

住宅地盤 *Tiban* — 地 — 盤 — な — び — *Nazvi.*

—作成：ジオテック株式会社 技術スタッフ室／2004.05 発行—

特集 「ベタ基礎は万能か？」

—ベタ基礎標準時代の思考—

🌐 GEODAS at random
シリーズ駅 その3 「東京駅」
(地盤情報提供システム GEODAS より)

🌐 沈下事例ファイル〔1〕
沈下修正工事の現場からの沈下情報フィードバック

■■■■■■■ GEODAS at random / シリーズ 駅 その3 「東京駅」 ■■■■■■■



地形図



土地条件図

駅舎竣工：大正 3 年
構造：RC 3 階＋地下 1 階
基礎：厚 90cm 程の基礎スラブを
杭長 5.4m の松杭により支持

※2003 年より、空襲で消失した
3 階部分を含めた復元計画が進
んでいる。完成は 2011 年予定。

●中心丸印が東京駅

八重洲口駅前の外堀通りと道路 2 本ほど東を平行に走る昭和通りとに挟まれた範囲には、黄色で示された帯状の「砂堆」*1 が分布する。東京駅は砂堆の西縁が、駅の西側に形成された「海岸低地」*2 に埋没していく、その境界付近に位置している。駅舎竣工時に施された松杭の杭長が 5.4m と、比較的短いのは、隣接する砂堆由来の支持層がこの付近ではまだ浅いことを示すものだ。

図中左隅に見えるのは、お堀に囲まれた皇居東御苑（旧江戸城跡）であり、武蔵野台地の東端に位置する。江戸城築城当時、前述の「砂堆」は“前島”と呼ばれていた。

なお、条件図上を南北方向に走る紫色の実線および破線は「沖積層基底等深線」と言い、東京湾の海退によって生じた埋没谷の深さ（つまり沖積層の厚さ）を示す等高線である。

*1：砂堆—海成の砂からなる微高地 *2：海岸低地—沿岸部の沈降や湾の海退などで生じた沖積低地

特集
「ベタ基礎は万能か？」
 — ベタ基礎標準時代の思考 —

住宅金融公庫が公表した統計資料によると、公庫適用住宅における基礎構造の内分けは、平成 14 年度にベタ基礎 60.4%、布基礎 36.5%となり、平成 7 年度のベタ 24.9%、布 71.9%と比べて、この 7 年で採用状況はほぼ逆転したと言える。ベタ基礎が急速に“標準化”した背景には、「ベタ基礎なら安心」という意識の浸透と平成 12 年施行の改正建築基準法に「地盤強度と基礎の構造」規定が盛り込まれたことが影響していると思われる。そこで、今回は標準化時代を迎えたベタ基礎の採用作法を整理する。

--*-*

■ 改正建築基準法（建告第 1347/平成 12 年 6 月 1 日施行）

「建築物の基礎の構造方法及び構造計算を定める件」

■■■地盤の許容応力度に対応する基礎の構造が規定された■■■

長期許容応力度	基礎の構造
20kN/m ² 未満	基礎ぐい
20kN/m ² 以上 30kN/m ² 未満	基礎ぐい又は べた基礎
30kN/m ² 以上	基礎ぐい又は べた基礎 又は布基礎

直接基礎の可能な地盤の長期許容応力度は、布基礎で 30kN/m²以上、ベタ基礎で 20kN/m²以上と、ベタ基礎の適用範囲が広く設定されており、大は小を兼ねる的な考え方をすれば、ベタ基礎の方が軟弱な地盤に対応しやすいように思える。確かに接地面積の広いベタ基礎には上部荷重を分散し、接地圧を低減する効果を期待することができるが、

ここで注意すべきなのは、

あくまでも数値に対応して利用可能な基礎構造が規定されたということであって、

数値を満たせば、対応する基礎構造で安全 という意味ではない点だ。

利用可能な基礎構造のどれが安全なのか、については別途判断が必要となる。特にベタ基礎には一定の採用条件があるため、その性質をきちんと理解しておくことが望まれる。

まずは、日本建築学会策定の資料を開いてみよう。

小規模建築物基礎設計の手引き/1988

6章 基礎の設計 6.3.3 ベタ基礎（全文引用）

地盤が著しく軟弱（地耐力長期 3t/m²未満）の場合にベタ基礎が用いられることが多い。ベタ基礎は、全体の剛性が高く荷重を分散させる効果があるので、地盤の不同沈下を低減して上部構造の損傷を防止する役目を果たす。しかし、ベタ基礎も全体が傾斜することに対しては抵抗力が少ない。このため、支持地盤が傾斜しているときや上部構造の荷重が偏在しているときには、杭基礎など他の工法を用いるか、または傾斜を調整するためのジャッキアップ工法などを考えておく必要が生じることがある。

(社) 日本建築学

建築基礎構造設計指針/1988

5.5 節 ベタ基礎 (抜粋)

(2) 許容地耐力

(a) 粘性土地盤

ベタ基礎の場合の地盤の破壊面はフーチング基礎の場合よりはるかに深層に達する(下図参照)から、基礎底面より基礎幅の2倍程度の深さの範囲に軟弱な層があると、ベタ基礎に対する許容支持力度はフーチング基礎の場合よりむしろ低くなることもあるから注意しなければならない。

(b) 砂質地盤

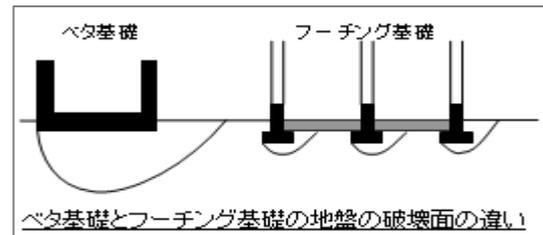
砂質地盤での支持力度は非常に大きくなるため、許容地耐力はほとんど許容沈下量によって決まる。

(3) 接地圧分布

ベタ基礎の正確な接地圧分布を求めることはほとんど不可能であり、実際の設計にあたっては、真の接地圧分布よりもむしろ安全かつ合理的な設計用接地圧分布を推定することが必要。

(4) 設計上の注意

フーチング基礎の場合、一箇所のフーチングが破壊しそうになっても、周囲の基礎梁によって抑止されることもあり、仮に基礎梁が破壊しても局部的損傷を生じるだけで、建物全体の倒壊に至る可能性は低い。これに対してベタ基礎の挙動はただちに建物全体に波及するため、設計は特に慎重でなければならない。(右図参照)



(社) 日本建築学

以上の記述では、ベタ基礎に一定の採用作法があること、フーチングに比べて必ずしも「安全」とは言えないことがわかる。同じ上部構造なら、広い接地面を確保可能なベタ基礎の採用によって、確かに接地圧は小さくなるが、地盤に対する影響はむしろ大きく、検討すべき点は多い。

なお、同指針 2001 年改訂版では、「支持力度と沈下から地耐力を求める」旧来型の基礎設計手法から「基礎や地盤の変形(沈下)を求め検討する」手法の提言へと進展。1988 版記載のベタ基礎の特徴を踏まえた上で、ベタとフーチングを基礎梁の剛性という同一視点で解析している。

建築基礎構造設計指針/2001

5 章 直接基礎 (抜粋)

改訂指針では、基礎構造の性能レベルとして、終局限界・損傷限界・使用限界を設定。各性能レベルに付帯する要求性能と検討項目について、地盤や基礎構造の変位破壊とそれによる上部構造への影響等を評価する。

5.1 節 基本事項

2. 検討項目および要求性能の確認方法

(2) 直接基礎の荷重～変位関係の評価

a. 解析モデル

フーチング・ベタともほぼ同様なモデルを用いることが多い。基礎形式に応じて、基礎部材の剛性、地盤反力を受ける支配面積、地盤ばねの剛性をモデル化する。基礎梁及び上部構造の剛性は、一般に地盤に作用する荷重分布や不同沈下を均等化する方向に働くため、これらを考慮して、各限界状態における抵抗や変形を検討する。

b. 地盤の荷重～変位関係の評価

3) 極限支持力度に達するときの沈下量はおおむね基礎幅に比例し、基礎幅が大きくなると大きな値となる。したがって、ベタ基礎のように基礎幅が大きい基礎において極限支持力度に近い荷重を期待することは、非常に大きな沈下量を想定していることになり、上部構造への影響を考えるとあまり現実的でない。このような場合は沈下量の評価により要求性能を確認する。

3. その他の留意事項 (2) 傾斜地盤の鉛直支持力度

傾斜地盤上に直接基礎がある場合には、水平地盤上に比較して極限支持力度が低下するため、慎重な配慮が必要である。傾斜地盤での支持力度低下率は、斜面角度、斜面高さ、法肩からの距離に影響される。

5.3 節 沈下

3. 沈下量の評価 (2) 沈下量の評価方法

建物荷重による地盤の総沈下量には、建物に生じるような沈下と建物の剛性回転による傾斜分が含まれており、通常、構造上問題となるのは相対沈下である。具体的には建物荷重による沈下量を用いて算定された部材応力が部材それぞれの限界状態の許容値以下となることを確認する。また、絶対沈下に含まれるような沈下分や傾斜分は、一般に建物の構造体には影響がないと思われるが、建物の使用性を考慮して、一定の制限値を設けることが

望ましい。特に総沈下量が大きくなる圧密沈下では、ライフラインへの配慮が必要となる。傾斜分についても人が不快に感じない範囲、設備機器に支障のない範囲に制限すべきである。

5.6 節 基礎部材の設計

1. 基礎部材の部材応力設計において、接地圧を求める際に考慮すべき荷重は、上部構造からの軸力・水平力・曲げモーメント、基礎自重、基礎直上の埋戻し土の重量 の三つ
2. 基礎部材の設計では、別途、基礎底面に作用する接地圧および基礎の不同沈下により生じる応力を考慮する。
 - (1) 基礎下の接地圧分布は、土質・基礎の剛性・根入れ深さなどによって左右され、粘性土では周辺部の、砂地盤では中央部の接地圧が大きくなる傾向がある。また基礎底面の正確な接地圧分布を求めることは困難であり、設計にあたっては安全側で合理的な設計用接地圧分布を推定することが重要である。
 - (2) 不同沈下による応力は、基礎の沈下により基礎梁・基礎スラブに生じる応力であり、以下の二つがある。
 - ・ 不同沈下に伴う荷重の再配分による接地圧の変化に起因する応力（基礎スラブおよび基礎梁）
 - ・ 柱間の相対沈下より基礎梁に生じる応力

沈下の算定を基礎の剛性を考慮した手法による場合、基礎梁の応力および支点反力を用い、これが各柱の支配区域内に一樣に分布するものとして接地圧を求める。各柱の支配面積の取り方は隣接する柱との1/2の範囲とする。ベタ基礎において、基礎スラブ部分の各4分割における接地圧に差がある場合には、便宜上、その平均接地圧をとって一樣に接地圧分布を仮定することが許される。

不同沈下に伴う荷重再配分により、柱荷重を支配区域の面積で除した値より接地圧が減少する部分もあるが、不同沈下が予測より小さい場合は必ずしも安全側とならないので、実情に応じて柱荷重を基礎の支配面積に一樣に分布するものとして求めた接地圧の双方を考慮することが望ましい。ベタ基礎では求めた接地圧が基礎底面における水圧よりも小さくなる場合には、水圧の値を下限値とする。なお、ベタ基礎の場合、建物外周に沿う基礎梁は、スラブからの応力によるねじれを受けるため、これに対しても考慮を要する。

(社) 日本建築学

以上の内容を整理すると、基礎梁で連結された剛なフーチング基礎の有効性が見えてくる。接地圧の大幅な低減は無理でも、自重の増加を抑えつつ十分な剛性をも確保できるため、結果として地盤への影響を小さく抑えることが可能だ。地盤状況や施工性などにもよるが、ベタ基礎より剛なフーチング基礎の方が良好な結果を生む可能性のあることを知っていて損はないのではないだろうか。

ベタ基礎の採用、ここに注意！

沈下を防止するための基礎ではない！

建物の底面全体を一体の基礎梁とスラブで支持するベタ基礎には、上戴荷重の分散、接地圧の低減などの効果を期待できる。また配筋により高い剛性を確保しやすく、局部沈下に基礎全体が追随して、沈下を均等化することも知られている。ただし、荷重という観点では、時に建物本体に匹敵するほどの自重となり、広い接地面積と相俟って地盤の深部までを刺激し、沈下を促進させてしまうことさえある。

適用条件は、均質かつバランスの良い地盤であること！

基礎直下が不安定であると、ベタ基礎の特徴が悪い方向へ作用することがある。例えば、ガラ混じりの盛土や基礎の一部が地下車庫などの上にある場合、盛土と切土にまたがる場合などだ。このような地盤では基礎下にテコの支点が生まれ、不同沈下を助長するモーメントが発生する。また、軟弱層の層厚が変化している地盤や軟弱の程度に顕著な差異のある地盤でも不同沈下が進行しやすい。

地盤改良・補強が
使えない
場合には？

- ガラは除去が基本。程度によるが、除去と地業補強で改善する場合もある。
- 地下車庫などに基礎の一部がかかるとは、基礎を構造物と緊結せず、ある厚さの土をはさんで基礎の挙動を許す「遊び」を設けることも有効。
- 盛土切土にまたがる場合は、切土側を人為的に鋤き返して、盛土側とのバランスを整えることも有効。

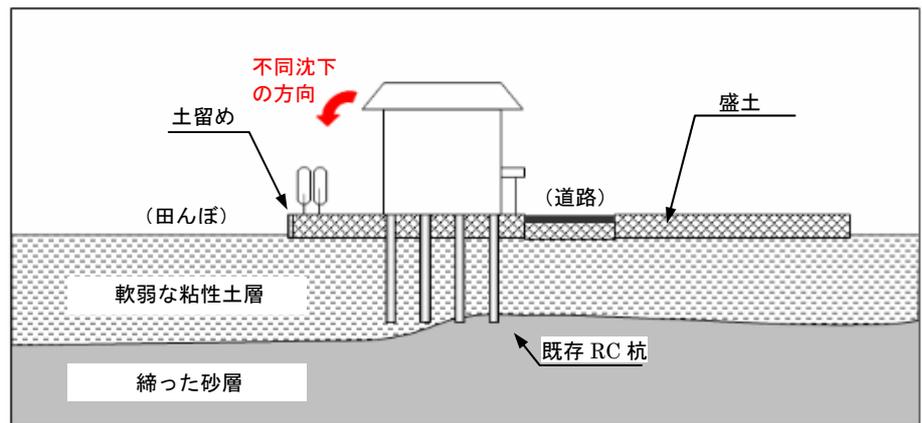
建物本体の偏荷重が影響を及ぼすこともある！

均質なバランスの良い地盤でも軟弱層が厚い場合や建物自体に偏重があると、不同沈下を助長するモーメントが生じることがある。ベタ基礎の有効活用には、地盤だけでなく、上部構造や建物配置にも十分な配慮が必要だ。

沈下事例ファイル〔1〕 氾濫低地／千葉県山武郡



土地条件図
 氾濫低地
 海岸低地
 微高地



地形（氾濫低地）と造成宅地の推定断面

【建物構造】

・築5年の木造2階建て

【地形・地盤】

・水田を盛土造成した宅地
 ・上部 1.0m は造成時の盛土
 ・建築前に、φ200mm の RC 杭による基礎補強工事实施済み（近隣データによる設計で、杭長は 4m）

【発生事象】

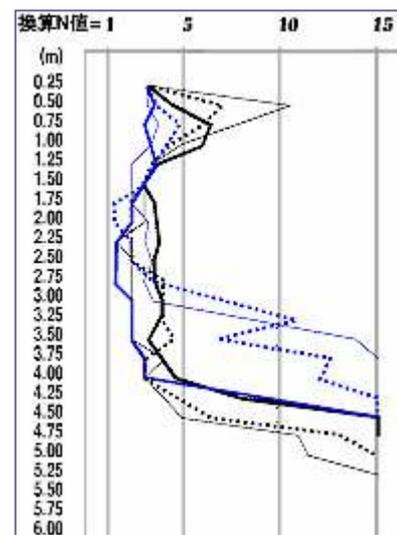
・基礎クラック
 ・玄関ポーチに分離及びへアクラック発生

【地盤調査】

・計 6 ポイント実施
 ・GL-1.5~4.0m の範囲に軟弱な粘性土層が認められる
 軟弱層の分布深度および軟弱性にはポイント毎に差異がある
 （典型的なバランスの悪い地盤状況）
 ・水位が高い

【沈下測定】

・最大 100mm 程度のレベル差を生じていた
 （ポーチ分離地点より建物対角方向）

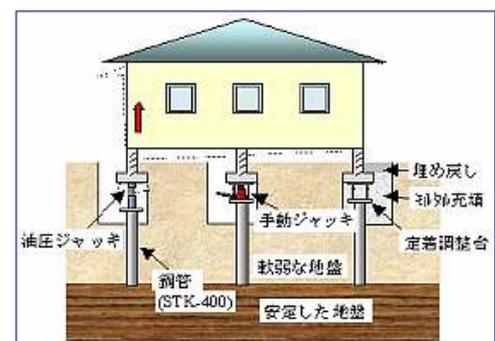


【修正概要】

●鋼管圧入工法、杭長 4~5 m
 既存 RC 杭と建物基礎を切り離し、鋼管圧入に邪魔になる部分を切断除去しての施工となった
 ※建物の構造的な水平ラインにも、ずれが生じていたことが判明
 建築中からすでに不同沈下がはじめていたことが窺える

【沈下要因解析】

●田を埋め立てた造成区画地で、近隣一帯が軟弱かつ水位が高い
 ●造成時の盛土が下部軟弱層の圧密を促進したと推定される
 ●近隣データを参考とした RC 杭設計で、杭長を一律 4m としたため、一部の杭が支持層の深度変化に対応していなかったか、根入れ不足となっていたと予想される



鋼管圧入工法 概要