで Ph-5 同様に基礎コンクリート付近にまで伸びている。

Ph-7 は和室 2 の戸袋付近に見られるクラックで斜め方向の上部に伸びている。Ph-8 はその拡大写真である。

Ph-9 は和室 2 の外壁部で壁面に水平方向にクラックが見られる。

Ph-10 は車庫部東側部で車庫壁面と外塀の境界部に開きが見られる。

Ph-11 は台所床下部で換気口方向を臨むが湿気もなく目立った変状は見られない。

Ph-12 は床下部で和室 2 の方向を臨むが、湿気予防の砕石が見られる。

以上より、目視観察結果では外壁部のクラックや車庫部のクラック目立ち家屋全体に変状があることが確認された。これらの結果と沈下測量結果とを併せても、家屋変状の傾向は一樣ではなく複雑な状況により家屋全体に変状が発生したと考えられる。



建物全景写真

Ph-1

全景



Ph-2

車庫部横
壁面にクラックがあり補強が施されて
いる



Ph-3

階段部
正面壁面にクラックが見られる



Ph-4

階段部
門柱と階段部に開きが見られる



Ph-5

トイレ付近外壁
窓部隅角部からクラックが伸びる



Ph-6

浴室外壁部
窓部隅角部からクラックが伸びる



Ph-7

和室外壁部
土袋付近にクラックが伸びる



Ph-8

和室外壁部
Ph-7 拡大写真



Ph-9

和室外壁部
和室天井部付近に水平なクラックが
見られる



Ph-10

車庫部
車庫部と塀の境界に開きが見られる



Ph-11

台所床下部
換気口付近目立った変状は見られない



Ph-12

床下部
和室方向を臨む
基礎上に湿気予防の碎石が見られる

5. 変状予測

(1) 家屋の変状予測

建物の変状状況の原因例として表 5-1 及び図 5-1 がある。これらより、今回の家屋の変状を推定する。

一般に建物の不同沈下は建築物荷重の偏りや基礎の配置不良、断面不足、基礎選定の誤りなど建築物側の原因もあるが、多くは敷地地盤の問題があり、地盤条件を十分に把握せずに設計や施工が行われた場合や造成盛土などに起因する場合が多い。

これらより、今回の家屋の変状原因として推定されることは、(d)埋め戻し不良、(i)切盛造成等による影響等が考えられる。

(d)については、西側擁壁部、車庫部はこれらの構造物を施工後埋め戻し作業を行うが、この埋め戻し部の転圧不足が生じ易く緩い地盤となっている場合が多い。当家屋においても地盤調査結果よりこのことが確認された。この場所は大型機械が使えず小さな機械で転圧作業を行うので、結果的に緩い地盤を造ってしまう結果となる。その上に家屋を載せるので長期的に沈下傾向が発生する可能性がある。

(i)については、当該地全体は北東から南西方向に傾斜する山地地形の斜面地を造成されたもので上部から切り盛り造成によって造られたものである。このため当家屋も東側が高く西側へ傾斜している状況で、地山は西側方向へ傾斜している。地表部には盛土がなされており直接切土面に家屋が載っている状況ではないが、この切り盛り造成の傾向は地盤調査結果からも確認できた。

以上より、今回の変状原因として一般的には上記の2つのことが考えられるが、沈下傾向が一樣でないので、これ以外にも造成工事上の問題や地下車庫による埋め戻し部の問題、地下車庫による荷重バランスの問題などが考えられ、これらが総合的に影響したものと判断される。

表 5-1 不同沈下原因例

区 分		原 因	図
既存地盤	軟弱地盤	不均一に堆積した軟弱地盤上に建築した場合	(a)
	建物荷重の偏り	平面的に建築物の重量が偏る場合	(b)
擁壁等	擁壁等の変位	擁壁の変位などに伴う背面地盤の変位と沈下	(c)
	埋戻し不良	擁壁や地下車庫等の構築に伴う背面埋戻し不良による沈下	(d)
地盤改良	設計不良	工法選定ミスや軟弱層厚が不均一な場合の杭長不足など	(e)
	施工不良	改良体の支持力不足や腐植土層などによる未固化など	(f)
宅造盛土	盛土の沈下	盛土や建物荷重による盛土自体および下部地盤による盛土上の沈下	(g)
	盛土施工不良	不適切な盛土材、転圧不足、盛土時期や盛土厚さの違いなど	(h)
	切盛造成	切土と盛土にまたがる敷地に建築した場合	(i)
近接工事	掘削工事	土留変形や矢板引抜、地下水位低下による圧密沈下	(j)
	盛土および建築物	敷地に近接した盛土や建築物の荷重による沈下	(k)

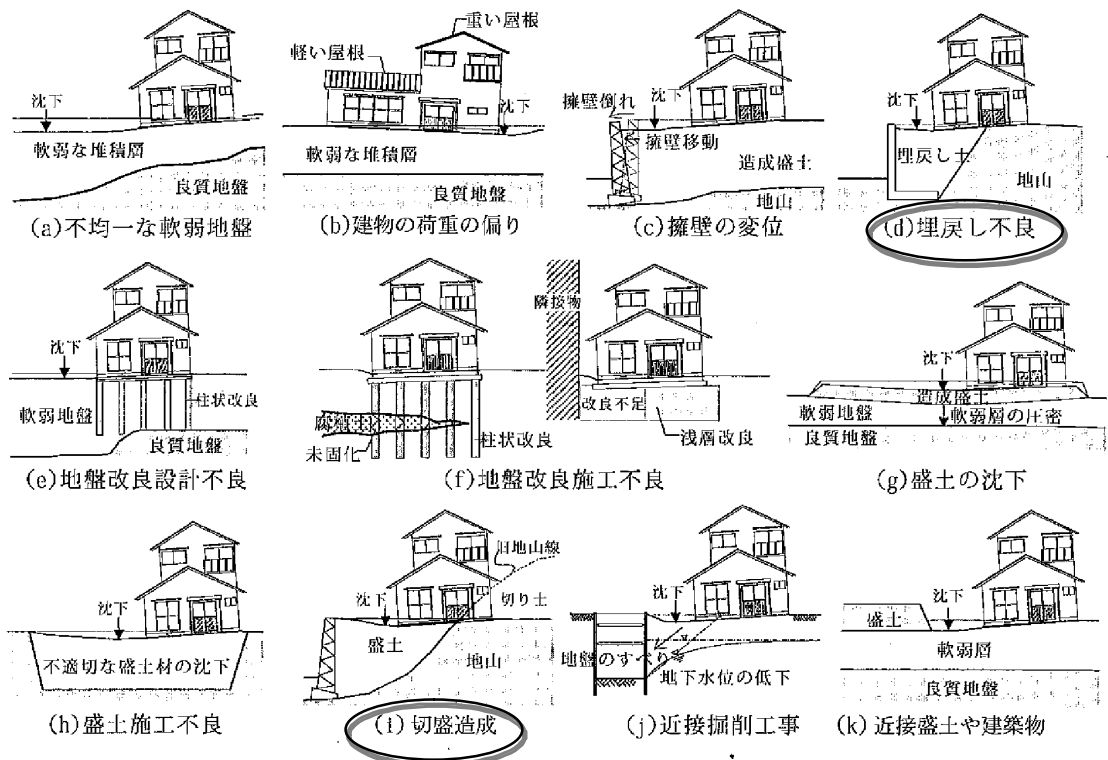


図 5-1 不同沈下の原因例

(2) 沈下の評価

小規模建築物の不同沈下の原因の多くは、支持力不足ではなく沈下である場合が多い。このため建築学会の「小規模建築物基礎設計指針」では傾斜角と変形角の設計段階での目標値を以下のように設定している。

表 5-2 不同沈下の参考値

不同沈下	設計目標値
傾斜角	3 /1000 以下
変形角	2.5/1000 以下

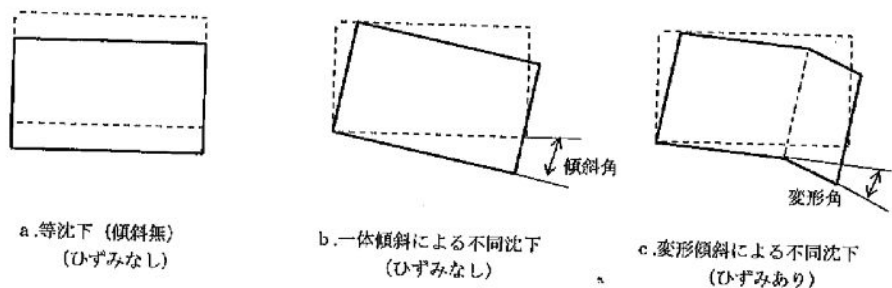


図 5-2 建物の変形

今回の建物について、傾斜角及び変形角について算定すると図 5-3～4 のようになる。これより、室内沈下量の場合傾斜角で判断すると、3/1,000 を超えるものとしては和室西側部の 5.6/1,000 があり、他の箇所については設計目標値の 3/1,000 をクリアしている。

外部沈下量の場合、一体傾斜となっていないので変形傾斜で判断すると変形角の場合の設計目標値は 2.5/1,000 であるので、これを超えるものは 4 箇所あり玄関部の X、Y 方向、台所部の東側、和室 2 の西側はいずれも目標値を超えている。

以上より、傾斜角、変形角の設計目標値を超えている箇所が数カ所見られるため、家屋の修正のための対処が必要となる。

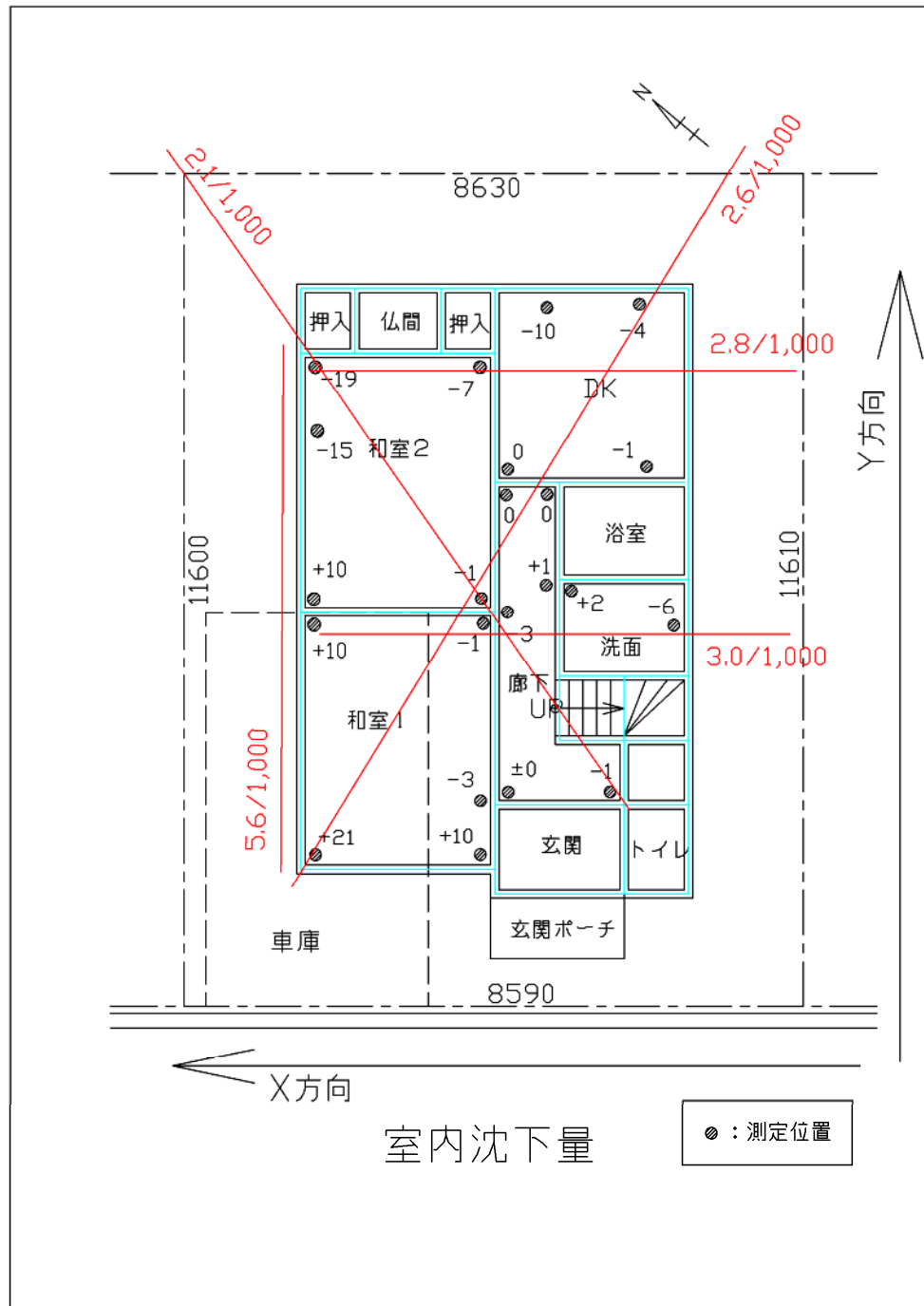


図 5-3 建物の傾斜角（室内部）

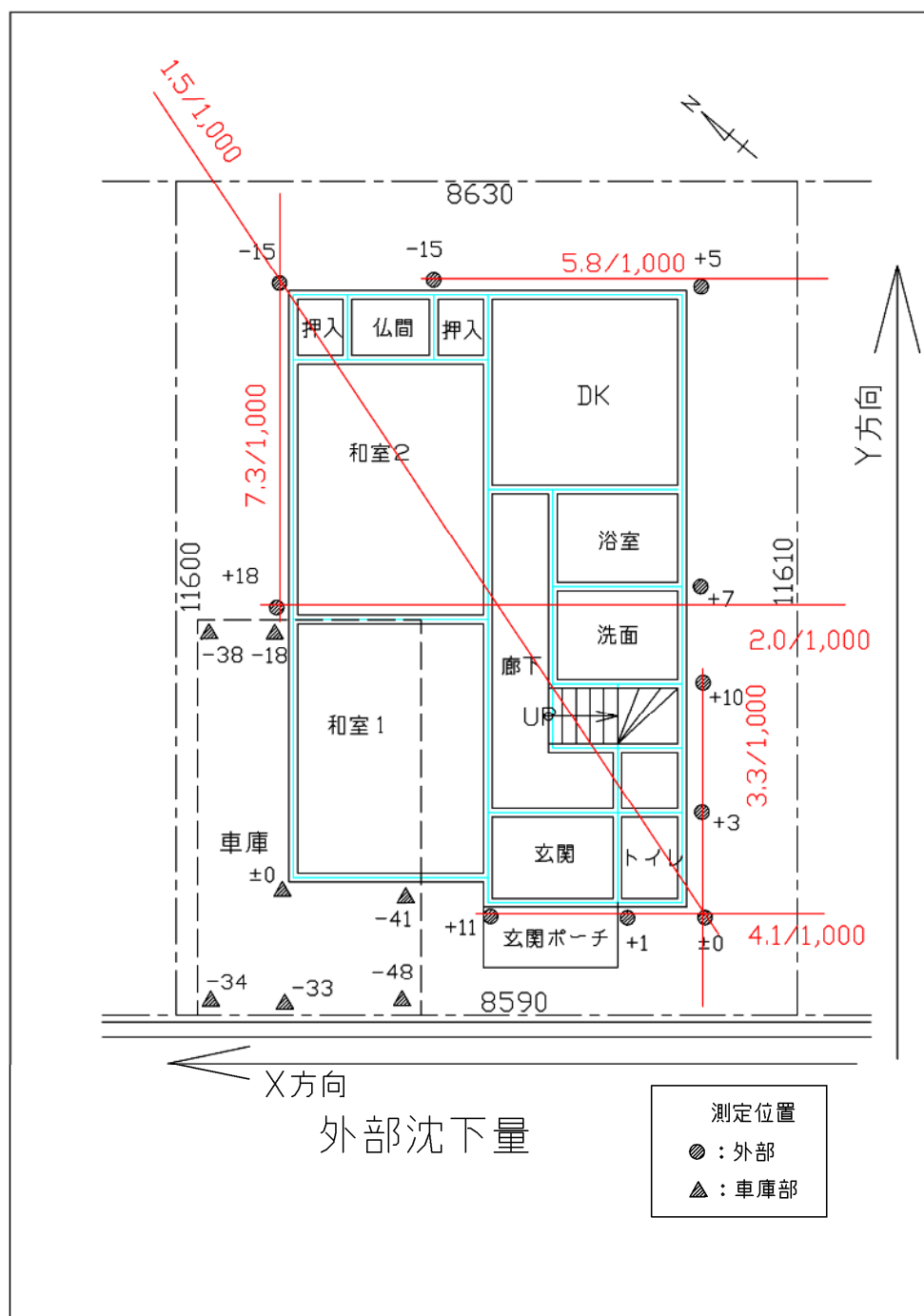


図 5-4 建物の傾斜角（外周部）

6. 対策工の検討

6.1 家屋の沈下修正工法

家屋の沈下修復工法には表 6-1、図 6-1 に示すようなものがある。

沈下修復工法は大きく分けて、基礎地盤が比較的良い場合は土台上げ工法、基礎地盤に対処して基礎から持ち上げる工法の 2 つの工法がある。

その中で今回の家屋で対応可能なものとしては、

1) No. 3 より支持層は GL-3m 付近である

2) 基礎型式はベタ基礎

上記の理由より、検討する工法としては

(1) 鋼管杭圧入工法・・・支持層まで鋼管杭を打設する

(2) 薬液注入工法・・・薬液により家屋を基礎から持ち上げる

の 2 つの工法について比較検討する。

表 6-1 沈下修復工法

分類	工 法	概 要	反力	継続対策	区分 図 10.2.2	図 5-1
土台 から 嵩上げ	根がらみ工法	床および内外壁の一部を解体して鋼材などの根がらみ材を土台下または柱に固定してジャッキアップする。基礎を再施工する場合に多い(在来揚屋)	既存地盤	×	(3)	(f)
	ポイントジャッキ工法	基礎を一部研り土台下に爪付きジャッキを挿入してジャッキアップする。補強などを行い既存基礎を再使用する場合が多い	既存地盤	×	(3)	(g)
基礎 から 嵩上げ	耐圧版工法	基礎下を順次掘削して仮受けと打設を繰り返して良質な地盤面に一体の耐圧版を構築し、耐圧版を反力にジャッキアップする	C・E	○	(3)	(h)
	鋼管圧入工法	基礎下を掘削して建物荷重により 1m 程度の鋼管杭を継ぎ足しながらジャッキで圧入する。支持層まで貫入後、これを反力にジャッキアップする	A・B	◎	(5)(6)	(i)
	ブロック圧入工法	基礎下を掘削し建物荷重により既製コンクリートブロックをジャッキで圧入する。圧入により地盤を締固め摩擦抵抗を反力にジャッキアップする	A・B	◎	(5)	
	薬液等注入工法	基礎下へグラウトや薬液などを注入し、注入・膨張圧によりアップする	D	○	(5)	(j)

反力機構 A：支持杭 B：地盤貫入物による周面摩擦および圧密化 C：底盤拡張による接地圧減少
D：地盤改良効果 E：良好地盤への深礎化
継続対策 ◎：効果的 ○不確定要素があるが効果的 ×：不適

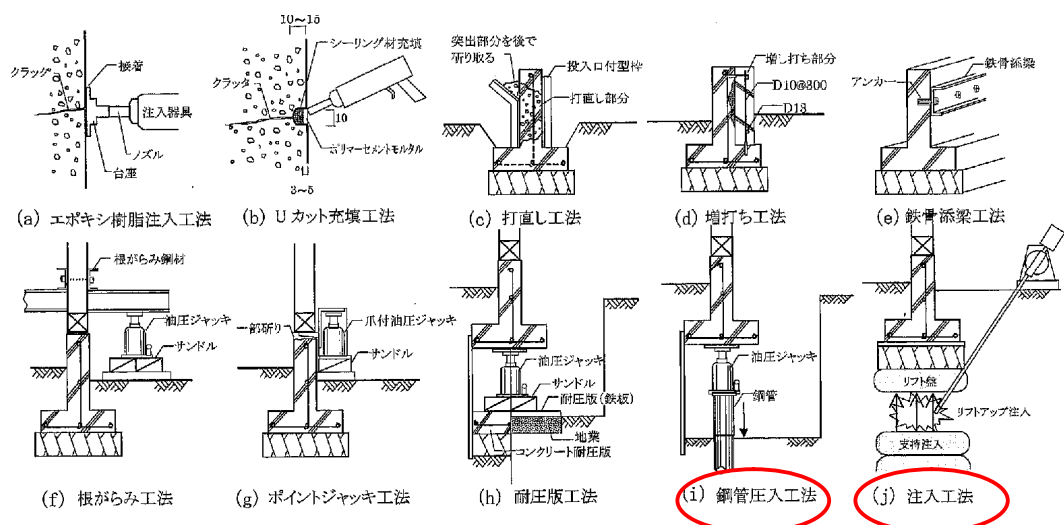


図 6-1 修復工法例

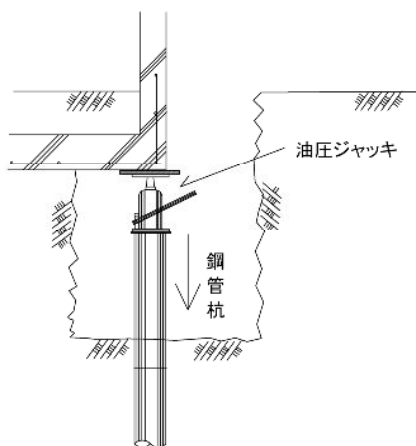
各工法の概要を以下に述べる。

(1) 鋼管杭圧入工法

この工法は、図 6-1(i)に見られるように基礎下部に鋼管を打設し、家屋の反力を利用して鋼管を支持地盤まで圧入するものである。鋼管が支持地盤到達後反力により家屋を持ち上げる工法である。支持地盤が深い場合に効果的である。

(留意点)

- ・ 圧入鋼管は接合部が多くなるので、杭耐力を低下させないように継手溶接方法や、鉛直性に十分な管理が必要である。
- ・ 打止め管理は貫入長とともに、圧入荷重及びリバウンド量などにより確認する。
- ・ ジャッキアップに際しては、上部構造や基礎梁に有害なひび割れや変形が生じないよう十分に留意する。



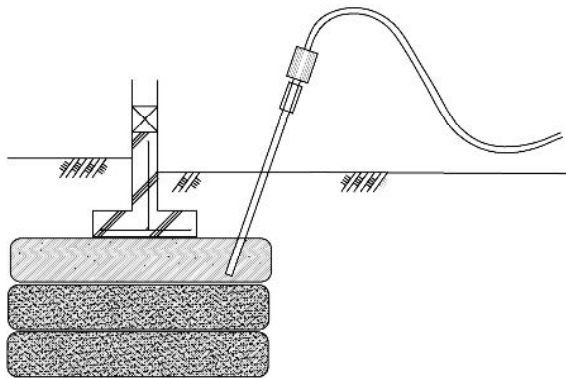
鋼管圧入工法概略図

(2) 薬液注入工法

この工法は、図 6-1 (j) に見られるように地表より注入ロッドを地盤内に貫入し、所定の位置で薬液を注入して、徐々に引き上げ薬液が基礎面に接し、更に注入すると家屋が持ち上がる工法である。

(留意点)

- ・ 注入時境界部のブロック積みや擁壁または隣家への影響が出る可能性があるため、管理を十分に行う。
- ・ 家屋周囲の地盤の盛り上がり要注意。
- ・ 注入は集中して行わず、繰り返し注入し影響を少なくして施工する。
- ・ 地盤の軟弱な部分に注入が集中しやすいので、全体に分布するように注入する。



薬液注入工法概略図

工法の比較表を表 6-2 に示す。

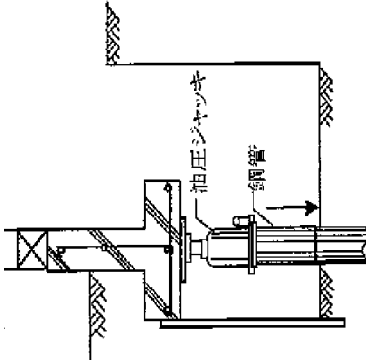
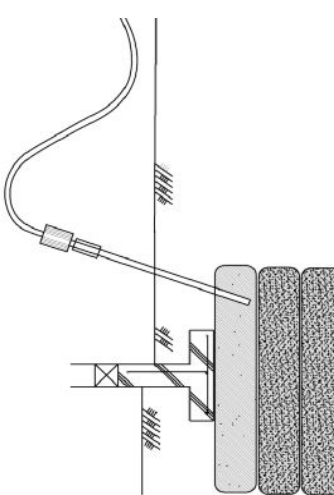
以上より、これより対象地の対策工法としては、

①鋼管杭圧入工法は対策効果としては確実であるが、工期面、経済面でやや劣る

②薬液注入工法は、家上げ対策は可能であるが、地盤内の充填の確実性に劣る。費用面では鋼管杭工法よりも優位である。

各工法にそれぞれ特徴があり、一概に決められないが将来的なこと及び確実性を考慮すると、対策工としては①の鋼管杭圧入工法が望ましいが、一方費用面を考慮すると②の薬液注入工法も選択肢として上げられる。

表 6-2 対策工比較表

工法名	第1案 - 鋼管圧入工法	第2案 - 棄液注入工法
概要図		
特徴	<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工ヤードが狭くても施工可能である 2. 人力作業が可能な場所であれば対応可能である 3. 騒音振動、粉じんが少ない 4. 家屋支持が確実にできる 5. 支持層に設置するので再沈下は生じない 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 施工ヤードが狭くても可能で人力施工を行う、広い場合機械施工となる 2. 掘削しないので作業するので工期が短い 3. 騒音振動、粉じんは比較的少ない 4. 棄液は硬化速度を調整できる 5. 基礎下に支持版を造成して沈下に対抗する
工法手順	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基礎付近を人が入れる程度掘削する 2. 油圧ジャッキを使用し、建物荷重を使用して、鋼管(L=75cm)をつなぎながら地盤へ圧入する 3. 鋼管を支持層まで到達させると、固定ジャッキを設置しておく 4. 鋼管を全ての箇所を設置後、持ち上げ準備をする 5. 家屋の沈下量に応じてジャッキアップし、家屋を水平にし固定ジャッキで固定する 6. 固定ジャッキ下は埋め戻し、固定ジャッキより上部はモルタル充填する 7. 地表まで埋め戻しを行い完了する 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 現地でプラントを段取りする 2. 施工位置において、掘削ロッドを挿入し掘削する 3. 最深度から注入を開始する 4. ロッドを少し引き上げステップ注入を行う 5. 家屋周囲に注入を行う 6. 沈下量を考慮しながら徐々に注入し家屋を持ち上げる 7. 家屋が水平となるように注入する
適用性	<ol style="list-style-type: none"> 1. 基礎周囲を掘削するため、残土が発生する 2. 工期は1ヶ月程度である。 3. 対策効果は確実である 4. 支持地盤が深い場合でも対応可能である 5. 持ち上げ量が大きい場合、給排水管の切り回しが必要となる 6. 若干の補修は発生する場合がある 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ベタ基礎構造の方が適用性が高い 2. 工期は1～2週間である。 3. 注入が充填してくると徐々に家屋が持ち上がる 4. 充填範囲はGL-3m以浅となる、それ以深に軟弱層が残る可能性がある 5. 持ち上げ量が大きい場合、給排水管の切り回しが必要となる場合がある 6. 家屋外周部での作業なので生活は確保される 7. 家屋内側の施工はやや難しい
経済性	費用はかなり高価である	第1案に比べると費用は安価である
評価	<p>費用は高価であるが対策は確実である</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 対策工法としては確実である 2. 支持地盤が深くても対応可能である 3. 将来への不安は少ない 	<p>対策工箇所を限定すると費用の低減ができる</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 軟弱層が深くても途中に支持版を造成して対応する 2. 近隣への影響が出やすいので、注入を調整しながら施工する 3. 長期的な課題は若干残る
	△	○