

トップベース工法 (マイ独楽基礎工法)

岩野雅晴*

1. 概要

1-1 トップベース工法の概要

トップベース工法は、図1-1に示すように構造物の基礎地盤表面に特殊な形状のコンクリートブロックを敷設する基礎工法の一つである。

このブロックはコマの形状をしたコンクリート製品（商品名：マイ独楽）であり、敷き並べたすき間は、碎石を充填して締め固める。施工手順としては、組鉄筋（^{イカダ}筏マツト）を最初に敷き、所定の位置にコマ型ブロックを設置する。つぎに碎石を充填して締め固めた後、ブロックの頭部鉄筋（連結筋）を井桁状に配置した鉄筋（筏ユニオン）で連結している。

(注)「トップベース工法」は「コマ型コンクリートブロック基礎工法」の商標であり、「コマ型基礎工法」と称することがある。

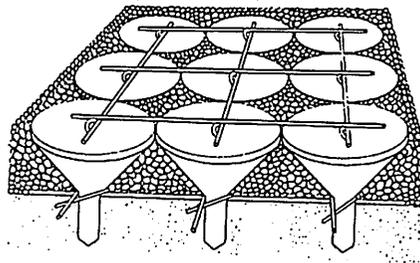


図1-1 コマ型ブロック敷設状況

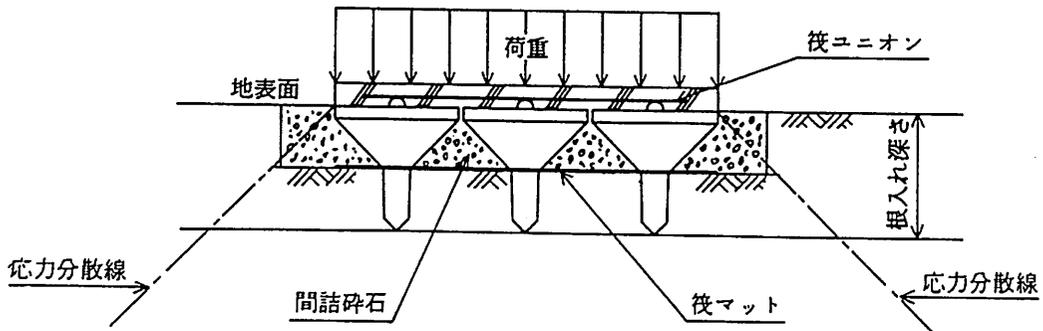
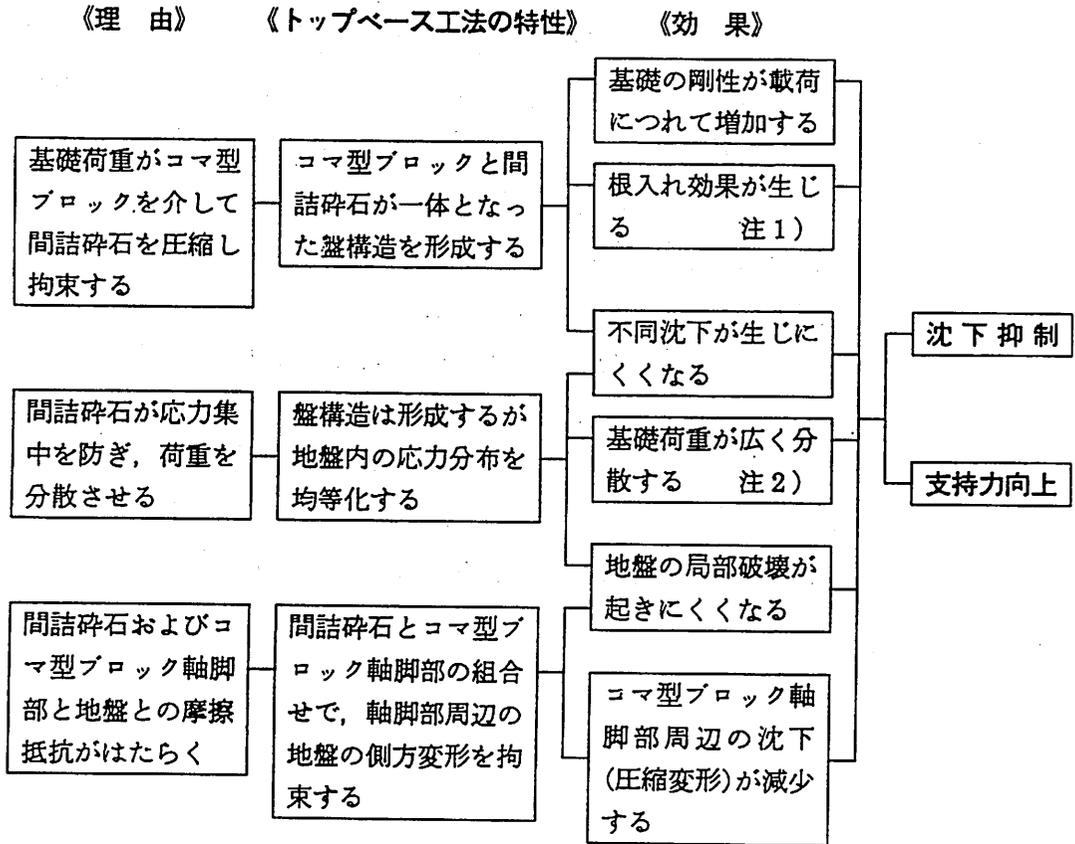
*株式会社北陸マイコマ新潟支店 技術課長

軟弱な地盤に土木あるいは建築構造物を建設する場合、設計支持力が不足したり、あるいは有害な沈下の発生が予想されることがある。本工法を採用すると、配置された鉄筋（筏マット、筏ユニオン）の補強効果が働き、上載荷重がコマ型ブロックを介して間詰砕石を拘束・圧縮し、ある程度の剛性をもつ盤構造の基礎を形成する。このような表層処理を施すことによって、その下方地盤の側方変形を防止して地盤を強化し、沈下を抑制する。さらに、基礎の不同沈下の抑制にも有効となる。

従来、軟弱地盤において支持力がいくぶん不足する場合、中小規模の構造物でも表層地盤の支持力が不足すると杭基礎を用いる事例が多く見受けられた。これらの事例に本工法を用いれば、経済的であるとともに施工においても大型機械を必要とせず、騒音・振動などの建設公害を発生させることなく安定した基礎を建設することが可能となる。

1-2 トップベース工法のメカニズム

トップベース工法の特徴と効果のメカニズムを図1-2にまとめて示す。この図は付録-Iに示す現場・室内実験ならびに数値解析結果に基づいて作成した。



注1) 極限支持力を考える場合、図に示す根入れ深さを考慮できる。

注2) 図に示す応力分散線のように、コマ型ブロック上部から応力が広く分散される。

図1-2 トップベース工法のメカニズム

1-3 コマ型ブロックの種類・形状・寸法

構造物基礎として現在使用しているコマ型ブロックには図1-3に示す2種類があり、大きさによって330型あるいは500型と称している。コマ型ブロックの1個当りの重量は330型では約19kgf、500型では約64kgfである。

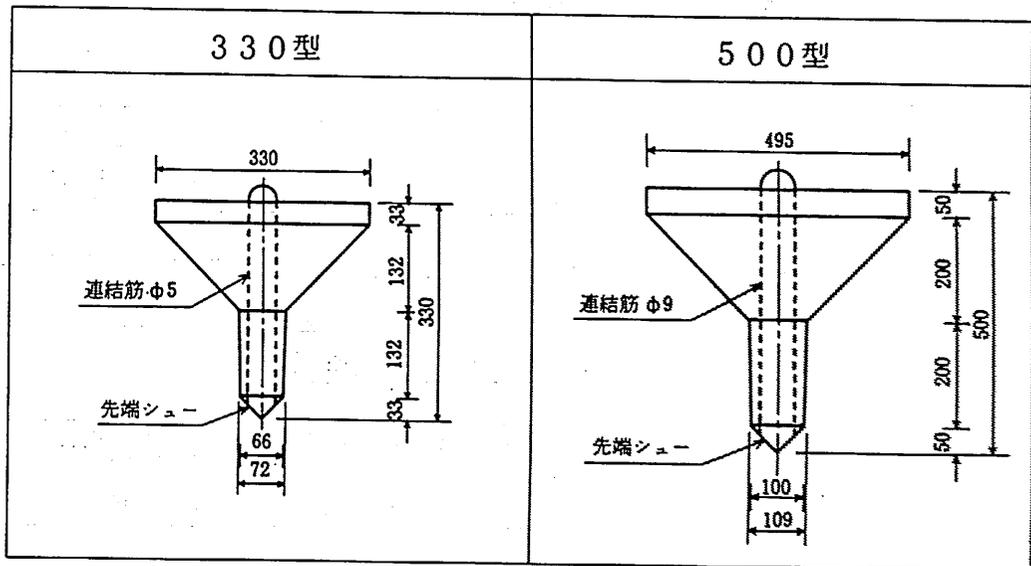


図1-3 コマ型ブロックの断面寸法 (単位: mm)

1-4 用語と仕様

- (1) 筏^{イカダ}マット……コマ型ブロックを所定位置に設置するために敷設する井桁状に組んだ溶接鉄筋マット (図1-5)

仕様 コマ型ブロック330型…D10mm
コマ型ブロック500型…D13mm

- (2) 筏^{イカダ}ユニオン…コマ型ブロックを相互に固定するために、ブロック上面に井桁状に配置する鉄筋

仕様 コマ型ブロック330型…D10mm
コマ型ブロック500型…D13mm

- (3) 連結筋……吊り上げのためと筏ユニオンを固定するための、コマ型ブロックの上面に突起した円弧状の鉄筋

仕様 コマ型ブロック330型… ϕ 5 mm
コマ型ブロック500型… ϕ 9 mm

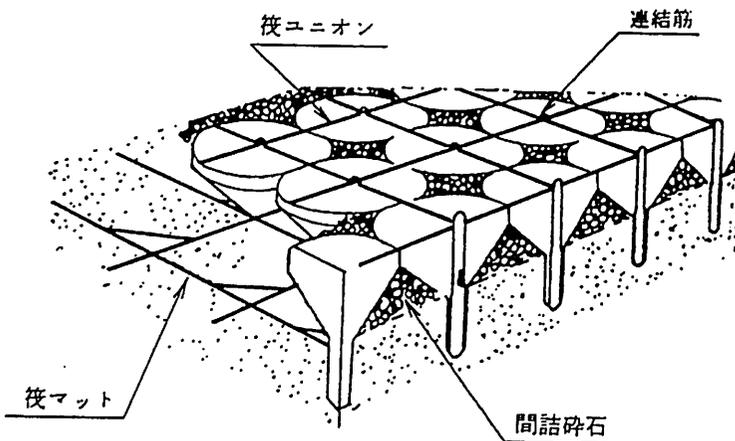


図1-4 敷設図

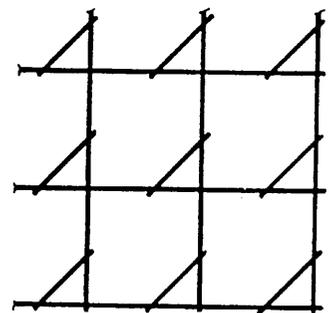


図1-5 筏マット

- (4) 円板部……コマ型ブロック上部の円板部分
- (5) 円錐部……コマ型ブロックの円錐部分
- (6) 軸脚部……コマ型ブロックの脚部分
- (7) 先端シュー……軸脚部先端のプラスチック製シューで、
連結筋と一体化している
- (8) 間詰砕石……コマ型ブロック相互の間隙に充填する砕石
- (9) コマ型ブロック二層構造……コマ型ブロックを二段に
積み重ねて施工したもの

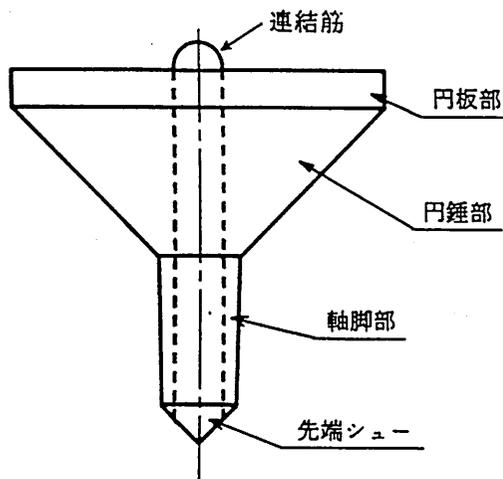


図1-6 コマ型ブロック各部の名称

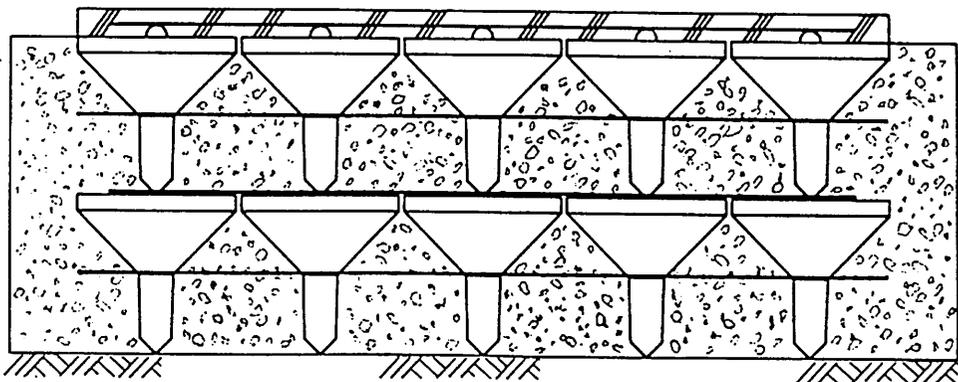


図1-7 コマ型ブロック二層構造

1-5 工法の適用

いかなる土木・建築構造物の基礎においても本工法を用いることができるが、構造物荷重に対する地盤の支持力不足が過大でない場合に効果的である。

〔解説〕 従来、軟弱地盤において支持力が幾分不足する場合、長尺の杭基礎を用いるなどしてかなり過剰設計になっていた事例が見受けられる。また、中小規模の構造物でもかなりの場合に杭基礎が用いられていた。それらの場合にトップベース工法を用いれば、非常に経済的であると共に、信頼性や施工性からみても効果的といえる。トップベース工法が適用できる構造物基礎とその要点をまとめると以下ようになる。

① カルバート基礎

② 水路構造物基礎

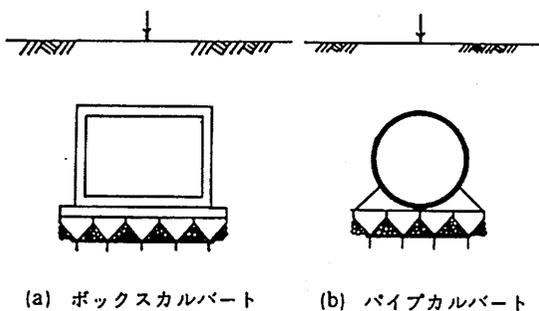


図1-8 カルバートの基礎

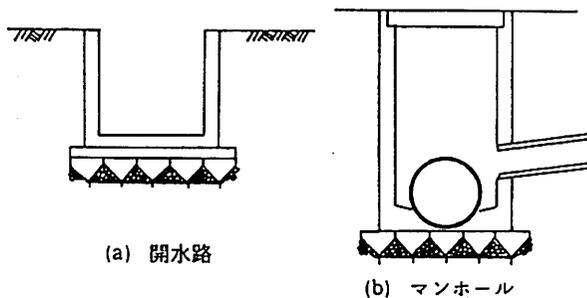


図1-9 水路構造物の基礎

③ 鉄塔、橋脚基礎

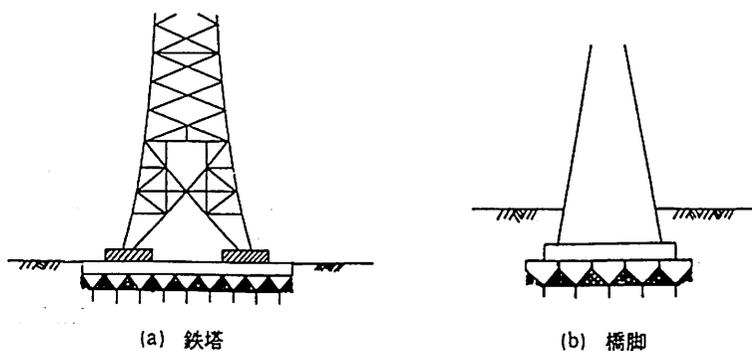


図1-10 鉄塔、橋脚の基礎

④ 橋台基礎

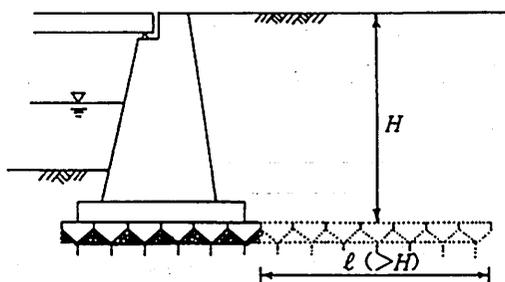


図1-11 橋台の基礎

既設盛土に橋台を建設する場合に効果的である。軟弱地盤の新設道路などで背面の盛土の沈下が予想される場合、盛土の沈下に引きずられて不同沈下を生じることが予想されるため、盛土部までコマ型基礎を延長して敷設することが必要である。

⑤ 擁壁基礎

橋台と同様の注意が必要。

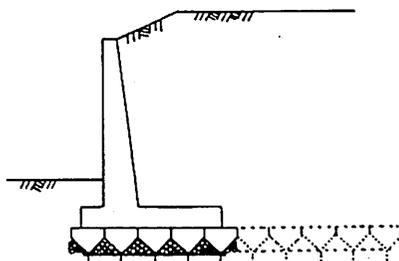


図1-12 擁壁の基礎

⑥ 盛土基礎

軟弱地盤における低盛土道路の基礎に効果的。
振動に対しても吸振効果が期待できる。

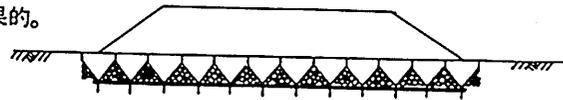


図 1-13 盛土の基礎

⑦ 大型建築物の基礎

建築物の布基礎またはべた基礎下部に用いる。
N値 = 2~3 の地盤において3階建のマンション
の建築にも施工実績がある。

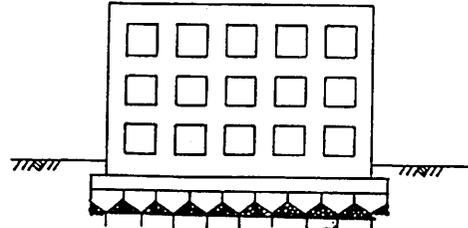


図 1-14 大型建築物の基礎

⑧ 軟弱地盤における一戸建て住宅基礎

軟弱地盤においてはコマ型基礎上に直接一戸建て住宅を建てると効果的である。軟弱地盤では、良質材で盛土した上に住宅が建築されることが多いが、盛土による沈下が生じ建築物に有害となることが多い。盛土では、支持力の面で耐えられても、沈下抑制はできないので、支持力と沈下抑制の両面からコマ型基礎が効果的である。

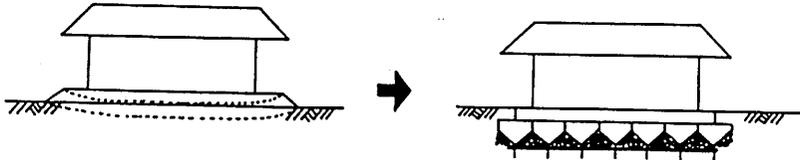
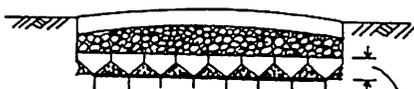


図 1-15 軟弱地盤における住宅の基礎

⑨ 路床、路盤



下層路盤または路床として

図 1-16 路盤の一部または路床として

1-6 工法のマカニズムと支持効果

コマ型コンクリートブロック（マイ独染）と間詰め碎石の相互作用により、側方流動を抑制して地盤の沈下を抑制する。また、その結果として支持力が増大する。

〔解説〕 トップベース工法の効果は、側方流動の抑制にともなう即時沈下・圧密沈下の抑制、および支持力の増大に分けることができる。これらの効果のマカニズムは現場の載荷試験のデータや室内試験のデータおよび数値解析結果から推定できる。

2 現場急速載荷試験結果

(1) 試験地盤の概要

試験場所は千葉県内の軟弱地盤で、後背湿地と考えられる分解の進んだ有機質軟弱地盤である。現場は深い深度まで同質の軟弱地盤であり、現場で採取した深さ0.5~1.3mの乱さない試料について行った土質試験結果は表2-1に示すとおりである。

表2-1 室内試験結果

測定項目		試験結果
物理 試験 結果	W_n (%)	137.0
	W_L (%)	128.2
	W_P (%)	63.3
	I_P	64.9
	砂分 (%)	17
	シルト分 (%)	41
	粘土分 (%)	42
	G_s	2.538
湿潤密度 (t/m ³)		1.333
日本統一土質分類		OH
N値		0
一軸 圧縮	一軸圧縮強さ q_u (kgf/cm ²)	0.11~0.09 (平均0.10)
	変形係数 E_{s0} (kgf/cm ²)	3.8~3.3 (平均3.55)

(2) 平板載荷試験

コマ型基礎を中心とする図2-1に示す7種類の基礎について、土質工学会制定の平板載荷試験方法に準じて載荷試験を行った。いずれの試験も載荷板には厚さ10cmで1m×1mの大きさのコンクリート板を用いている。試験は、最初0.4tf/m²の荷重からスタートし、0.8, 1.6, 2.0, 2.4tf/m²まで載荷した。載荷は1サイクル方式で、それぞれの荷重に達した後30分間沈下量を測定し、次の載荷に移る方法で行った。反力装置の関係から最大荷重は2.4tf/m²までしか載荷できなかった。試験により得られた荷重-沈下量曲線を図2-2に示す。

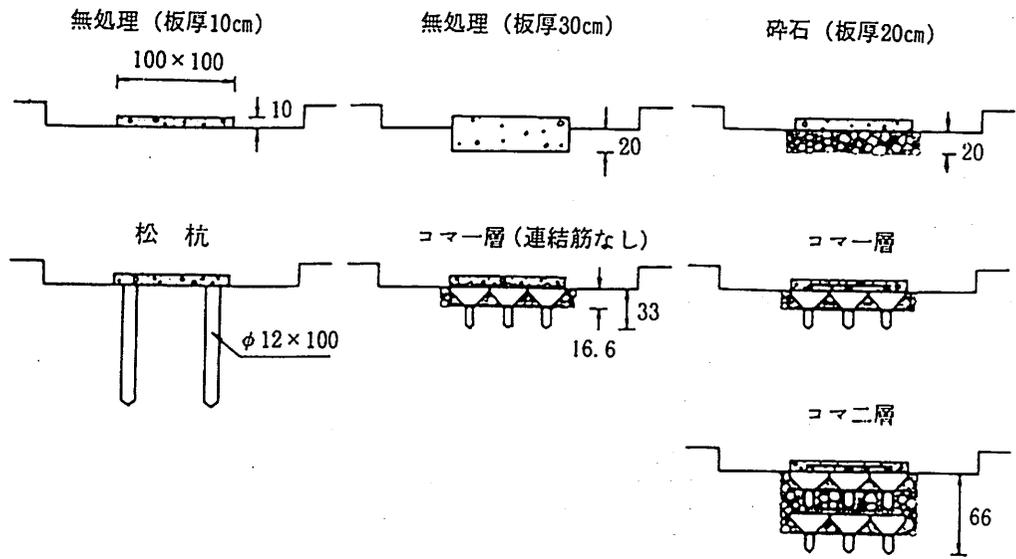


図 2-1 載荷試験と実施した基礎形式 (単位: cm)

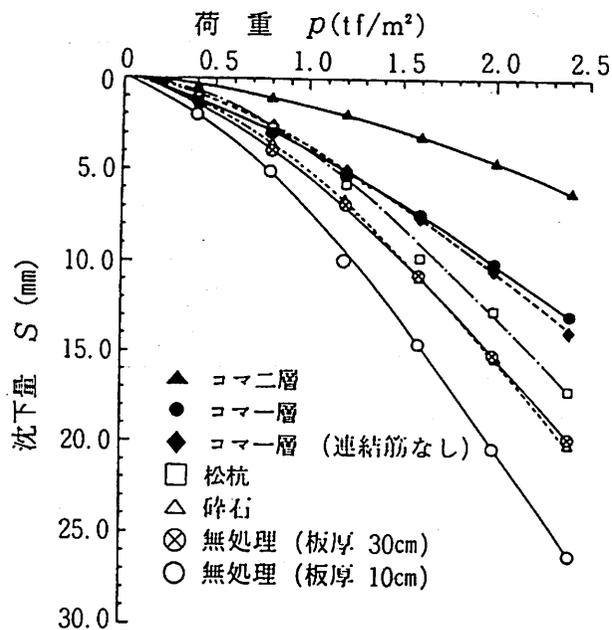


図 2-2 荷重(p)-沈下量(S)曲線

図 2-2 から明らかなように、沈下量(即時沈下すなわち弾性沈下量をさす)は無処理に比べコマ型ブロック一層で1/2, コマ型ブロック二層では1/4の大きさである。

(3) 偏心荷重載荷試験

偏心荷重を載荷した場合の支持特性を調べる試験は、図2-3に示す4種類の基礎について行った。試験方法は平板載荷試験と同様であるが、荷重は図2-4に示す載荷板中心線上の3等分点に載荷した。荷重は、最初0.3tfからスタートし、無処理については0.2tfずつ増加させて最大1.5tfまで、他は0.3tfずつ増加させ、松杭については最大2.1tfまで、コマ型基礎は2.4tfまで載荷した。

試験結果は図2-5に示す。実線で示した曲線は荷重-沈下量曲線を示し、横軸の荷重は偏心を考慮した図2-4で説明される有効面積に対する荷重 P_0 を意味し、縦軸の沈下量は図2-4で説明される平均沈下量を表す。破線で示した曲線は荷重 P_0 に対する偏心特性($\Delta S/S$)を示すものである。コマ型基礎は、偏心荷重に対して特に効果的な支持特性を示し、平均沈下量で比較すると、無処理に対してコマ型ブロック一層は1/2.5以下、コマ型ブロック二層は1/6.5以下の小さな沈下を示している。

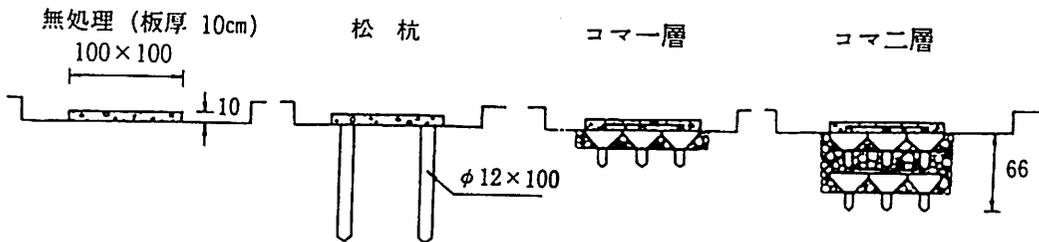


図2-3 偏心荷重載荷試験を実施した基礎形式

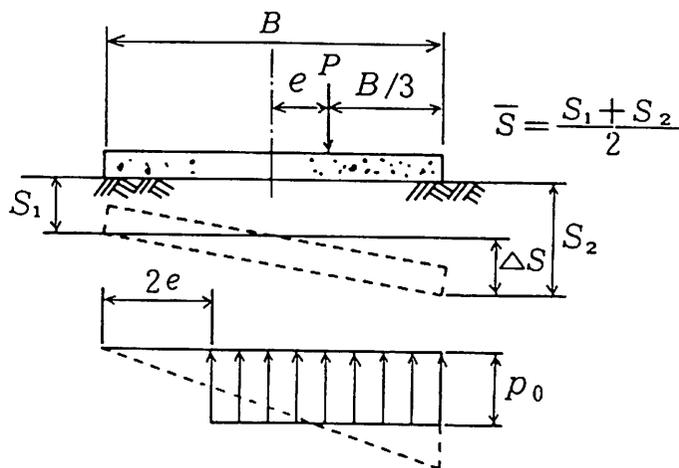


図2-4 偏心荷重載荷試験

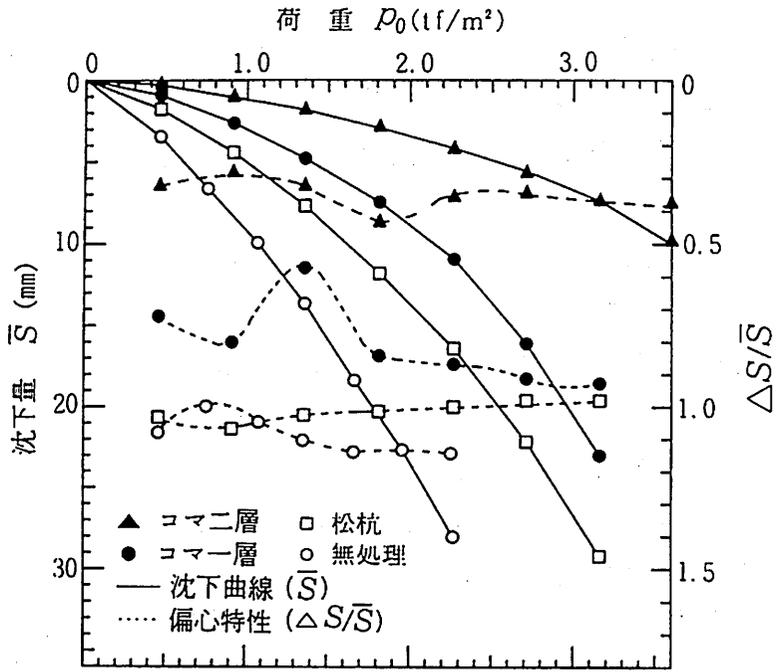


図 2-5 偏心荷重に対する沈下特性

3 現場長期載荷試験結果

(1) 試験地盤の概要

試験場所は急速載荷試験か所とは異なる千葉県内の後背湿地であり、分解の進んだ有機質土が厚く堆積する軟弱地盤である。現場で採取した深さ0.5~1.3mの乱さない試料について行った土質試験結果は表3-1に示すとおりである。

長期圧密現場の試料については標準圧密試験を実施しており、その主な圧密定数は、初期間隙比 $e_0 = 3.270$ 、圧縮指数 $C_c = 1.26$ 、圧密降伏応力 $p_c = 0.245 \text{ kgf/cm}^2$ である。

表3-1 室内試験結果

測定項目		試験結果
物理試験結果	w_n (%)	125.6
	w_L (%)	120.6
	w_P (%)	55.8
	I_P	64.8
	砂分 (%)	10
	シルト分 (%)	58
	粘土分 (%)	32
	G_s	2.579
湿潤密度 (t/m^3)		1.358
日本統一土質分類		OH
N 値		0
一軸圧縮	一軸圧縮強さ Q_u (kgf/cm^2)	0.115~0.09 (平均0.10)
	変形係数 E_{s_0} (kgf/cm^2)	3.0~2.8 (平均2.90)

(2) 長期圧密試験

コマ型基礎の沈下抑制効果を調べるため、図3-1に示す5種類の基礎について約2年にわたる長期圧密試験を実施した。荷重は、重さ0.25tfのコンクリート板を用い、それぞれの基礎面にコンクリート板を積み重ねる方法で載荷した。地盤支持力の制約から、圧密荷重として無処理には 2.25 tf/m^2 を、同様に砕石基礎には 2.5 tf/m^2 を、他の3つの基礎に

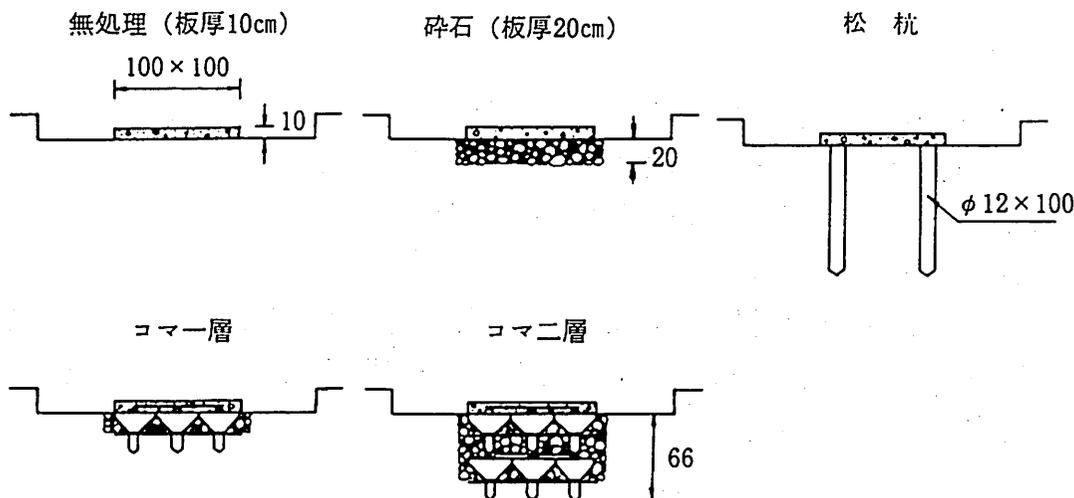


図 3-1 長期圧密試験を実施した基礎形式

は 2.75tf/m^2 を載荷した。載荷は1枚のコンクリート板を載せた後、5分間沈下量を測定し、次のコンクリート板を載荷するという、5分間隔で所定の荷重まで載荷した。沈下量については、最終荷重に達するまでの沈下は弾性的な即時沈下と見なし、それ以後に生じる沈下を圧密沈下として取り扱った。

この試験結果を図3-2に示す。縦軸の沈下量は最終荷重に達した後の圧密沈下量を示す。図中の矢印の位置は一次圧密終了点である。コマ型ブロックは、無処理よりも大きな圧密荷重であるにもかかわらず、長期の沈下が非常に小さくなることが分かる。一次圧密終了点の沈下量で比較すると、それを圧密荷重が同じ場合に換算すれば、無処理に対してコマ型ブロック一層で $1/3$ に、コマ型ブロック二層では $1/9$ に長期沈下が抑制される。図中に示した $C\alpha$ は二次圧密係数であり、コマ型基礎の場合には他のケースに比べて小さい値である。このことから長期の沈下についてもコマ型ブロックは大きい抑制効果のあることがわかる。

コマ型基礎は沈下抑制の面で著しい効果を発揮する基礎であることが分かる。いま、沈下量について無処理を基準にして比較すると表3-2のようになる。

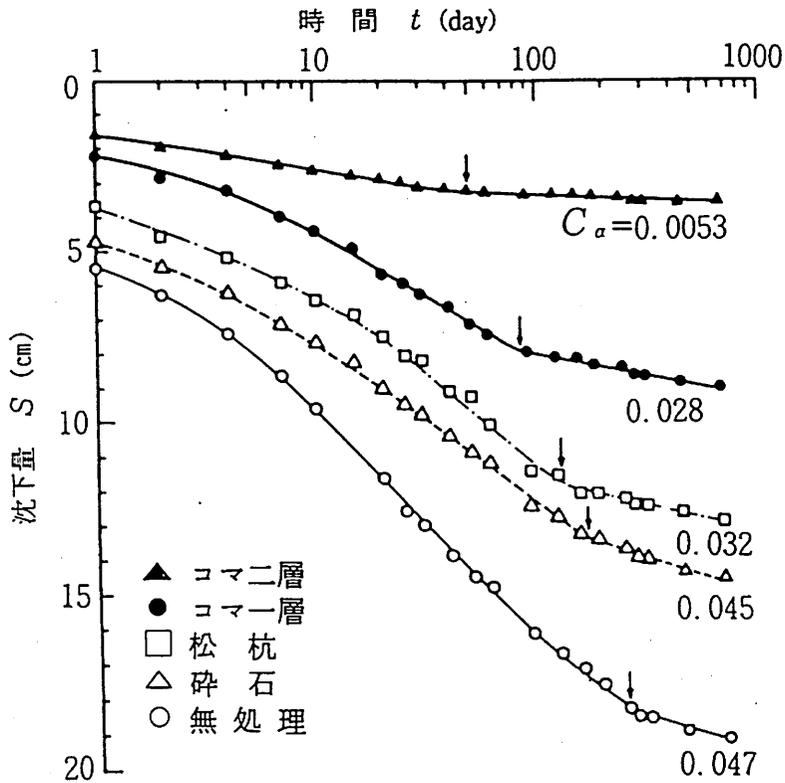


図3-2 長期圧密試験による沈下量(S)-時間(t)曲線

表3-2 無処理を基準にした各基礎の沈下量の比較

試験 基礎形式	載荷試験		長期圧密試験			
	弾性沈下量		弾性沈下量		圧密沈下量	
	沈下量	無処理との比較	沈下量	無処理との比較	一次圧密量	無処理との比較
無処理 (板厚10cm)	3.35cm	1	3.95cm	1	19.3cm	1
無処理 (板厚30cm)	2.75	0.82 (1/1.2)	—	—	—	—
碎石	2.75	0.82 (1/1.2)	4.11	1.04	9.66	0.50 (1/2.0)
松杭	2.25	0.67 (1/1.5)	2.31	0.58 (1/1.7)	9.56	0.50 (1/2.0)
コマ一層 (連結筋なし)	1.75	0.52 (1/1.9)	—	—	—	—
コマ一層	1.60	0.48 (1/2.1)	1.33	0.34 (1/3)	6.57	0.34 (1/2.9)
コマ二層	0.80	0.24 (1/4.2)	1.26	0.32 (1/3.1)	2.14	0.11 (1/9.1)

(載荷重 $P=2.75tf/m^2$ に対する値)

(3) 圧密後の強度分布と沈下抑制のメカニズム

上記(2)で説明した長期圧密試験を行った地盤について、圧密後の強度分布を調べた。それぞれの基礎をはずした後、基礎の中心線を通る横断方向に対称な5～13点で、深さ方向20cmピッチで深さ3mまで、オランダ式二重管コーン貫入試験によるコーン貫入抵抗を調べた。

コーン貫入試験結果から等強度線を描いたのが図3-3である。現地盤の初期のコーン支持力は2.5kgf/cm²程度であり、増加したコーン支持力が3kgf/cm²以上について等強度線を描いている。各基礎によって強度分布の様子がかなり異なる。これらの差異によって支持効果のメカニズムが推定できる。

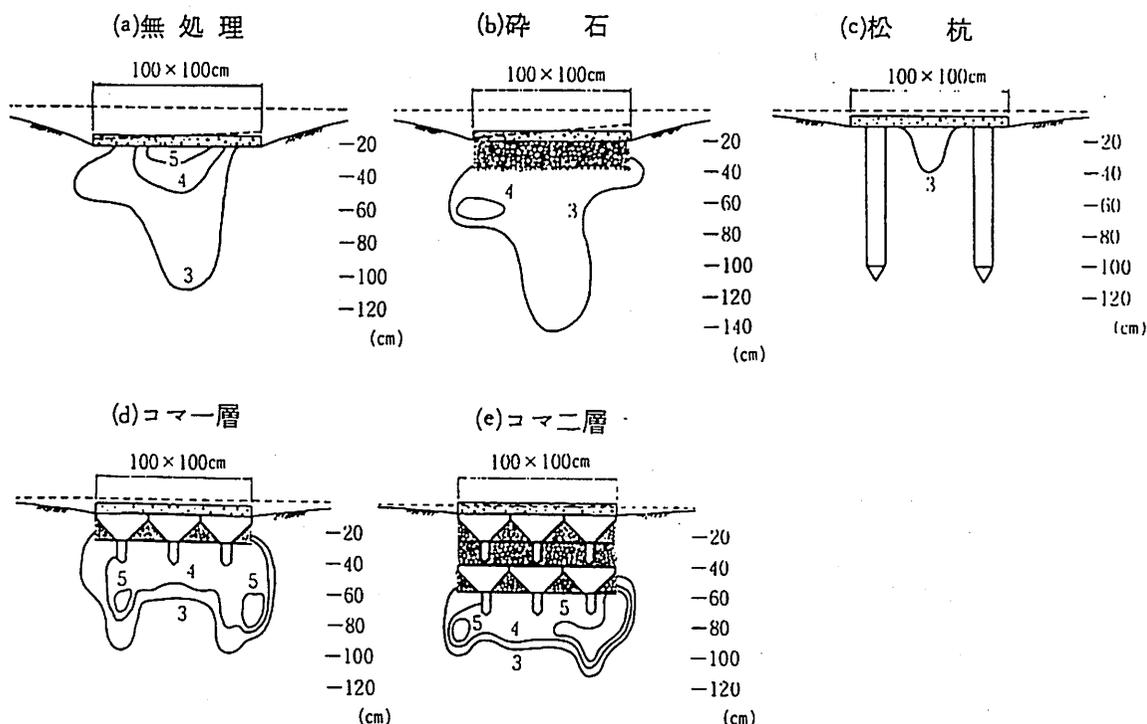


図3-3 長期圧密後の地盤の強度分布

図3-3(d)コマ型ブロック一層と図3-3(a)の無処理を対比して示したのが図3-4である。両者の載荷重の及ぼす影響範囲はほぼ同じであるにもかかわらず、沈下量は大きく異なっている。無処理では中心直下のみ強度増加が現れ、端部ではみられないことから、端部の土中では側

方流動が生じた結果をうかがわせており、そのために大きな沈下量となったことが推定される。コマ型ブロックは端部地盤が強度増加を示し、端部で土を拘束するような拘束効果が生じていることが推測され、その拘束が側方流動を防いでいると考えられる。すなわち、コマ型基礎はコマ型ブロックと間詰砕石の効果によって地盤の側方流動を抑制させ、それによって沈下抑制効果が発揮されているものと考えられる。

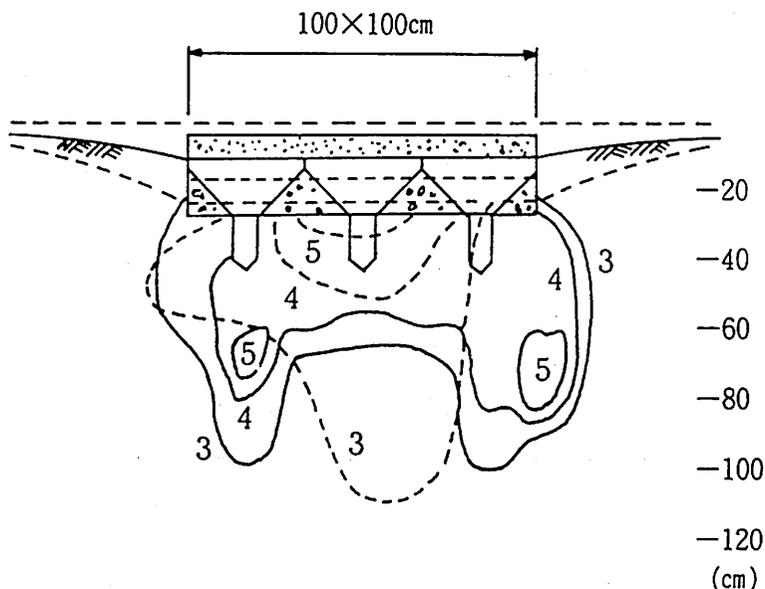


図3-4 無処理とコマ一層の強度分布の比較

《参考文献》

- 1) 山田, 安川, 斎藤 (1986): “軟弱地盤におけるコマ型コンクリートブロック基礎の現場載荷試験”, 第21回土質工学研究発表会講演集, pp.1281~1284.
- 2) 山田, 斎藤, 安川 (1987): “コマ型基礎の沈下抑制効果についての考察”, 第22回土質工学研究発表会講演集, pp.1833~1836.
- 3) 安川, 山田, 大西, 斎藤 (1987): “軟弱地盤におけるコマ型基礎の支持力特性”, 第32回土質工学シンポジウム-支持杭に頼らない基礎工法-発表論文集, pp.49~54.
- 4) Arai, K., Y. Ohnishi, H. Horita and I. Yasukawa (1987): “Measurement and Interpretation of Loading Test of Concrete Top Brock on Soft Ground”, The Proceeding of 2nd International Symposium on Field Measurement in Geomechanics, Vol. 2, pp.919~926.