

新訂 わかり易い建築講座

16

建築測量

第二版

彰国社

編集顧問

長尾 勝馬

山本 祐弘

編集委員長

奥山 清治郎

委員

相川 三郎

乾 亮三

今井 与藏

大西 道明

斎藤 暢

崎山 宗威

益尾 辰雄

(50音順)

まえがき

建築測量は、測量学の一部であり、建築物の計画・設計・施工に必要な測量の知識や測量方法を理解し、建築技術者として、実際の建築工事に能率よく活用できる技術を養うことを目的とするものである。測量学の知識だけでなく、正確な測量技術が要求されるところに、この科目の特徴がある。

近年、建築物は高層化が著しく、また新しい工法の開発も多く、建築物自体も巨大化してゆく中で、建築測量の正確な知識と技術は、計画・設計・施工の各方面にますます必要となっている。また新しい、より高度な機械も多く開発されている。

この時にあたって、建築測量を学ぼうとする諸君の教科書、参考書として、長く役立つことを念願するものである。

建築測量は大別して、建築物の計画や設計に必要な調査測量と施工のために必要な工事測量に分けられるが、いずれの場合にも各種器械器具と測量方法があり、測量の目的や現場の状況に適した器械と測量方法を選ばなければならない。少しの不注意によっても作業能率や精度に大きくかわるので、適切な判断によって、より正確で、能率的な作業を進めねばならない。そのために主要な器械器具の構造や性能、取り扱い、測量方法を十分に修得され、応用能力を養われるよう希望します（なお、本書は旧版「わかり易い建築講座(17)建築測量」をもとに改稿、加筆したものである）。

最後に本書の刊行にあたって御尽力戴いた、彰国社の田代勝彦氏に感謝の意を表します。

1975年1月

著者

第二版によせて

近年、機械工学が電子技術を応用し、高性能化・自動化した機械が作られるようになった。角度の読取り機構にも、高性能・自動化が応用された新しい測量器械が開発され、使用されている。角度の目盛りの読取に、パーニヤ読みのトランシットから、マイクロメーター読みの光学セオドライト、さらに液晶デジタル表示の電子セオドライトへと、角度測定 of 器械は著しく進歩している。

また、レーザ光を利用し望遠鏡を持たない新式の水準器が、建築現場で多く使用されている。測量学の基本については、大きな変りはないが、測量器械には著しい進歩が見られる。

本書を新訂版に改訂してからも、かなりの日時が経た。今回、全体を見直し旧くなった部分を削除し、最近の新しい器械について改稿、加筆して第二版とした。加筆にあたり写真を提供して頂いた(株)ソキアのご厚意に感謝の意を表します。

2000年10月

著者

目次

1 測量の概説	1
1.1 測量とは	1
1.2 測量の歴史	1
1.3 測量の分類	4
a. 区域の大小による分類	(4)
b. 測量の目的による分類	(4)
c. 使用する器具・器械による分類	(5)
d. 法律による分類	(5)
e. 測量の内容による分類	(5)
1.4 建築測量の内容	5
a. 調査測量	(5)
b. 工事測量	(6)
2 距離測量	7
2.1 測距器	8
a. 巻尺	(8)
b. チェン(測鎖)	(9)
c. 測量なわ	(9)
d. 竹尺	(9)
e. 測距のための補助器	(9)
2.2 巻尺の検定公差と補正	10
a. 巻尺の検定公差	(10)
b. 温度補正	(11)
c. 張力に対する補正	(12)
d. たるみに対する補正	(12)
e. 傾斜補正	(12)
2.3 巻尺の取扱い方	13
2.4 ポールの立て方と直線の見通し	13
a. ポールの立て方	(13)

b. 直線の見通し	.....(13)	3.5 高低測量	.....35
2.5 距離の測り方	.....13	a. 視板アリゲードによる方法	.....(36)
a. 平坦地での測り方	.....(14)	b. 望遠鏡アリゲードによる方法	.....(38)
b. 傾斜地での測り方	.....(15)	3.6 平板測量の誤差・精度・誤差の調整	.....39
2.6 誤差と精度	.....16	a. 誤差	.....(39)
a. 誤差	.....(16)	b. 精度	.....(39)
b. 誤差の種類	.....(17)	c. 誤差の調整	.....(39)
c. 精度	.....(17)	3.7 平板測量上の諸注意	.....41
2.7 巻尺による骨組測量と細部測量	.....19	4 角度の測量	.....42
a. 踏査	.....(20)	4.1 トランシットの構造と各部の名称	.....43
b. 骨組測量	.....(20)	a. 望遠鏡	.....(43)
c. 細部測量	.....(21)	b. 目盛盤	.....(43)
d. 野帳のつけ方	.....(23)	c. バーニヤ (遊標)	.....(46)
e. 距離測量上の諸方法	.....(26)	d. バーニヤの原理	.....(46)
3 平板測量	.....28	e. 角度のバーニヤ	.....(47)
3.1 平板測量器具	.....28	f. 鉛直軸	.....(48)
a. 図板	.....(28)	g. 固定ねじと微動ねじ	.....(50)
b. 三脚	.....(29)	h. 整準ねじ	.....(50)
c. アリゲード (指方規)	.....(29)	i. 移心装置	.....(50)
d. 求心器, 下げ振り (錘子)	.....(29)	4.2 トランシットのすえ付け	.....50
e. 磁針箱	.....(30)	a. 三脚のすえ方	.....(50)
f. 測量針	.....(30)	b. 求心	.....(51)
g. その他の必要な器具	.....(30)	c. 整準	.....(51)
3.2 図紙と図紙の張り付け	.....30	d. トランシットのすえ付けおよび取扱い上の注意	.....(52)
3.3 平板のすえ付け	.....31	4.3 トランシットの使用	.....52
a. 整準	.....(31)	a. 望遠鏡の正位と反位	.....(52)
b. 致心 (求心)	.....(31)	b. 上部運動と下部運動	.....(53)
c. 標定	.....(32)	c. 前視と後視	.....(53)
3.4 測量方法	.....32	d. 合焦と視差 (パララックス)	.....(53)
a. 放射法	.....(33)	e. 視準の仕方	.....(54)
b. 交会法	.....(33)	4.4 水平角の測り方	.....55
c. 前進法 (折測法)	.....(34)	a. 単測法	.....(55)

b. 倍角法	(55)	c. 一時的な基準面	(89)
c. 方位角とその測定	(57)	d. 水準点 (ベンチマーク)	(89)
4.5 鉛直角の測り方	58	5.2 水準測量の種類	89
4.6 トランシットの検査と調整	58	a. 直接水準測量	(89)
a. 上盤気泡管の調整	(59)	b. 間接水準測量	(89)
b. 十字線の調整	(59)	5.3 直接水準測量に使用する器械と器具	89
c. 支脚の調整	(61)	a. レベル	(89)
d. 望遠鏡気泡管の調整	(61)	b. 標尺 (スタッフ)	(92)
e. 鉛直目盛盤の調整	(63)	5.4 レベルのすえ付け	93
4.7 電子セオドライト	63	a. 管形気泡管によって整準する器械	(93)
4.8 トラバース測量	64	b. 円形気泡管によって整準する器械	(94)
a. トラバースの種類	(65)	5.5 水準測量の用語と視準の方法	94
b. 測線長の測定	(66)	a. 用語	(94)
c. 測角の方法	(66)	b. 視準距離	(96)
d. 測角の点検と誤差	(67)	c. 視準の方法	(96)
e. 測角の許容誤差と誤差の配分	(68)	d. レベルのすえ付けおよび取扱上の注意	(97)
4.9 トラバースの計算	69	5.6 レベルの検査と調整	97
a. 方位角の計算	(69)	a. ティルティングレベルの検査と調整	(97)
b. 方位の計算	(70)	b. 自動レベルの検査と調整	(98)
c. 緯距・経距の計算	(72)	5.7 高低測量	98
d. 閉合誤差と閉合比	(76)	a. 野帳の記入方法	(99)
e. トラバースの調整	(77)	b. 水準測量に生ずる誤差と精度	(101)
f. 経緯距による面積計算	(79)	5.8 縦断測量と横断測量	102
g. 座標の計算	(83)	a. 縦断測量	(102)
4.10 スタジア測量	85	b. 横断測量	(104)
a. スタジア公式	(85)	5.9 地形測量	105
b. 測量法	(87)	a. 測法	(105)
c. スタジア測量の精度	(87)	b. 等高線の測定	(105)
5 水準測量	88	6 建築敷地の調査測量	107
5.1 高さ (標高) と基準面	88	6.1 敷地の平面形状と面積	107
a. 国で定めた基準面と水準原点	(88)	a. 平面形状の測量	(107)
b. 地方ごとに独立して定めた基準面	(88)	b. 敷地の面積	(110)

6.2	敷地内外の地物の位置	110
6.3	敷地内外の高低	110
a.	水準基標（ベンチマーク）の設定	(110)
b.	敷地内の高低差	(111)
c.	敷地外の高低測量	(111)
6.4	埋設物その他の調査	112
7	建築工事のための測量（測設）	113
7.1	測設の標示	113
a.	やりかた（水盛やりかた）	(113)
b.	立てやりかた	(114)
c.	地ぐい	(114)
d.	地墨，立て墨，水墨	(115)
e.	付け定規	(115)
7.2	各種測設法	115
a.	直線上の点の測設	(115)
b.	2直線の交点の測設	(116)
c.	距離の測設	(116)
d.	トランシットによる水平角の測設	(117)
e.	巻尺による水平角の測設	(118)
f.	鉛直線の測設	(119)
g.	ある点の高さを他の点に移す測設	(119)
h.	等高点の測設（水盛り）	(120)
i.	勾配線の測設	(121)
7.3	測設図（施工図）	122
7.4	準備測設	122
a.	敷地検査	(122)
b.	水準基標（ベンチマーク）の設定	(122)
c.	主要線に対する控え（控標，控ぐい）	(123)
7.5	土工事の測設	124
a.	布掘り	(124)
b.	つば掘り	(124)
c.	総掘り	(124)

d.	山留め	(125)
7.6	基礎工事の測設	125
a.	くい打ち工事	(125)
b.	割栗地業捨てコンクリート	(126)
c.	基礎コンクリート工事	(127)
d.	基礎コンクリートの墨出し	(128)
7.7	主体工事の測設	128
a.	鉄筋コンクリート工事	(128)
b.	鉄骨工事	(129)
c.	組積工事	(129)
7.8	仕上げ工事の測設	130
a.	各階の墨出し	(130)
b.	仕上げ面の標示	(131)
c.	各種取付け工事	(132)
8	測量の計算および製図	133
8.1	三角法の公式	133
8.2	三角形の解法	134
a.	2辺とその間の角を測った場合	(134)
b.	2角とその間の辺を測った場合	(134)
c.	3辺を測った場合	(135)
8.3	各種図形の面積	136
8.4	面積の算定	136
a.	概算法による面積の算定	(137)
b.	プランニメータによる方法	(137)
c.	計算法	(138)
d.	図上法	(139)
8.5	体積の算定	140
a.	断面法による体積の計算	(140)
b.	点高法による体積の計算	(140)
c.	点高線法による体積の計算	(142)
8.6	製 図	142
a.	製図器具	(142)

b. トラバース測量の製図	(142)
c. 細部の製図	(143)
d. 地図仕上げ法	(143)
付 録	145
スタジア表	146
索 引	158

1 測量の概説

1.1 測量とは

測量とは、地表の諸点の相対的な位置を測定し、点の位置を決定する作業をいう。すなわち、距離、角、高低差を測定することである。測量に必要な測法や理論およびその応用を論ずる学問を測量学という。

建築計画は建築物の設計計画を行うために、敷地の形状、高低、方位、隣地道路等の関係、埋設物の調査などの測量を行う。これを調査測量という。また工事実施のために、建物の位置、寸法、高さ、仕上作業の基準線の標示などを行う。これを工事測量という。建築測量はこれらの調査測量と工事測量の二つからなる。

測量の作業を行う場所によって分類すれば、野外で行う測定作業（外業 Field Work）と、野外での測定結果に基づいて、屋内で図面の作成や、面積の算出などを行う作業（内業 Office Work）とに分けることができる。

1.2 測量の歴史

測量に関する技術は、古代文明発祥の地であるエジプトやバビロニアの耕地を区画することに始まったといわれている。特にエジプトのナイル河が毎年洪水のために、泥に埋められ、流域の耕地の境界線を引き直す必要から耕地の測量は古くから行われていた。エジプトからギリシアに伝えられた幾何学も、もとは耕地の測量による図形の研究から発達したものだといわれている。三角形の三辺の長さから面積を求める公式で有名なギリシアの科学者ヘロン（Heron）は、幾何学、力学、光学等とともに測地学にもその業績を残している。ローマ時代には土木技術の優れたローマ人が、現在用いられている平板のような器械を用いて測量を行い、首都ローマを中心に多くの道路を建設し、ローマを起点とする里程標を設けた。

中世になると、中国で発見された磁針は、アラビア人を通じヨーロッパに伝わり羅針盤が発明されて、航海に用いられるようになり、海図が出現した。17世紀には、スネリウス（Willebrord Snellius 1580~1626）が三角測量を行い、またフ

4 角度の測量

トランシットおよびセオドライトは主として、水平角・鉛直角を測定する器械である。また望遠鏡気泡管を利用して直接水準測量、スタジアヘヤーによるスタジア測量、磁針によるコンパス測量などにも利用できる。

トランシットとセオドライトは構造など基本的にはトランシットとほとんど同じである。ずっと以前は望遠鏡の倍率が大きく、水平軸の回りに一回転しないものをセオドライトと呼称していたが現在はどちらの器械も回転する。

近年、水平分度円の読取りが20秒読みのものをトランシット、目盛りを光学的に拡大して読み取るマイクロ装置と接眼鏡を使用し、20秒以下を読み取る器械を光学セオドライトと呼称している。

建築工事の現場においては、直角の設定や鉛直方向の墨出しなどにトランシットが使用されてきた。

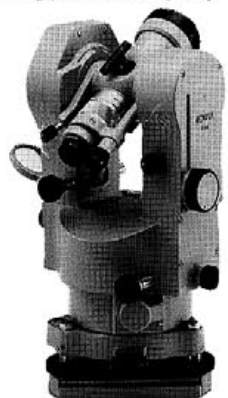


図4.2 光学セオドライト
(KKソキア TM1A)

測定した角度を電子的に測定し、角度の読取りは液晶の表示板上に水平角、鉛直角がデジタル表示(最小の読みは1秒~20秒)される器械が開発され、電子セオドライトと呼称されている。トランシットの目盛盤はバーニヤによって読み取るので、読み取り損なうこともあるが、デジタル表示の電子セオドライトはその心配がない。電子セオドライトに光波距離計を組み合わせたもので、鉛直角(天頂角)の測定と、側点に置いた反射プリズムまでの斜距離の測定から、三角関数によって演算し、2点間の水平距離、高低差を表示する機能を供えて、測定値を電

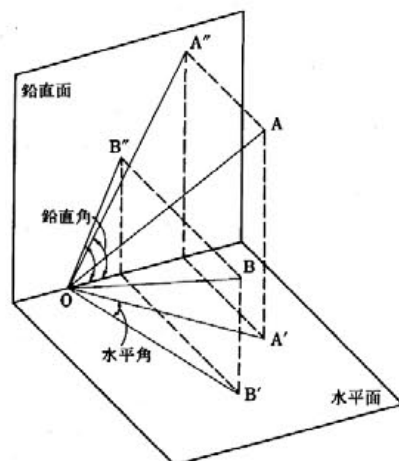


図4.1 水平角と鉛直角



図4.3(a) トータルステーション
(KKソキア SET 2010)

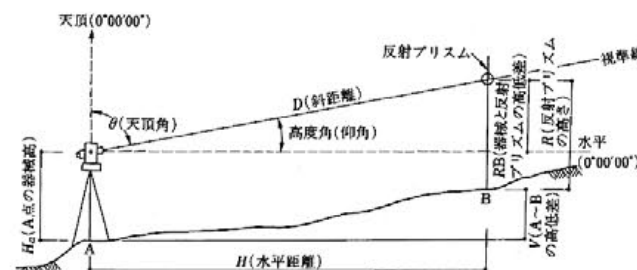


図4.3(b) 斜距離と鉛直角の測定から水平距離・高低差の演算トータルステーション

子手帳に測定値を写したり、コンピュータに接続することによって、図面の作成などで可能になっている。トータルステーションと呼称している。

4.1 トランシットの構造と各部の名称

トランシットの構造は図に示すように、大別して上部構造と下部構造に分けられ、上部構造は器械の主要部分であり、下部構造は三脚上で、上部構造を水平に支えている部分である。

通常トランシットは複軸型といって、鉛直軸は、内軸と外軸よりなり、望遠鏡は、いずれの軸

によっても左右に回転することができる構造となっている。

トランシットの主要部分の名称は、図4.4および図4.5に示すとおりである。

a. 望遠鏡

一般に正像の見えるものがほとんどであり、倒像のものは少ない。

合焦(ピントを合わせる)には、現在では望遠鏡の鏡筒内の凹レンズを動かす内焦式のものが多いが、対物レンズを出入れする、外焦式のものも少ない。

望遠鏡の倍率は、24~25倍から28~30倍程度のもが多く、鏡筒内には正確に目標をねらうため図4.6のような十字線(クロスヘヤー)が装置してある。また十字横線の上下等間隔の位置に張った線をスタジアヘヤーといって、スタジア測量の時、トランシットから目標までの距離を測るに用いられる。

b. 目盛盤 水平角を測定する水平分度盤と、鉛直角を測定する鉛直分度盤があり、それぞれ端数を正確に読み取るためにバーニヤ(遊標)が必ず装置されている。また従来の分度盤は銀盤分度盤といい、金属に目盛をけがいたものであったが、最近ではガラス分度盤といい、ガラス板に目盛をけがいたものが多

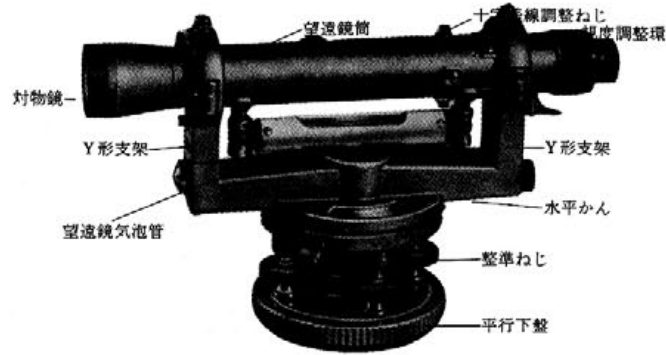


図 5.2 Yレベル



図 5.3 可逆レベル

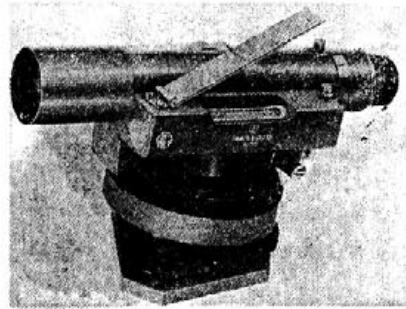


図 5.4 ダンピレベル

(1) ティルティングレベル Y, 可逆, ダンピーの各レベルは, 気泡管と整準ねじによって, 鉛直軸を正しく鉛直にして, 水平を視準し得るのであるが, ティルティングは鉛直軸の鉛直に関係なく, 望遠鏡を微動ねじで傾けて, 視準線を水平にする。整準は円形水準器の気泡を中央にし, プリズムを用いて管形気泡管の両端末の合致像で, 水平を確認する形式のレベルである。

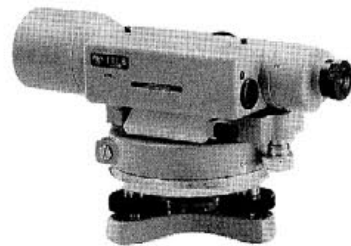


図 5.5 ティルティングレベル

管形気泡管の両端末の合致像を望遠鏡の視野内で見える形式のものと, 気泡視測接眼鏡で気泡を確認するものがある。観測には前者の方が便利である。

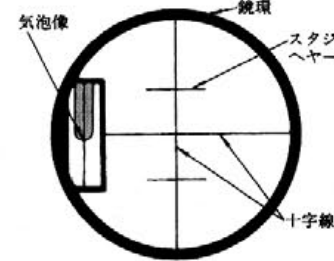


図 5.6 管形気泡管の合致像(望遠鏡視野内)

(2) 自動レベル(オートレベル) 第二次大戦後ドイツのツアイス, その後イタリアのフェロテクニカで発表され, 日本でも生産されるようになったもので, 他の気泡管によって水平にするレベルとは, その構造を異にし, 円形気泡管で大体水平にすれば, 望遠鏡内の自動補正装置が, 対物鏡から入射する光線を自動的に水平にするような機構となっている。

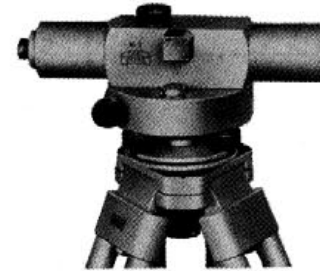


図 5.7 カールツァイス社の Ni₂

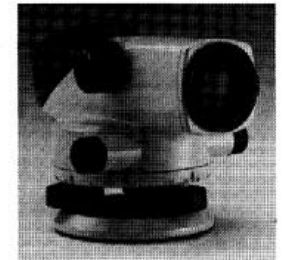


図 5.8 自動レベル(KK ソキアの B2; 自動レベル, 水平目盛盤が内蔵, 水平角も測定できる)

自動補正装置は, 望遠鏡内の吊り線で反射鏡またはプリズムを像が常に十字線上で結ぶような位置に吊りしている。

また, 吊り線で吊った反射鏡やプリズムが, ゆれて動くのを一瞬止める装置が内蔵されているが, これをダンパー(制動装置)という。

(3) レーザ光線を使用した水準器 レベルはいずれの器械もレンズやプリズムを組み合



図 5.9 (a) レーザ光線を使用した水準器 (KK ソキア レベルプレナー P3A) (b) 受光器 (KK ソキア LPR3A)

合わせて積んでいく。

立てやりかたは、大引きあるいは大引き二つの割材ぐらの角材に、あらかじめ目地割し、基礎工事に使用したやりかたなどから、その位置と高さを求めて鉛直に立て、動かないように十分控えのくいをとる。

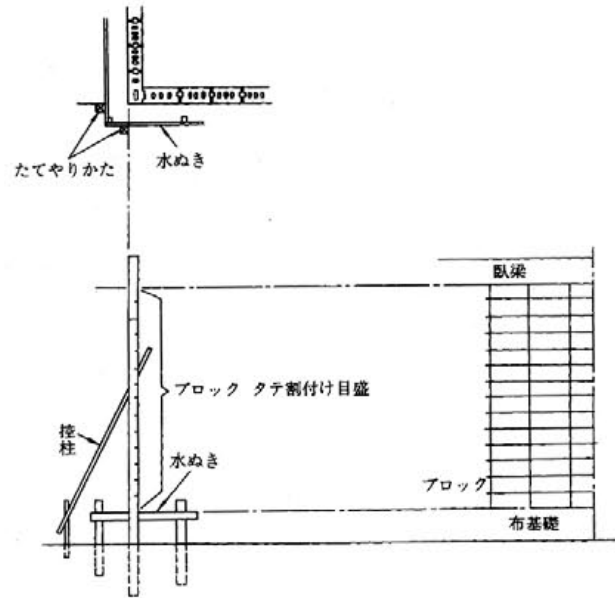


図 7.37 立てやりかた

7.8 仕上げ工事の測設

a. 各階の墨出し 先に測設した主体工事のための各種墨線は工事によってほとんど消えるので、主体工事の完成した部分から再び各階の墨出しを行って、仕上げ工事に必要な各種中心線、床高線を測設する。

これらの測設には、主体工事の墨出しと同様スラブの穴を利用したり、建物の外壁面などの開口部を利用する。または、あらかじめ型枠面に必要な墨線を記入しておき、これがコンクリート面に残った線を利用するなど、状況に応じて各種の方法がとられる。

なお、建築物は工事中にも沈下を生じるが、仕上げ工事の時期には大体最大沈下量に近づいていると考えられるから、改めて水準点から1階の床高を求めて、

工事に使用した床高と比較して沈下の量を知ることできる。もし沈下量が多い場合は床高を修正する必要がある。

b. 仕上げ面の標示 仕上げ面の位置は、通常相対する2本の直線また

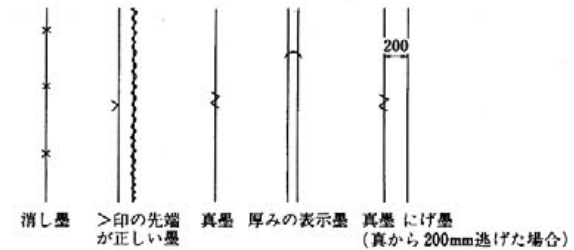


図 7.38 一般に使用される墨の表示記号

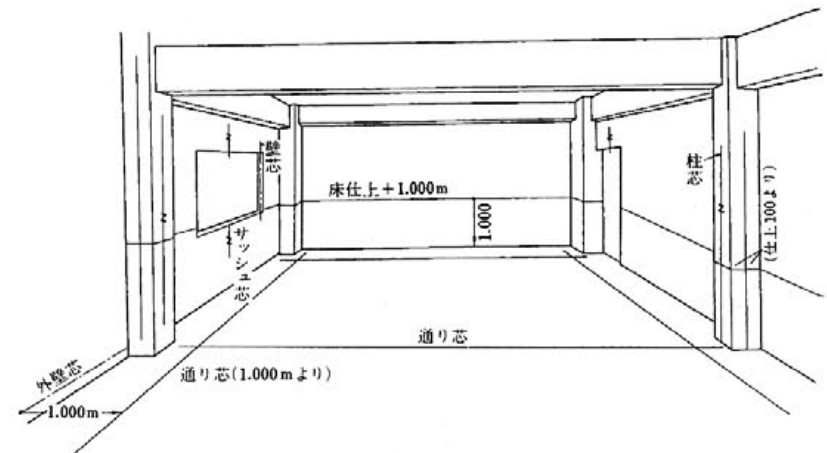


図 7.39 仕上げ面の標示