

共通部門一指定課題

第19回建設省技術研究発表会

品質管理の実際的手段と方法

⑧

//2

⑧

昭和40年11月

建設省土木研究所

品質管理の実際的手段と方法

はじめに

昨年度に引続くテーマであるが、昨年度は導入或いは個々の使用例が多かったため、本年は品質管理の内容を工程解析、狭義の品質管理、品質保証の三部に分ち、特に最後の品質保証の部分を単にある時点における保証に止めず、拡張した信頼性保証という立場から展望することが望ましいと考えられる。

従つてこの三部分に分けた議論に入る前に、これらを総括した信頼性の問題を取扱い、ついでその一部分としての工程解析、品質管理、信頼性管理について論ずることとしたい。

信頼性の問題

a 信頼性 (reliability)

我々が作る製品はすべて所定の信頼度を持つことが要求される。これは橋梁、ダム、堤防などといった構造物に限らず、調査、設計、計画なども含めたすべての作業について、必らず何等かの規格、規程、作業手順に基づいて実行され、手順に対する忠実度がいわゆる検査によつて、保全等の手順に対する忠実度ならびに設計計画上の仮定、方法或いは手順そのものの当否が稼行後の調査によつてはかれることになる。

ここにいう信頼度とは「所定の条件のもとで所定の期間、必要を役割りを果たす確率」のことであつて厳密には「ある時間的空間時条件のもとでシステムが故障なしに要求された機能を果たす確率」とも表現されるものである。

この信頼性を確保するためには

- | | |
|---------------|-------------|
| 1. 設計段階の信頼性確保 | いわゆる安全率の問題 |
| 2. 製造段階の信頼性確保 | 品質管理の問題 |
| 3. 稼行段階の信頼性確保 | 取替修理等の保全の問題 |

の3段階についての信頼性の確保が重要であつて、いわゆる(抜取)検査のみによつて、示様書に示された能力を持つ製品と判断することは、ある特定の時点における不良の度合いに着目したに過ぎないため、完全な信頼性確保には不十分であると考えられる。

このことは JIS 規格に合格しているかどうかを、購入時に調べるだけでは不十分であつて、工程について充分な管理を行なわれていると見做された JIS 工場の製品であるということと、その品物が抜取検査に合格したものであることの2つが、共に満足されることが必要であるのとよく似ている。

従つて完全な信頼性確保には完成時点の検査だけでなく、設計、製造、稼行の全期間を通じた不良の度合いに着目した管理によらなければならない。

b 請負工事における信頼性保証

請負工事の場合も、当方の責任である設計の段階は勿論のこと、製品完成

時の不良の要合の保証のほか、安定した工程から生産されたものであるという保証、つまり品質管理の実行を確認することが必要であつて、このため管理図そのものの信頼性検査のため、抜打ち立合い検査を行ない、最後の抜取検査の段階でこれら信頼し得る品質管理によつてもたらされた工程能力に関する情報を利用して、抜取検査の精密度を高めるべきであると考えられる。

こうした品質管理の実行は発注者にとつて有利であるばかりでなく、受注者側にとつても経済的に有利である筈で（QCとは規格を満足する製品を最も経済的に生産する手段を与えるものである）、そのため監督者が、QCの手法を研究し、受注者側と共同で（労務作業部分は請負側、抜打ち検査及び工程安全のための勧告は監督側）行なつたQCの成果を、他工程で利用し得る様にまとめて発表することは極めて意義深いものと考えられる。

c 信頼性の確保

信頼性確保の上から設計、計画の段階に対する河川砂防技術基準、道路技術基準、海岸技術基準、土木試験基準、土木調査指針等の整備はもとより、所定の期間ごとの改正、製造の段階における施工技术基準、検査技術基準等の整備、品質管理方法等の請負側も含めた普及ならびに研究、稼行の段階における保全技術の研究、完成後の状況に関する調査の実施などが極めて重要であると考えられる。

I 工程解析

この段階については、品質特性の探究、管理要因との関連性、簡単な管理試験方法の3項目が問題になる。

a 品質特性

これは一般に製造の契約が行なわれる段階では決定していないということはあるが、直営工事によつて少しでも良いものを作ろうとした時代には製造者の技術的良心に依存してはつきり決められないまま製造に着手することも間々あり、現在の建設事業分野における品質特性についてもなるべく良いものという表現が尙相当数見受けられる。

品質管理によつて予定された範囲の品質の製品を最も経済的に造り出そうとするに当つては、先づ何をもつて品質が「良い」とするかという品質特性をしかもできるだけ量的に規定した規格が絶対に必要である。

またこの規格に対しては、あくまでもこれを守る能力が必要で、このためには、実際使用上差しかえないものは規格をゆめ、単に人に見せるための規格でなく、互いを守るための規格に改めると共に、規格外れのものに対してはあくまでも納入を妨む強い態度が必要で、これなくしてはQCが規格を満足するものを「最も経済的に」作る方法を与えるものでなくなるおそれがある。

現在建設事業関係においてQCが引き合うものでなくQCをやるだけ損

になつてゐるとすれば、それは最終の受け渡し検査の段階で適当に納入を認められることが監督側、納入側の暗黙の了解となつてゐるからで、若し厳密に仕様書或いは規格を守つてピンピンと納入を妨むことになれば、その様な事態を引きおこさないですむためのQCの励行は引き合うことになる筈である。ところが技術者としてはその程度のマイナスは当然予想され、しかも何年もその状態で使用して別段差しつかえなかつたとすると、むしろ根本的な問題は仕様書或いは規格の側にある事になる、

つまり人に見せるための、この位はあると云わなければ恥しいといつたようなキレイごとでつくられた仕様書なり規格があるとすれば、技術者としては実際上の製造能力及び実際使用上の見地から見て真の経済的設計施工と仕様書の間で苦悩せざるを得ないことになる。

設計者は経済的見地から見た各品質特性の限界を明確に指定し、契約当事者はこの設計者の要求をある確率で満足させるための生産者危険(α)、消費者危険(β)、不良率指定のときは P_0 、 P_1 平均値指定のときは m_0 、 m_1 をはつきり規定する必要がある。

b 特定要因の関連性

一步下つて既にこのような規格が既に与えられてゐると仮定してもこの規格を満足するものが作り得るかどうかを工程の初期にチェックする様な管理点を求めることが更に必要であつて、このために従来魚骨式の特性要因図や効果の大きい問題点を発見するためのパレート図等が用いられてゐた。

しかし最終特性との関連を明らかにするためには因果関係を矢線で、単なる関連性を細実線で、(高度に関連のあつたものは二重線、関連のなかつたものは破線)示しこの線に相関係数を付記した特性関連図(仮称)や、工程に出現する順序に太線で結んだ各作業に、何回でも因果関係を持つごとくにその因子を矢線で示した特性要因一覽図なども良い参考とならう。

関連性の有無を簡単に調べるには符号による相関係数の検定(文献1、158頁 166頁)が有効であらう。

すなわち散布図の点を上下に2等分するメジアン線と左右に2等分するメジアン線を引き第1象限内の点の数を n_1 、以下 n_2 、 n_3 、 n_4 、をとり

$$n_{\oplus} = n_1 + n_3$$

$$n_{\ominus} = n_2 + n_4$$

としたとき下表より r を求めることができる。

ただし……より左下は危険率5%、——より左下は危険率1%で相関係数が0でないと認められる。

この相関係数の表にない組合せに対しては

$$r = \sin \left\{ \left(\frac{n_{\oplus}}{n_{\oplus} + n_{\ominus}} - \frac{1}{2} \right) \pi \right\}$$

として求めることができる。

n	n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	25
6	100	.90	.71	.51	.31	.12																	
7	100	.93	.77	.59	.42	.25	.12																
8	100	.94	.81	.66	.50	.34	.22																
9	100	.95	.84	.71	.55	.42	.30																
10	100	.96	.87	.75	.60	.49	.37																
11	100	.97	.89	.79	.65	.55	.44	.34															
12	100	.97	.91	.82	.69	.59	.49	.40															
13	100	.97	.92	.84	.73	.63	.53	.45	.39														
14	100	.98	.93	.86	.77	.66	.56	.50	.41	.33													
15	100	.98	.94	.87	.79	.67	.61	.54	.45	.37													
16		.98	.95	.88	.81	.72	.63	.57	.49	.41	.36												
17		.98	.95	.89	.83	.75	.66	.60	.52	.45	.40	.33											
18		.98	.95	.90	.84	.77	.71	.63	.55	.49	.43	.37											
19		.98	.96	.91	.85	.79	.73	.66	.58	.53	.46	.40	.32										
20		.98	.96	.92	.86	.81	.74	.68	.61	.56	.49	.43	.36	.32									
21			.96	.92	.87	.82	.75	.71	.64	.58	.52	.46	.40	.35									
22			.96	.93	.88	.83	.77	.72	.66	.60	.55	.49	.44	.38	.33								
23			.96	.93	.89	.84	.80	.74	.68	.62	.57	.51	.47	.41	.36	.32							
24				.94	.89	.86	.81	.76	.70	.64	.59	.53	.50	.44	.39	.35							
25				.94	.90	.86	.82	.77	.72	.66	.61	.55	.52	.47	.42	.38	.36						
26				.94	.91	.87	.83	.78	.74	.68	.63	.57	.54	.50	.45	.41	.37						
27				.95	.91	.87	.83	.79	.75	.70	.65	.59	.56	.52	.47	.43	.39						
28				.95	.92	.88	.84	.80	.76	.72	.67	.61	.58	.54	.49	.45	.41						
29				.96	.92	.89	.84	.81	.77	.73	.69	.63	.60	.56	.51	.47	.43						
30					.93	.89	.85	.82	.78	.74	.70	.65	.61	.57	.53	.49	.45	.43					
31														.59	.56	.51	.48	.43	.39				
32														.61	.57	.53	.51	.48	.43	.37	.34	.16	
34															.61	.56	.53	.51	.48	.43	.37		
36															.63	.58	.56	.53	.51	.47	.43	.28	
38																.58	.56	.53	.50	.48	.31		
40																.61	.58	.56	.53	.51	.33		
45																	.61	.58	.56	.45			
50																		.66	.63	.61	.47		

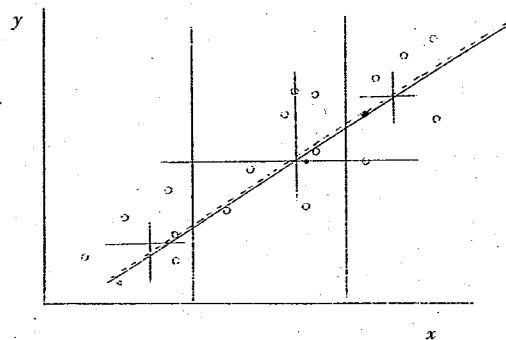
また因果関係がある場合に回帰直線を求めるには x によつて大きさの
ほぼ等しい3つの組に分け、 x の小さい組の平均 $\bar{x}_1$ $\bar{y}_1$ 及び x の大きい
組についての平均 $\bar{x}_3$ $\bar{y}_3$ により

$$y = \bar{y} + b(x - \bar{x})$$

$$b = \frac{\bar{y}_3 - \bar{y}_1}{\bar{x}_3 - \bar{x}_1}$$

とし $(\bar{x}_1, \bar{y}_1)$ $(\bar{x}_3, \bar{y}_3)$ を通る直線を回帰直線とする。(文献2)。

尚全体での中央点(上下及左右メジアン線の交点)を $\tilde{x}, \tilde{y}$ とし x_i グ
ループの中央点を $\bar{x}_1, \bar{y}_1, \bar{x}_3$ グループの中央点を $\bar{x}_3, \bar{y}_3$ とすれば、
 $(\bar{x}_1, \bar{y}_1)$ と $(\bar{x}_3, \bar{y}_3)$ を結ぶ線に平行に $\tilde{x}, \tilde{y}$ に $1/2$ だけ近い線を引いて
これを回帰線とする方法も有効であろう(文献3)。



c 計測手段

工程の初期に簡単に結果の得られる有意な関連性を持つた管理要因を選
定することができれば、次はこの管理要因の簡単な計測手段の関与が重要
となる。

たとえば土の締め固めに対し、十分に締め固めよからタイヤにより何回
以上締め固めよと多少具体的になり、更にこの結果を土の現場密度やブル
ーフローリングなどで表現しようと考え、さらにこの計測方法を簡単化す
る方向に進まなければならないと考えられる。

II 品質管理

a データ解析方法

現場で行なうデータ解析の方法としては範囲による方法、符号による方法など、できるだけ効率の良い方法が望ましい。

また管理図やデータシート等の様式は、できるだけ各現場共通した余り面倒でない様式のもので望ましい。

後で異常原因追求を行なうためには関連があるかどうかよく分らぬ因子に関する情報も、野帳にとどめておくことが望ましく、そのためにも特性要因の関連性に関する調査は出来るだけ励行すると同時に、これらの情報の交換を行つておくといふ。

b 異常原因追求手法

一元配置、二元配置による分散分析も範囲を用いて簡単に行なうことが可能であるし多くの因子の関連性に関しては電子計算用プログラムも数多く供給されている。

c 現場実験

直交配列実験や山登り法による実験も有効であろう。

d 異常原因の処置

異常原因の中には原因が掴めても、除去行動に出ることが経済的でない原因を含めないことになっており、経済限界をどのようにして決めるかという考察及び実例が重要なものとなる。

II 信頼性管理

a 信頼性保証

従来竣工検査が単なる行事として扱われたり、あまり本質的でない特性について無意味な全数検査が行なわれたりした例が多く見受けられた。

また抜取検査による場合も生産者危険、消費者危険や不良率保証の場合の合格させたいロット不良率の上限 P_0 、不合格としたいロット不良率の下限 P_1 、平均値保証の場合の合格させたいロットの平均値の限界 m 、及び不合格としたいロットの平均値の限界 m_1 を与えていないものが多い。ために、信頼性保証のための抜取検査になつていないものが多い。

またこの抜取個数の決定に過去のQCの結果が生かされていることも少ないと考えられる。

b 信頼性に関する調査

安全率をどの様に決め、品質保証をどの様に行ない、保全をこの程度行なつた結果がどの様に現れたかについては、これらの諸因子が複雑に作用しているため、各因子の影響分として説明することは容易でない。しかし過去の実情を詳細に調査したデータがあれば、ある程度の説明は可能であると考えられる。

c 信頼性設計

これらの信頼性に関する情報に基づき、次の設計、計画の段階には更により高度な、より経済的な結果が得られることになるが、これらの実施例によつて技能の技術化の様相が明らかとなることが期待される。

おわりに

品質は検査によつて作られるものでなく品質管理によつて工程でつくりこまれるものであることは良く云われることであるが、直営工事が少くなつてくると請負者の行つた品質管理をチェックする意味においても途中及び竣工時の抜取検査の比重が相対的に増して来ることになる。

まだQCとはとにかく満足なものを最も経済的に作る方法を与えてくれる筈であるにかかわらず、検査が所定の方法で行なわれないとごまかし得になつてQCをやるだけ損という珍現象を生じ、検査を所定の規格に合せてやると規格が技術的に意味のある(過度に高程度のものを要求しすぎて不経済な設計になることのない)ものである必要が当然のことながら要求されることになる。

つまりQCとは引き合うものであることを請負者に納得させてQCを実行しなければなかなか実効が上るものではないが、そのためには不合格の場合はつりした処置をとることが必要であり、その規格に応じた設計金額である必要から、当然規格、仕様書の再検討が必要となつて来る。

次にQCは単なる行事や経済的製造方法に関係しているだけでなく、信頼性保証活動の一環であることも銘記する必要がある。

この様な意味を持つQCを広く全工種に於て実行して行くためには

異常原因追求のための因果関係の予想、データ解析方法

最適条件追求のための工場実験方法

次の設計に生かすための信頼性調査方法

などについて各組織内に作られたQC研究会の手によつて研究を行うとともに、これらに関する情報の交換を今後共活発に行なう必要があると考えられる。

参 考 文 献

1. 中村 慶一 : 技術者のための統計解析
山海堂 (1965)
2. 増山元三郎監修 : 統計計算ポケットブック
日本規格協会 (1964)
3. クヌーイユ 監訳 : 現場むきの統計計算
増山元三郎
日本規格協会 (1961)