

土木施工管理技術講座

施工管理(下)

品質管理・安全管理

受験対策と現場知識の再整理のために

受験対策と現場知識の再整理のために

土木施工管理技術講座 4

施工管理（下）

品質管理・安全管理

施工技術研究グループ編

森北出版株式会社

F158/54 (日3-3/189-B)
施工管理(下) <质量管理,安全管理>

土木施工管理技術講座 4
施工管理(下)

© 施工技術研究グループ 1982

1982年 3月 10日 第1版第1刷発行

定価はカバー・ケース
に表示してあります。

検 印
省 略

編 者 施工技術研究グループ
発行者 森 北 肇
印刷者 田 中 春 吉

発行所 森北出版株式会社
東京都千代田区富士見1-4-11
電話 東京 (265) 8 5 4 1 (代表)
渋谷 東京 1-34757 郵便番号 102

日本書籍出版協会・自然科学書協会・工学書協会 会員

落丁・乱丁本はお取替いたします

印刷 壮光会/製本 正明社

3351-4134-8409

Printed in Japan

は　じ　め　に

土木技術は、わが国経済社会の発展に伴った、社会資本の整備・充実のための建設需要とあいまって、新技術・新機材の開発により、機械化が大きく進み、飛躍的な発展をみた。計画、設計技術面では、エレクトロニクスの開発によるコンピュータ技術の出現によって、複雑・高度な解析計算も可能となり更に大きく進歩した。また、施工技術の面でも、施工機械の開発が急速に進み、各種の工事に適応する機械が質的、量的に確保でき、新しい科学的管理手法が土木工事にも適応されるようになった。

また、土木工事は、労力と機械を駆使し、材料を使用して国土を改造する工事であるとされ、その工事内容は、気象、地形、地質などの自然条件と住宅・交通などの社会環境によって工事ごとに異なっていることに特徴がある。

このような土木工事において、その工事の推進に当たっては、過去の経験を踏まえながらも、これらは、常に、工事に関する実務的な知識と基本的な考え方を体系的に整理しておくことが必要である。

本講座は、単なる教科書のような総花的・網羅主義的なものは意図せず、実際に土木工事に携わる人々が、最も必要とする事柄を中心に、実務に役立つことを主眼として、現実に対面する様々な問題に対して、実際の解決がどのようにしてなされるかを、できうるだけ具体的に記述するように努めた。

本講座が、これから、土木工事に従事する方々には入門的・実用的な解説書となり、すでに土木工事に従事されている技術者にとっては、現場のハンドブックにもなるように意図し、編集を行った。

さらに、土木施工管理技士資格取得のため勉強する人たちには、土木技術・管理・法規に関する基本的・実務的な事項を詳細に解説してあるので、本講座を熟読することによって試験問題が自ら解けるように配慮した。

本講座が、多くの土木技術者に御活用をいただき、大方の御叱正を得て、さらに充実した内容になることを期待している。

最後に、本講座を編集するに当たり、多くの参考資料、文献を参考させてい

ただいたことを，この紙面をかりてお断りするとともに深く御礼申し上げます。また，全面的な御協力をいただいた各方面の方々に対し深甚なる謝意を表する次第である。

昭和57年1月

編 者

目 次

1 章 品 質 管 理

1.1	品質管理の概要	2
1.1.1	品質管理とは	2
1.1.2	品質と管理	3
1.2	品質管理の統計処理	5
1.2.1	ヒストグラムと正規分布曲線	5
1.2.2	正規分布曲線の性質	8
1.1.3	統計量の計算	11
1.3	品質規格	17
1.3.1	品質基準と検査基準	17
1.3.2	設計図書	18
1.3.3	土木工事施工管理基準	22
1.4	品質管理の方法	29
1.4.1	品質管理の方法	29
1.4.2	品質管理の手順	29
1.5	規格の管理	32
1.5.1	工程能力図による規格の管理	32
1.5.2	ヒストグラムによる規格の管理	34
1.6	工程の管理	41
1.6.1	管理図	41
1.6.2	管理図による工程の管理	62
1.6.3	原因の追求と処置	69
1.7	抜取検査	72
1.7.1	検査の概要	72
1.7.2	計量規準型 1 回抜取検査	79
1.7.3	抜取検査公式について解説	89

2章 安全管理

2.1	安全管理の概要	100
2.2	労働災害	101
2.2.1	労働災害の現況 101	
2.2.2	労働災害の指標 103	
2.3	労働災害の発生原因	105
2.4	安全衛生管理体制	109
2.4.1	安全管理組織 111	
2.4.2	安全衛生管理組織の職務 111	
2.5	安全衛生管理計画	114
2.5.1	安全衛生管理計画作成の要点 114	
2.5.2	安全衛生管理計画作成の事項 115	
2.5.3	安全衛生管理活動 123	
2.6	工事の安全対策	126
	市街地土木工事公衆災害防止対策要綱（抄） 128	
	土木工事安全施工技術指針（抜すい） 139	
	労働安全衛生規則の技術基準（抜すい） 171	
練習問題 180		
付録 1.	昭和56年度「土木施工管理技士」	
	試験問題 1, 2 級より「品質管理, 安全管理」.....	182
2.	受験の手引.....	188

第 1 章 品質管理

1.1 品質管理の概要

1.1.1 品質管理とは

原価を下げて、よい品質をつくることは、技術者に与えられた重要な使命である。

品質管理とは、発注者が要求する品質を満足する水準に保ち、また、向上しようとする受注者の意識的な努力を、すべて品質管理と呼ぶことができる。したがって、生産活動の場では、何らかの形で常に行われているものである。従来、土木工事の管理は経験を重視した進め方であったため、多くは経験的、主観的で、誰れもが同じ手順で同じように管理できるよう整理されていないで、主として多年の経験をもとにしたものであり、個人の技能であり、その中に秘められていたという問題があった。

しかし、今日では生産活動に品質管理が行われていないところは殆んどない。しかも多量生産の時代になると、作業条件が安定化し、標準化が進み科学的管理法が、事業のあらゆる段階に用いられるようになった。

日本工業規格 JIS Z 8101 によれば、「品質管理とは、買手の要求（規格）に合った品質の製品を経済的に作りだすためのすべての手段の体系をいい、近代的な品質管理は、統計的な手段を採用しているので、特に統計的品質管理とよぶことがある」と定義している。

この JIS の定義を土木工事にあてはめると、「品質管理とは、目的とする機能を得るために、設計、仕様の規格を満足する構造物を最も経済的に作るための、工事のすべての段階における管理体系」と説明できる。

したがって、広義には施工中の管理のみならず、調査、設計、施工、供用のすべての段階の内容を包含し、工事担当者全員の参加と協力のもとで、周到な計画、着実な実行があって初めて効果的なものとなる。

施工中の品質管理の内容は、品質維持のための日常管理、品質向上のための作業改善、品質保証のための工事検査の3つに大別できるが、本章では主とし

て統計的手法を利用した日常管理に必要な手法および抜取検査について述べる。

1.1.2 品質と管理

(1) 品質

品質管理を実施する上で重要なことは、品質に対する正しい認識である。品質とは、使用目的を果たすために具備すべき性質である。したがって、通常用いられている絶対的意味での最上のもを指すのではなく、実際上の用途と、もろもろの条件のバランスを考へて品質を定めるものである。例へばここに2本の鉛筆がある。1本はHB、他方は4Bである。どちらの品質がよいか。また、セブンスターとチェリーがある。どちらの品質がよいか。これらに答へるにはちょっと困る。なぜなら、鉛筆の例ではノートに書くにはHBがよいし、スケッチブックを片手に絵をかこうとすれば4Bのほうがよい。煙草の例では、ニコチン、タールの含有量についてそれぞれ一長一短はあるが、値段は同じである。

このような場合、どちらがよいかは一概にいへることなく、使いみち、好みによって違ふ。

したがって、品質という言葉は、条件、用途、好みなどによって違ってくるものである。発注者が示す品質規格は、用途、機能を考へた一つの条件であり、ある幅で示されるのが一般的である。この条件を満足するものが品質であり、これを下まわっても、また、これを越したのも品質とはいへない。

受注者は、この品質規格の幅の中で、品質標準に基づいて最も経済的な施工を考へればよく、これを真の品質というべきである。

(2) 管理

管理とは、マネジメント・アンド・コントロールである。したがって、経営という土台に立って調節をすることである。もう少し具体的にいうと、経済性を土台に、目標どおり仕事が行われているかどうか、常にチェックし、もし目標からはずれていれば目標に合うよう手を加える仕事である。

経済性ということを念頭におき、現場をコントロールすることである。したがって、品質管理の実際的な面から、その管理は次のようになる。

① 品質特性を決める。

- ② 品質標準を決める。
- ③ 技術標準，作業標準を決める。
- ④ 標準を教育訓練する。
- ⑤ 作業を実施する。
- ⑥ 標準どおり行われているかチェックする。
- ⑦ もし，そうでなければ修正処置をとる。
- ⑧ 修正処置が正しかったかチェックする。

以上の各項のうち ①，②，③，④ について説明しよう。

i) 品質特性：最終品質に影響を及ぼすと考えられるもののうち，できるだけ工程の初期で測定でき，すぐ結果が得られるものが望ましい。

ii) 品質標準：現在の施工技術で，実現可能な経済性を考慮した標準であって，将来あるいは一定時期に到達したい目標ではない。品質標準は実現できる品質の平均と幅で示す。

iii) 技術標準，作業標準：品質標準のものが実際に実現できるための技術標準，作業標準をきめる。管理しやすいようできるだけ具体的にきめることが望ましい。

iv) 教育訓練：決めた標準を守って作業を行ってこそ品質の維持ができる。そのためには標準についての徹底した教育啓蒙が必要である。

1.2 品質管理の統計処理

1.2.1 ヒストグラムと正規分布曲線

統計のねらいは、規則性の発見にある。そしてもし、その規則性が目標としたものでなければ、何らかの手を加える必要が生ずる。そのために統計が利用される。

この規則性の発見にはヒストグラムを作るのがよい。

具体的な例で説明しよう。

比較的精度の高い型わくで、一つのプラントで管理され、製造されたコンクリートで、一定の手順で側溝のふたつを作ったとする。順調に製造された中から無作為に 100 枚を取り出して厚さを測ったところ、表 1.1 のような結果となった。

これを、厚さを 10 区分程度に等分して、横軸にとり、その区分の中に入る厚さのものの数を縦軸にとってグラフをかく。

まず、その前に、測定は 0.1 cm の単位で測っていることと、0.1 cm ごとに区分するとほぼ 10 区分になることを考えて、14.45 cm から 0.1 cm ごとに

表 1.1 測定値表

No.	測定値 (cm)									
1~10	15.0	15.3	15.1	15.4	15.0	15.1	15.0	15.0	14.9	14.8
11~20	14.9	15.0	14.7	14.8	15.0	14.6	14.9	15.1	15.0	15.2
21~30	14.9	14.8	14.8	15.4	15.2	14.9	14.6	14.6	14.9	15.2
31~40	14.8	15.0	15.0	15.0	15.2	15.1	15.1	14.7	15.1	14.8
41~50	14.7	15.0	15.2	15.2	14.7	15.1	15.0	14.5	15.1	14.9
51~60	15.4	15.2	15.2	14.9	15.0	15.2	14.8	15.2	14.9	14.9
61~70	15.1	15.2	15.2	15.1	15.1	15.0	14.9	15.1	15.4	14.7
71~80	14.7	14.8	15.0	14.9	15.0	15.3	15.0	15.4	15.6	15.1
81~90	15.0	14.9	14.8	14.9	15.4	15.2	15.2	14.9	15.1	15.0
91~100	15.0	15.4	15.2	14.9	15.0	15.3	14.8	15.0	15.1	14.8

分区する。

測定値をズバリに区分すると、どちらに入れてよいかわからなくなる。測定値の中間、ここでは 0.05 cm の位置を境界とする。そして表 1.2 のような度数分布表を作る。一般に度数を勘定するときは「正」の字を使って数えるが、統計では「~~///~~」チェックマークを多く使う。

次に、これを図 1.1 のようなグラフにする。この図を「ヒストグラム」と呼

表 1.2 度数分布表

クラス (x_i)	代表値	チェックマーク数	個数 f_i
14.45~14.55	14.5	/	1
14.55~14.65	14.6	///	3
14.65~14.75	14.7	/// /	6
14.75~14.85	14.8	/// /// /	11
14.85~14.95	14.9	/// /// /// /	16
14.95~15.05	15.0	/// /// /// /// //	22
15.05~15.15	15.1	/// /// ///	15
15.15~15.25	15.2	/// /// /// /	16
15.25~15.35	15.3	//	2
15.35~15.45	15.4	/// //	7
15.45~15.55	15.5		0
15.55~15.65	15.6	/	1

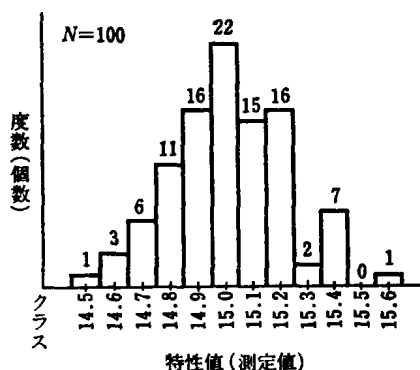


図 1.1 ヒストグラム

ぶ。ヒストグラムは横に長い偏平なものは見にくいから縦横比が 1:1 か 1:0.6 程度になるようにかく。

図 1.1 によると、15.0 が圧倒的に多く、その前後がこれに次いで多く、多少の凸凹はあるが、これより離れたところでは急激に少なくなる傾向にある。

したがって、この図から「14.0 や 16.0 などはありません」ということと「全体の平均の厚さは 15.0 程度になるだろう」ということがわかる。

次に、図 1.1 では、100 枚を測定したときのヒストグラムであるが、この測定数を増していったらどうなるであろうか。同じように製造をつづけ、測定数が非常に多くなるとどうなるだろうか。図 1.2 のような山形となる。

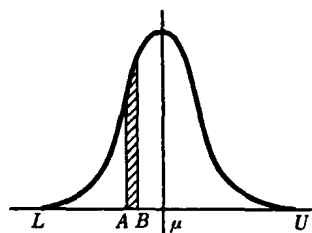


図 1.2 正規分布曲線

個数が無限に近く、測定を精密にして区分を無限に多くしていくとともに、個数でとった縦軸を相対個数（全体に対する比率）に変える。いいかえれば、測定値がある幅 AB の中に出てくる確率が山形の全面積に対する AB 間のハッチした面積の比率で表されると思えばよい。この山形は正規分布曲線といい、一定の方程式で表される。

方程式は

$$f(x) = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (1.1)$$

$$\pi = 3.1416 \quad e = \text{自然対数の底で } 2.7183$$

である。

測定した値は常に L と U の間に入るはずであり、 μ の付近が最も多くでるはずである（なお、本当はこの山形のすそは μ から無限に遠い所で水平軸と合致するのであるが、実用的には問題がないので、水平軸と非常に接近した一定の

位置で合致したと考える)。これは、一定の材料、一定の機械、一定の手順で作業がなされているから成り立っているのも、もし、故障があったり、手順が変ったり、あるいは、材料の性質が変わったりすると L と U の間に入らなかったり、 μ と離れたところに偏って出てきたりする。品質管理では、この性質を利用している。

1.2.2 正規分布曲線の性質

(1) 正規分布の面積

正規分布曲線は平均値の μ （ミュー）と標準偏差 σ （シグマ）が決まると、形と位置が決まる。 σ はバラツキをはかる物差しと思っていただければよい。 μ から L 、 U までの距離は σ の3倍程度である。いま全体の面積を1（100%）とした場合、 U あるいは L から外の面積は微少であるから、この山形は $L \sim U$ として扱う。

- ① $\mu \pm \sigma$ の間の面積は全体の 0.68（68%）である。
- ② $\mu \pm 2\sigma$ の間の面積は全体の 0.95（95%）である。
- ③ $\mu \pm 3\sigma$ の間の面積は全体の 0.997（99.7%）である。

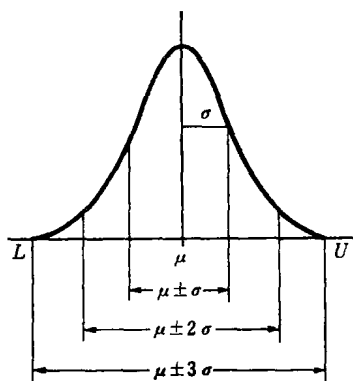


図 1.3 正規分布の性質

(2) 正規分布の K_p

前項とは逆に、外側の面積の全体に対する比が p の点を K_p で表し、 μ か

らその点までの離れを σ で割った値を K_p とすれば,

$K_{0.5}$ (50%) は 0.0 (μ の位置)

$K_{0.1}$ は 1.28 (μ から 1.28 σ 離れる)

$K_{0.05}$ は 1.64

また, $K_{0.1587}$ は 1.00 である.

これらは, μ や σ に関係なく一定である. この関係を表 1.3 に示す.

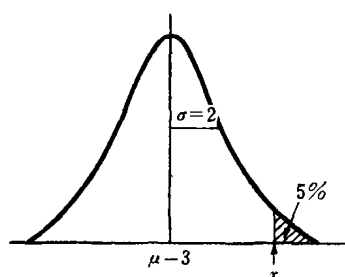


図 1.4 P と K_p との関係

表 1.3

p	K_p
0.01	2.33
0.02	2.05
0.03	1.88
0.04	1.75
0.05	1.64
0.10	1.28
0.15	1.04
0.20	0.84
0.30	0.52
0.40	0.25
0.50	0.00

いま, $\mu=3$, $\sigma=2$ ハッチした面積 5% とすると x の点の位置は,

$$p=0.05 \rightarrow K_p=1.64$$

$$x = \mu + K_p \sigma$$

$$= 3 + 1.64 \times 2$$

$$= 6.28$$

が求められる (図 1.4).

(3) 規準正規分布

正規分布曲線は μ と σ で決まる. そこで $\mu=0$, $\sigma=1$ である正規分布を規準正規分布という.

$$f(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-u^2/2} \quad (1.2)$$

この式を用いれば, 規準正規分布を手がかりに一般の正規分布関数を求められる. 例えば, 図 1.5 は縦軸の値を計算したもので, これを利用すればヒスト

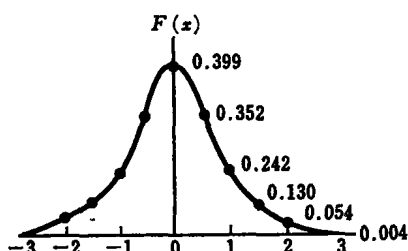


図 1.5 標準正規分布

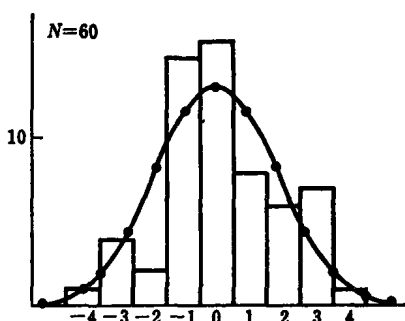


図 1.6 正規分布曲線のあてはめ

グラムに正規分布曲線をあてはめることができる。

ヒストグラムに正規分布曲線をあてはめるには次のようにする。

データ数 N ，クラス幅（ヒストグラムの1本の柱の幅） C とすれば

$$H = NC f(u)$$

$$f(u) = \frac{\phi(x)}{\sigma}$$

(4) 中心極限定理

平均値 μ ，標準偏差 σ の分布の母集団から，サンプリングし，標本の大きさ n の群に分けそれぞれ平均を求める。この操作を継続してみると平均値 $\bar{x}$ （エックスバー）の分布は，統計的に次のような法則性に従うことが説明されてい

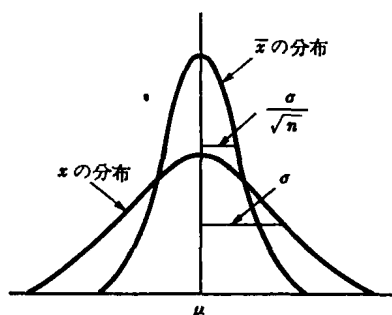


図 1.7 中心極限定理