

土木研究所資料

コンクリート施工の改善法に関する調査報告書

——コンクリート構造物の施工の実態——

昭和62年2月

建設省土木研究所
地質化学部コンクリート研究室
機械施工部機械研究室

Copyright © (1987) by P.W.R.I

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted, nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P.W.R.I

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複写は、土木研究所長の承認を得ずしてこれを行ってはならない。

コンクリート施工の改善法に関する調査報告書

—— コンクリート構造物の施工の実態 ——

建設省土木研究所

地質化学部長 桑 原 啓 三
機械施工部長 矢 部 正 宏
コンクリート研究室長 小 林 茂 敏
機械研究室長 長 健 次
コンクリート研究室 研 究 員 渡 辺 博 志

(社)日本土木工業協会

常務理事 稲 見 俊 明
コンクリート劣化対策専門委員長 沖 藤 明
コンクリート劣化対策専門委員 中 川 武 志
同 〃 重 松 和 男
同 〃 松 浦 光 男
同 〃 岩 藤 正 彦
同 〃 小 野 定 史
同 〃 内 藤 隆 史
同 〃 堀 秋 彦
同 〃 大 矢 一 夫
同 〃 大 崎 幸 雄
同 〃 出 頭 圭 三

要 旨

コンクリート構造物の早期劣化の問題を解決するためには、材料・施工両面からの改善を考える必要がある。そのため、(社)日本土木工業協会と共同で、コンクリート工事の施工実態調査を行い問題点の検討を行った。本報はその結果をとりまとめたものである。

キーワード：コンクリート，施工，かぶり，打設，締固め，品質管理

目 次

1. まえがき	1
2. コンクリート工事の概要	2
2.1 工事および構造物の概要	2
2.2 コンクリートの配合および材料	5
2.3 コンクリートの打設	11
2.4 ま と め	14
3. かぶりの確保	15
3.1 スペーサー	16
3.2 セパレーターおよびコーン	24
3.3 鉄筋のかぶりが確保できない原因	26
3.4 ま と め	27
4. コンクリートポンプによる施工の実態	29
4.1 計 画	29
4.2 コンクリートの品質	32
4.3 管 理	36
4.4 施 工	40
4.5 ま と め	43
5. 締 固 め	44
5.1 振動締固めに関する現状	44
5.2 振動締固めに関する今後の改善すべき事項	52
5.3 ま と め	55
6. 品質管理	56
6.1 材 料	56
6.2 製造設備	67
6.3 コンクリートの品質管理および配合設計	72
6.4 型わく・鉄筋検査	78
6.5 品質管理体制	83
6.6 ま と め	84
7. 調査結果に対する考察	91
7.1 考 察	91
7.2 今後の調査検討事項	92

1. まえがき

近年、コンクリート構造物の早期劣化の問題について社会的関心が高まっている。このため建設省では総合技術開発研究プロジェクト、「コンクリートの耐久性向上技術開発」を設立し、問題の解決に取り組んでいる。

コンクリートの早期劣化は、アルカリ骨材反応や塩害等のように材料に起因するもの、低品質コンクリートや施工不良等の施工に起因するもの、あるいは荷重や構造物の管理方法に起因するもの等、様々な理由が考えられ総合的な改善対策を検討しなければならない。

土木におけるコンクリート工事は官庁発注と言えども大部分が民間業者が施工する訳であるから、材料・施工の改善に関しては民間の創意、技術力を最大限に活用するのも早急な問題解決のためには必要である。

このため、建設省土木研究所は日本土木工業協会と共同でコンクリートの施工の改善法に関する調査に当ることとした。

本報告書は、その一環として行った施工の実態調査、問題点の所在についての考察結果を述べるものである。

なお、調査は昭和61年6月2日付けの塩化物総量規制について、およびアルカリ骨材反応暫定対策の通達が出る前に、又、土木学会コンクリート標準示方書改訂前に行われたものである。執筆にあたっては、前述建設省総プロの施工分科会（小村 敏分科会長）の委員各位から有益なる助言をいただいた。ここに深謝致します。

2. コンクリート工事の概要

ここでは、対象とした作業所の工事概要をまとめた。質問は、コンクリート工事に関する基本的な項目について調査したもので、アンケート調査結果の分析のための、基礎資料とするとともに、回答に対する背景を明確にすることを目的とするものである。

質問は、①工事及び構造物の概要、②コンクリートの配合及び材料、③コンクリートの打設、の3項目に分類して集計、整理した。

なお、アンケートの回答数は266であったが、コンクリートの打設部位ごとに回答を求めた項目もあり、各質問に於ける集計回答数は異なる。ただし、打設部位が異なっても、共通する配合や材料を用いている場合には1として集計した。

2.1 工事及び構造物の概要

ここでは、工事の発注者、施工地域、及び工事の種類と規模について質問した。この結果を図-2.1.1～図-2.1.8に示す。

「工事発注者」は、官公庁が多いが、これは調査の対象を土木現場の、鉄筋コンクリート工事を主とした影響もあると考える。

「施工地域」は、北海道から九州まで全国に亘っている（関東地域がやや多いものの、工事量を考慮すると、調査地域に偏りはないと考えられる）。

「構造物の種類」は、橋梁がとくに多く、中でも橋脚、橋台などの下部工が多い。

「工事の規模」は、小ささまざまであるが、総コンクリート量が10,000 m^3 以上が約40%あり、相当大規模な工事が含まれていると考えられる。

「コンクリートの製造」は、殆ど（94.7%）が、生コン工場で、現場プラントで製造するのは、ダム工事や海工事など特別の工事に限られているようである。なお、コンクリートの「打設部位」については、明確に分けることは困難であった。

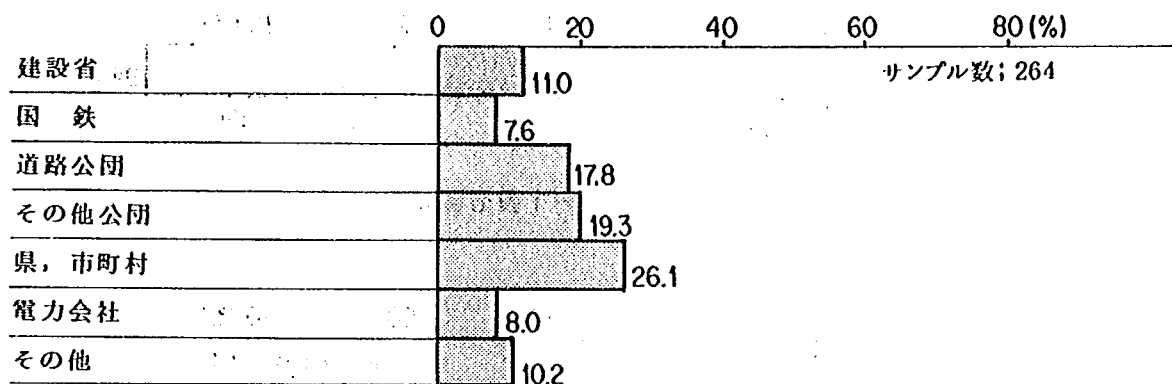


図-2.1.1 工事発注者

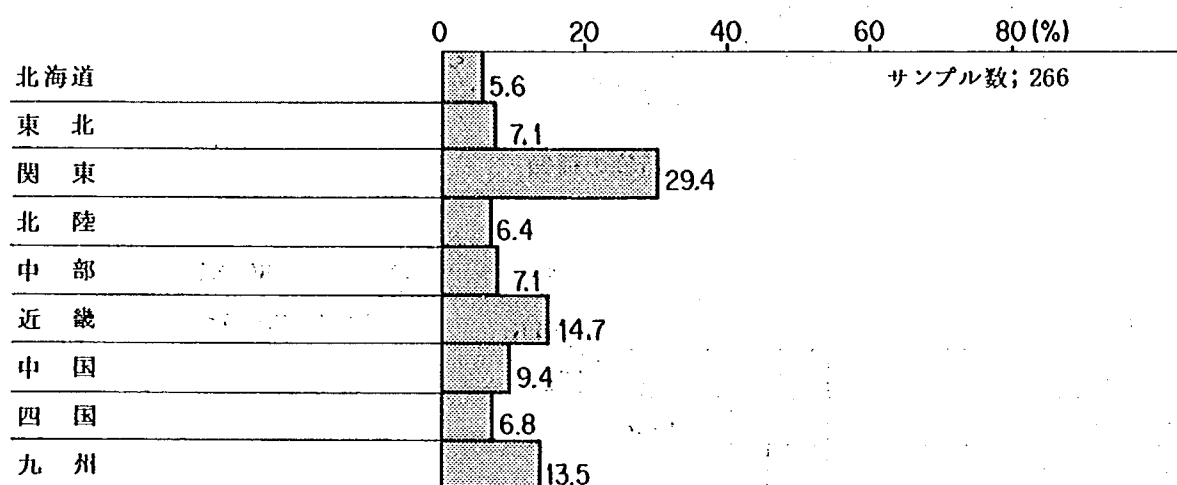


図-2.1.2 施工地域

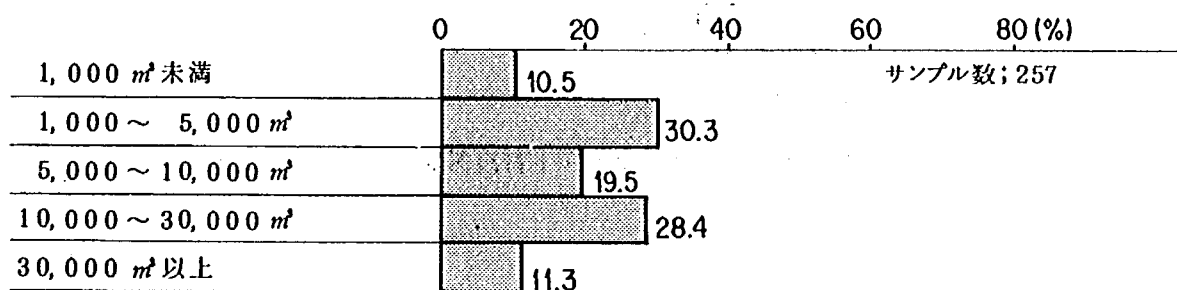
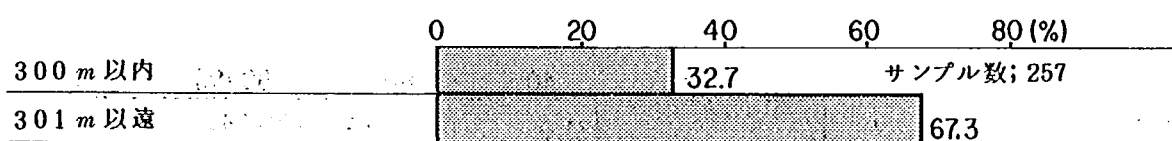


図-2.1.4 コンクリート総工事量

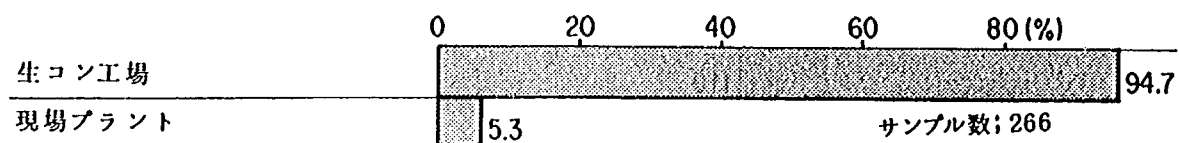


図- 2. 1. 5 コンクリート製造場所

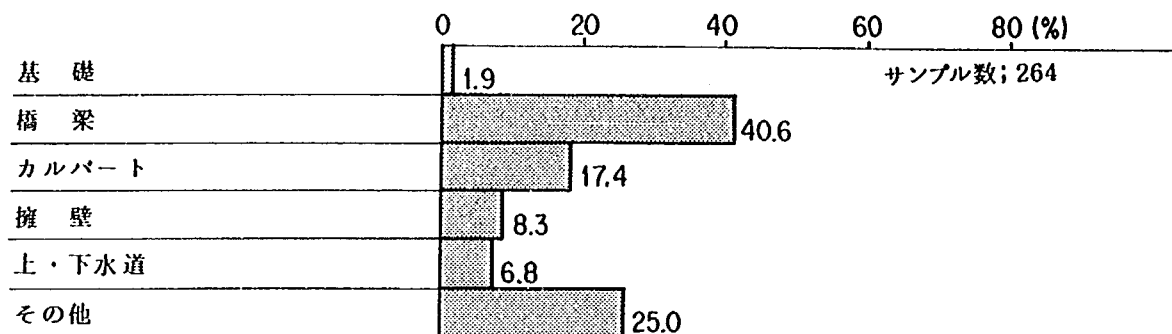


図- 2. 1. 6 構造物の種類

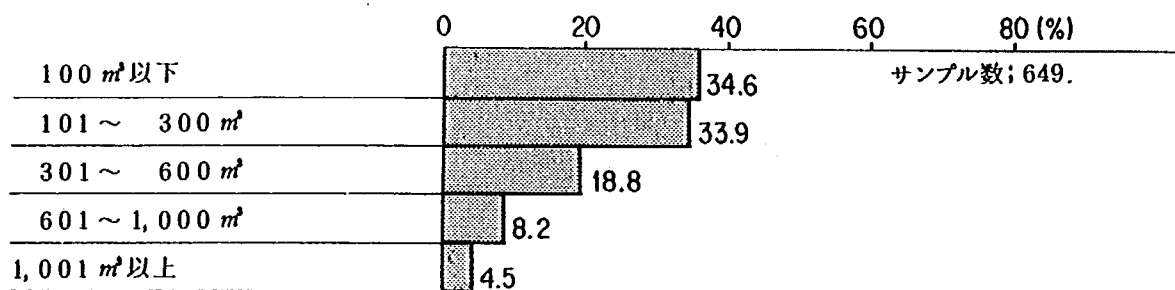


図- 2. 1. 7 1回の打設量

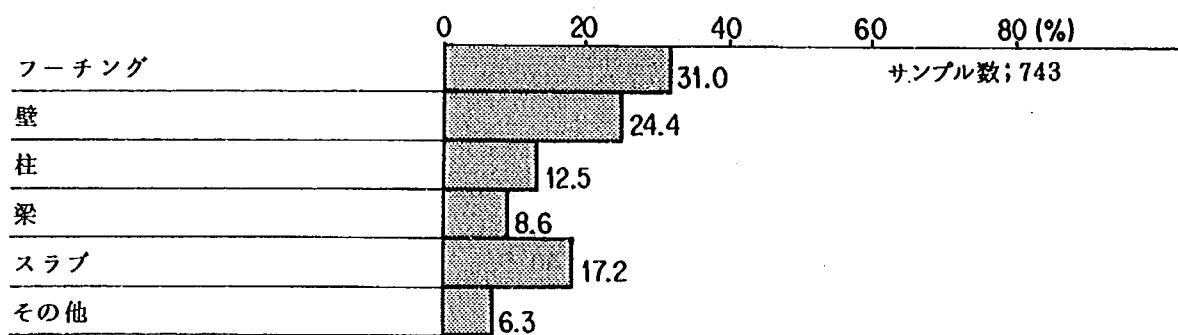


図- 2. 1. 8 コンクリート打設部位

2.2 コンクリートの配合及び材料

工事に使用されているコンクリートの配合及び材料の、種類や品質について質問した。この結果を図-2.2.1～図-2.2.17に示す。

コンクリートの「配合設計基準強度」は、 $240 \pm 15 \text{ kg/cm}^2$ の範囲のものが多く45.1%を占め、次いで $210 \pm 15 \text{ kg/cm}^2$ のものが22.7%であり、鉄筋コンクリート構造物用のコンクリートとしては一般的である。

「スランプ」は、 $5 \sim 10 \text{ cm}$ ($7 \sim 8 \pm 2.5 \text{ cm}$)のものが56.4%と最も多く、90%近くが 15 cm 以下となっており、予想以上に低スランプのコンクリートが使用されているようである。

「水セメント比」は、50%以下から60%以上まで広い範囲に分布しているが、全体の7割以上が水セメント比56%以下であった。

「使用セメントの種類」は、67.0%が普通ポルトランドセメントであるが、高炉セメントも20.1%と、かなり多く使用されている。

「単位セメント量」は、 $300 \pm 25 \text{ kg/m}^3$ の範囲のものが全体の57.2%を占め、「単位水量」は、 $150 \sim 170 \text{ kg/m}^3$ のものが55.1%であり平均的な結果と考えられる（単位水量は 180 kg/m^3 以上は建築工事に多い）。

「粗骨材」には碎石を用いている場合が多く、63.6%の作業所で使用されている。

「粗骨材の最大寸法」は、 20 mm のものが30.1%、 25 mm が44.2%となっており全般的に小さいようである。

「細骨材の種類」としては、海砂、川砂、山砂が同程度使用されている。ただし、海浜に他の細骨材を混合して用いている場合（12.8%）を考慮すると、海浜を使用している割合はさらに多く、4割近くの作業所で使用されている。しかし、海浜の使用状況は地域によって異なり、近畿地方似西でとくに多い。近畿、中国、四国、九州での海砂の使用率は76.3%である。なお、これら海砂の塩分含有量は少なく、0.05%を越えるものは8%程度である。

「骨材の比重」は、粗骨材では2.6～2.7の範囲に入るものが72%、細骨材では2.5～2.6の範囲のものが81.7%であり、いずれも大きな差はみられない。

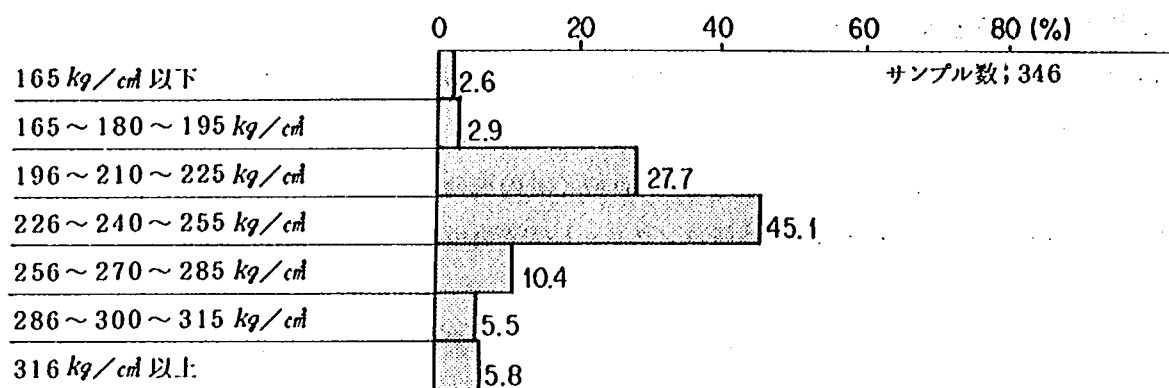


図- 2.2.1 コンクリートの配合設計基準強度

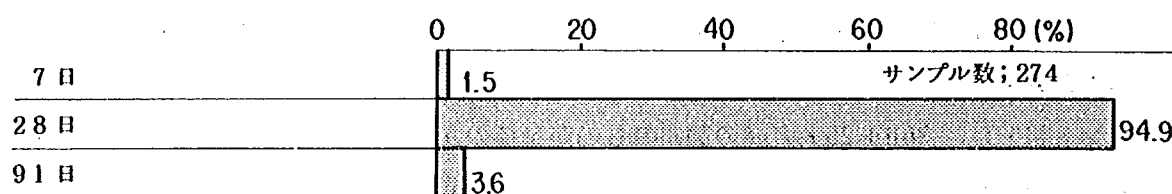


図- 2.2.2 設計基準材令

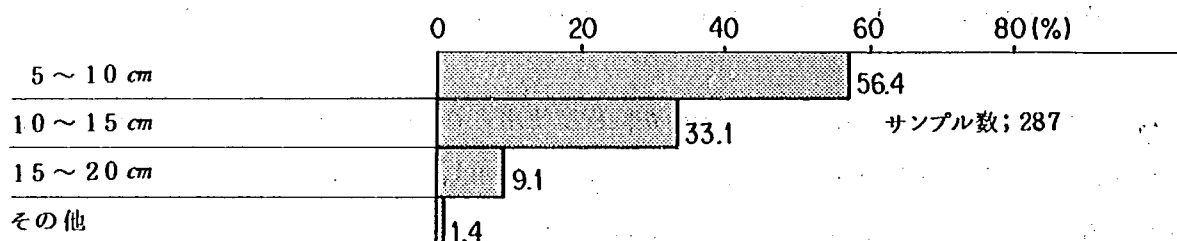


図- 2.2.3 スラップの範囲

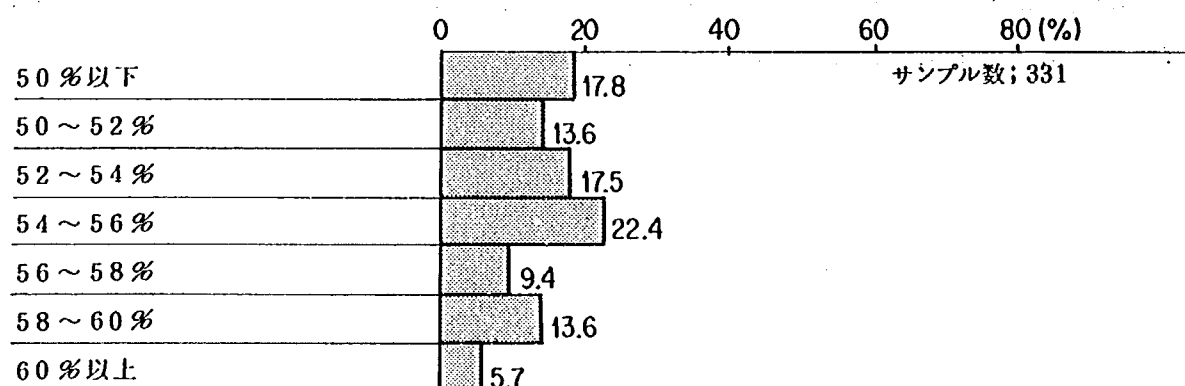


図- 2.2.4 水セメント比

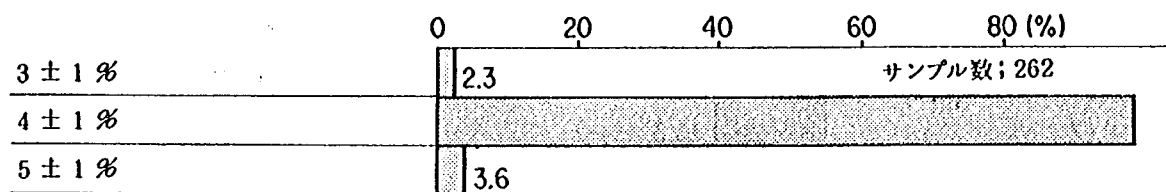


図- 2.2.5 空気量の範囲

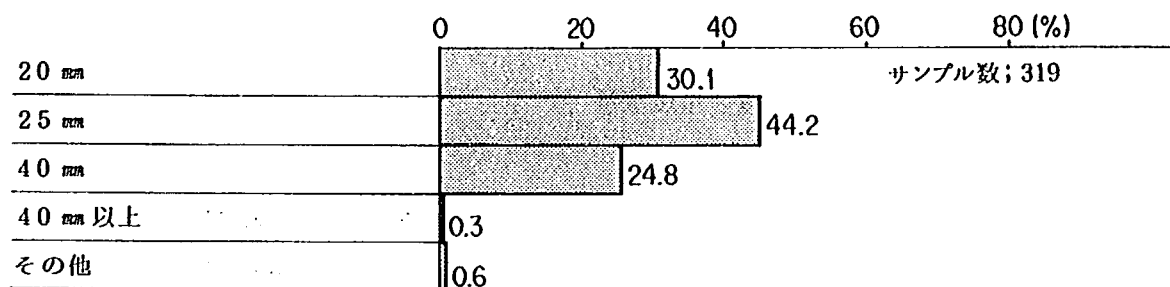


図- 2.2.6 粗骨材の最大寸法

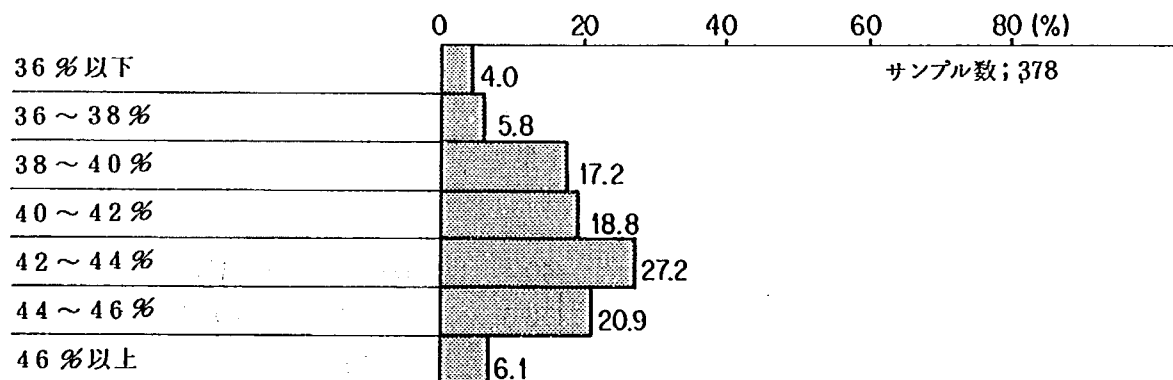


図- 2.2.7 細骨材率

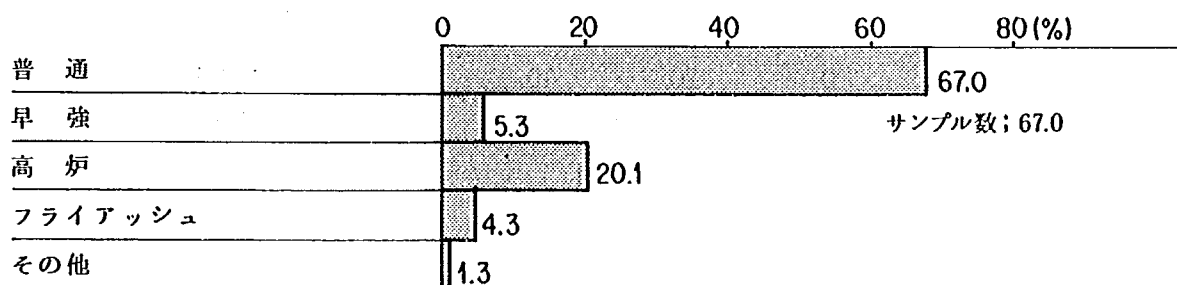


図- 2.2.8 セメントの種類

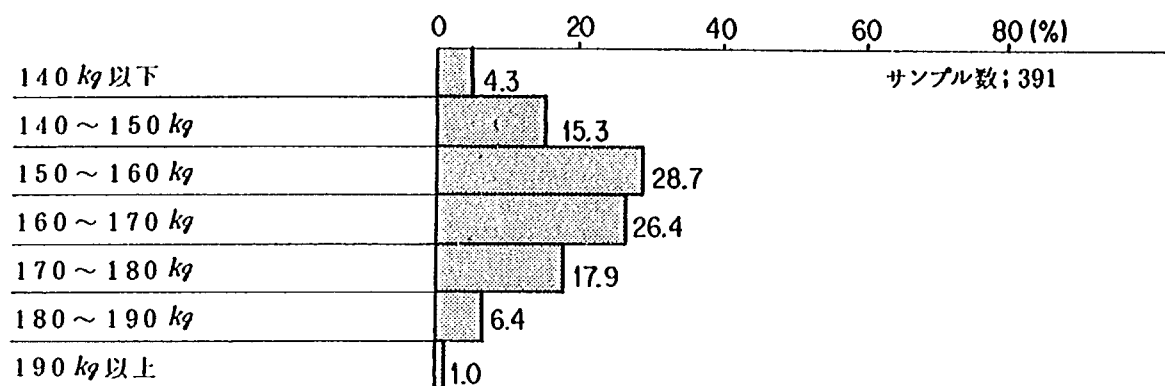


図- 2. 2. 9 単位水量

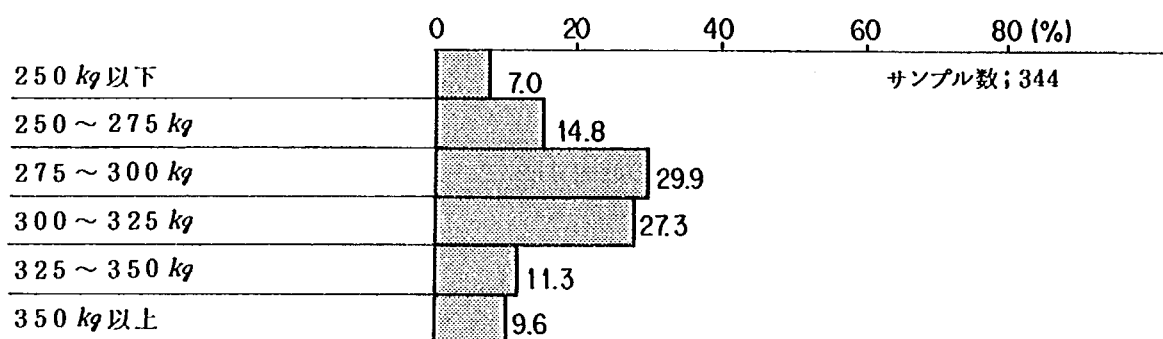


図- 2. 2. 10 単位セメント量

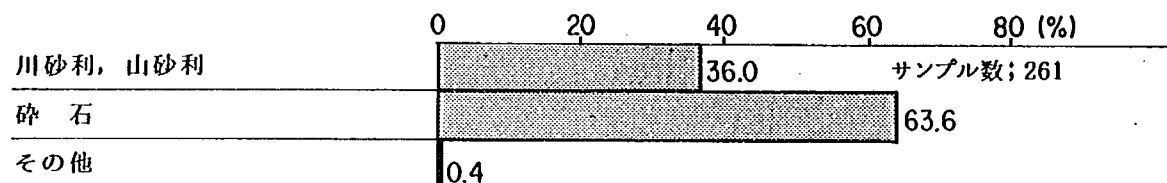


図- 2. 2. 11 粗骨材の種類

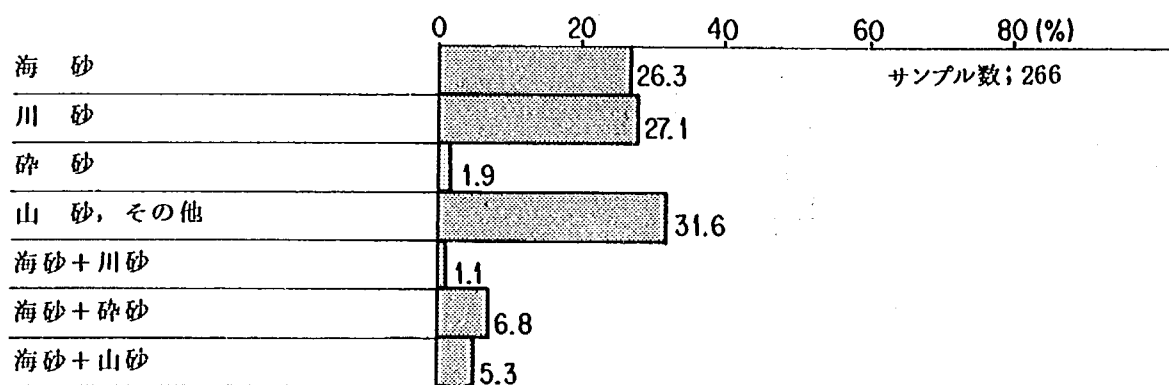


図- 2. 2. 12 細骨材の種類

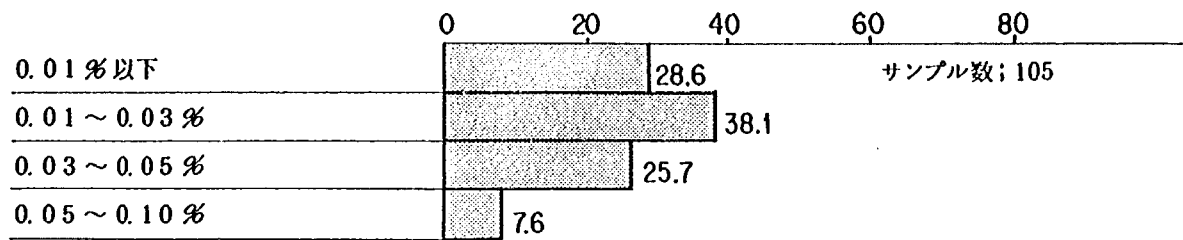


図- 2. 2. 13(a) 細骨材（海砂）の塩分含有量 (%)

* 細骨材の塩分含有量については、海砂のみについて集計した。

海砂以外の細骨材の塩分については、2～3の例を除いて殆どが0または0.01%以下であり、細骨材全体の塩分含有量は、68.7%が0.01%以下であり、16.4%が0.01～0.03、10.6%が0.03～0.05、3.8%が0.05～0.10、0.5%が0.1以上であった。地域による海砂の使用状況については、次のようになっている。

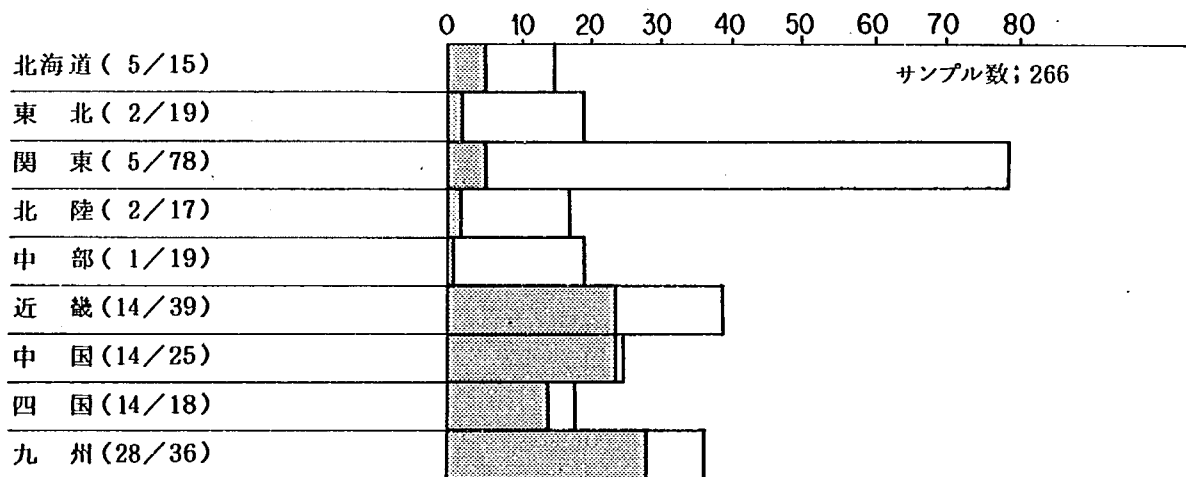


図- 2. 2. 13(b) 地域別海砂使用状況

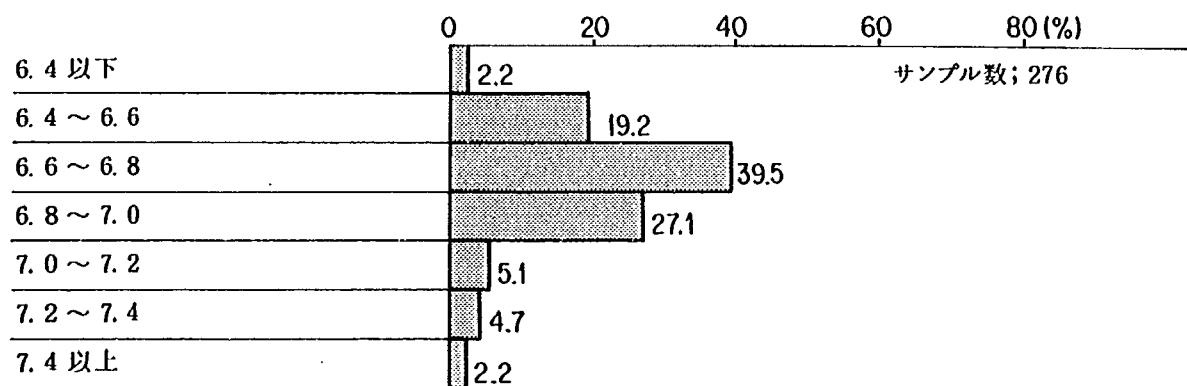


図- 2. 2. 14 粗骨材の粗粒率

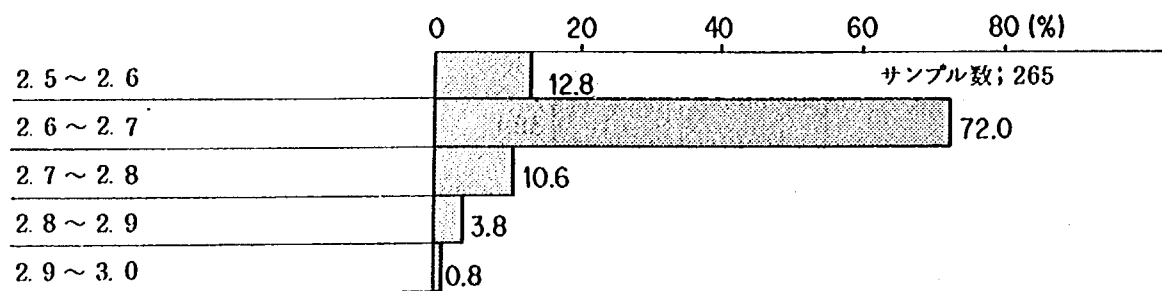


図- 2. 2.15 粗骨材の比重

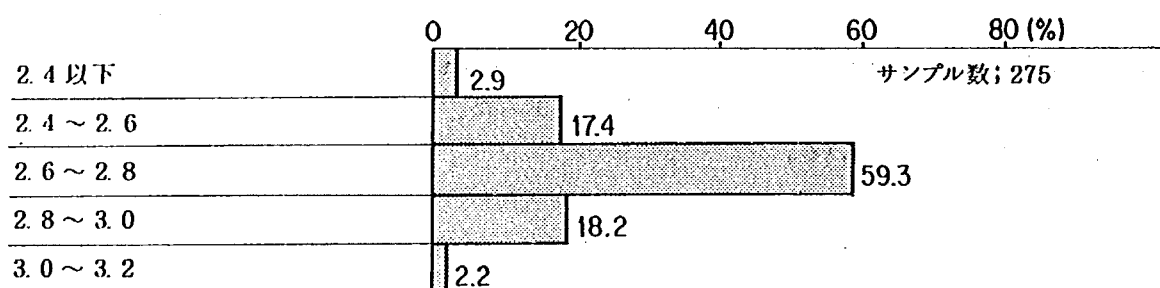


図- 2. 2.16 細骨材の粗粒率

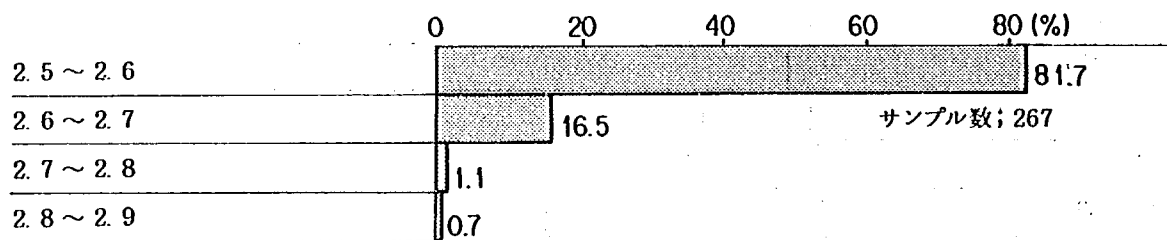


図- 2. 2.17 細骨材の比重

2.3 コンクリートの打設

ここでは、コンクリートの打設に関する質問を行い、さらに、最も一般的であるポンプ打設における状況について質問した。この結果を図-2.3.1～図-2.3.6に示す。

「コンクリートの打設」は、殆ど(81.4%)の作業所でポンプを使用しており、シユートやバケツを用いるのは特別の場合に限られている(ダム工事など)。

ポンプの「配管径」は、125mm(127mm含む)が最も多く54.9%、次いで100mmが28.4%であった。

「圧送距離」は、水平方向では50m以下が76.5%と最も多く、垂直方向では、10～20mが34.8%、5～10mが31%であった。

なお、構造物の「主要鉄筋径」は(範囲で回答を求めた内の、最も太いもの)、32mmが最も多く35.1%であった。

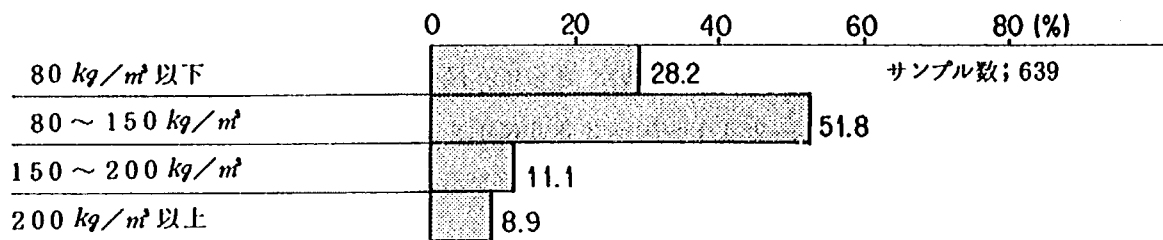


図- 2.3.1 コンクリート $1m^3$ あたりの鉄筋量 (kg/m^3)

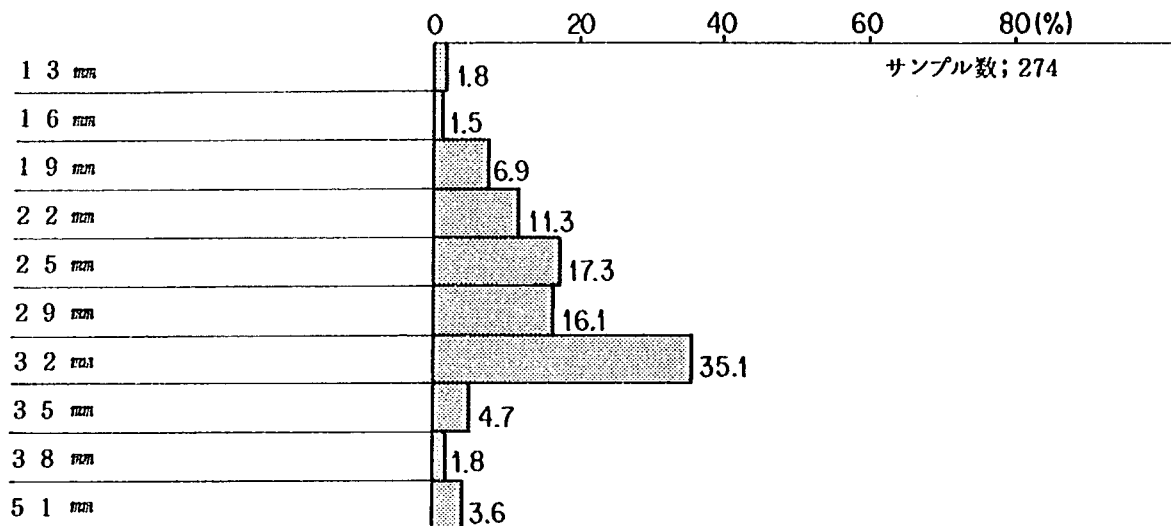


図- 2.3.2 最大主要鉄筋径 (mm)

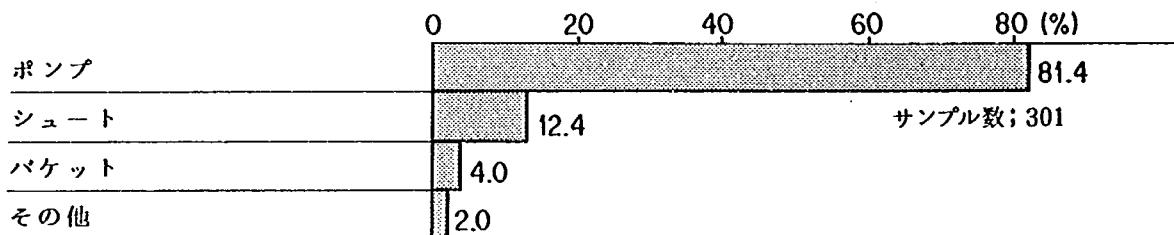


図- 2.3.3 コンクリート打設方法

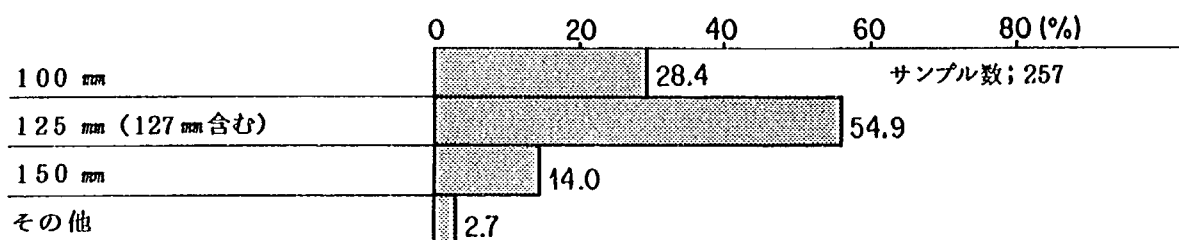


図- 2.3.4 ポンプ配管径

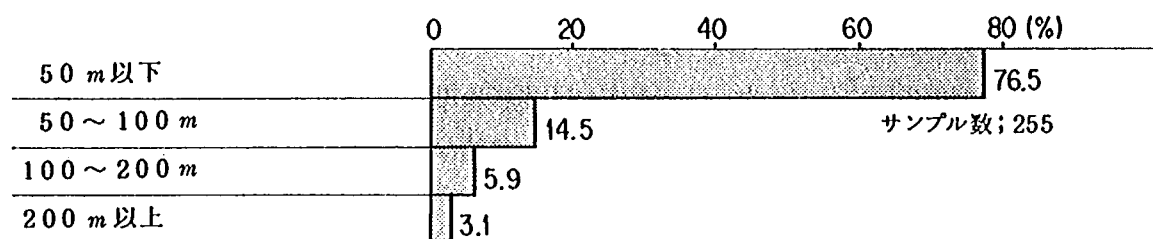


図- 2.3.5 ポンプ圧送距離 (水平方向) (m)

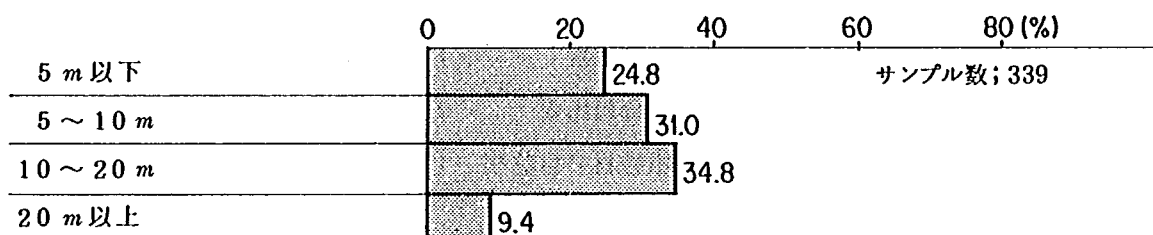


図- 2.3.6 ポンプ圧送距離 (鉛直方向) (m)

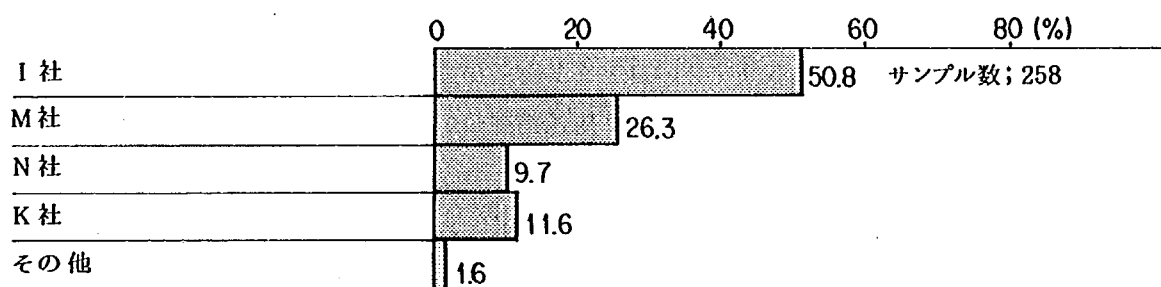


図- 2.3.7 ポンプの機種 (メーカー)

2.4 ま と め

コンクリート工事の概要に関するアンケートの結果、工事に使用されているコンクリートの配合は、構造物の種類によって異なるが、特殊な場合を除いては、一般的な範囲のものが使用されているようである。

試みに、アンケートの結果を平均すると、次のようであった。

配合設計基準強度	； 239 kg/cm^2	スランプ	； 10.1 cm
水セメント比	； 54 %	空気量	； 4 ± 1 %
細骨材率	； 42 %	単位水量	； 161 kg/m^3
単位セメント量	； 299 kg/m^3	粗骨材比重	； 2.66
細骨材比重	； 2.57	粗骨材の粗粒率	； 6.77
細骨材の粗粒率	； 2.70		

しかし対象とした工事が、官公庁発注の土木工事で、かなり大規模な工事が含まれているためか（橋梁下部工など）、コンクリートのスランプは平均10 cm と、硬練りのものが使用されているようである。

一方、コンクリートの打設は、特別の場合を除き、殆どがポンプを使用しており（流動化剤などは余り使用されていない）、予想以上に低スランプのコンクリートがポンプ圧送されているようである。これについては、明り工事が大部分であるため、ポンプ圧送距離が短いことも影響しているとも考えられる。

粗骨材には、碎石を用いている例が多い（63.6%）。ただし、碎石の使用程度には地域的な特徴は少ないこと、および川砂利や山砂利の中にもクラッシャーを用いて粒度調整した骨材が混入していることを考えると、天然の骨材をそのまま使用しているケースは、さらに少ないと思われる。碎石の使用は、今後ますます増加すると考えられる。

細骨材には、海砂の利用が多くなっており、特に近畿地方以西では著しい。海砂の使用は、今後さらに多くなると考えられる。

3. かぶりの確保

コンクリート構造物の劣化は多くの原因に影響を受けるが、鉄筋のかぶりについても、多くの問題を含んでいる。正しくかぶりを確保するためには、スペーサーやセパレーターなどの、金具類に負うところが大きであるが、これら金具類は種類も多く、品質や規格も統一されていないのが現状である。また、その使用についての指示や契約にも、あいまいな部分があると考えられた。このため、本アンケートでは、スペーサー及びセパレーターなどの使用に関する実情を調査することにより、それらが鉄筋のかぶりの確保にどのように影響を与えるか、などの問題点を明らかにすることを目的とした。

アンケートは、(1)スペーサー、(2)セパレーター及びコーン、(3)鉄筋のかぶりが確保できない原因、についてそれぞれ質問した。なお、アンケートは、次の項目に分類してまとめた。

- ① スペーサーに関する指示（発注者→ゼネコン→協力業者）の状況と、その内容
- ② 現在使用されているスペーサーの種類と、使用上でのトラブル（種類、原因）
- ③ スペーサーを選定する上での条件と入手方法
- ④ セパレーター及びコーンに関する指示と契約上の取り決め（発注者→ゼネコン→協力業者）
- ⑤ セパレーター及びコーンの使用状況
- ⑥ 鉄筋のかぶりが確保できない原因

なお、アンケートの回答数は全体で266であったが、各質問には複数回答があるためサンプル数は一致しない。

3.1 スペーサー

(1) 指示及び契約

ここでは、スペーサーに関して発注者（監理者）から請負業者へ、さらに協力業者への指示の有無と、その方法・内容について質問した。調査集計の結果、

発注者からの指示（ $n=266$ ）は、39.1%の作業所で何らかの形で受けている。しかし指示の方法（ $n=81$ ）は、現場管理者からの「口頭」でとするものが51.8%、請負側から「承諾願」を提出して決定している場合が13.6%である。また、何らかの形で「仕様書」に示されているものは21.0%であった。

指示の内容では、「品質を指示」するものが76.9%（ $n=80$ ）、「材種を指示」するものが77.9%（ $n=81$ ）、「使用量を指示」するものが62.5%（ $n=65$ ）であった。

なお、それらの内訳では、品種については、「強度」が48.8%、「防錆性能」が48.8%、「材質」が38.8%であった（複数回答）。また、材種については、「モルタル」が28.4%、「コンクリート」が15.6%、「鋼線」が20.2%、「プラスチック」が33.0%であった。なお、使用量については、材種や位置、鉄筋量などによって異なるため、統計的に整理することは、できなかった。

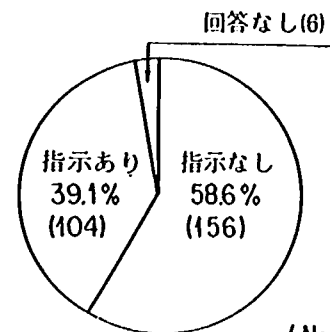
このように発注者側からの指示については、十分とはいえないようである。

一方、協力業者への指示については、殆どの場合（88.7%、 $n=236$ ）行われているようで、その内容は、「品質を指示」するものが50.4%（ $n=119$ ）であった（その内訳は「強度」が37.0%、「防錆性能」が34.5%、「材質」が35.3%、「その他」が21.8%であった）

また、スペーサーの「名称」を指示するものが66.7%、「形状」を指示するものが44.5%、「寸法」を指示するものが36.4%であった。また、「使用量」を指示するものが、45.3%であり、かなり具体的に指示されているようである。

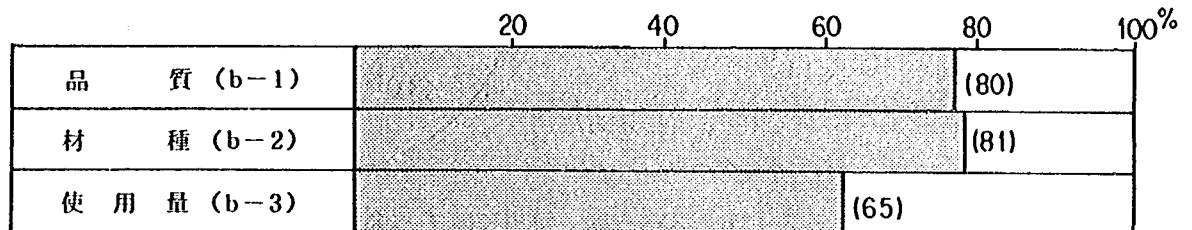
なお、支給している作業所が全体の11.7%（ $n=31$ ）あった。

スペーサーに関する契約については、35.6%が「取り決めあり」としているが、その大部分が、鉄筋費や型枠費に含まれるとするものであった。



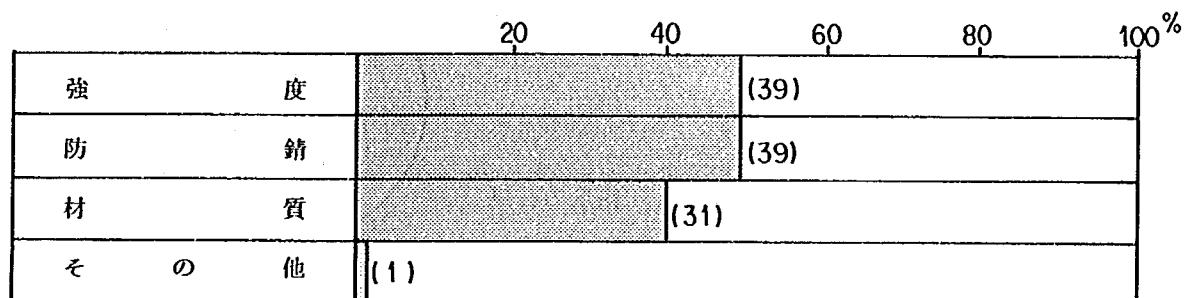
a. 指示の有無

(N=266)



b. 品質、材料、使用量についての指示

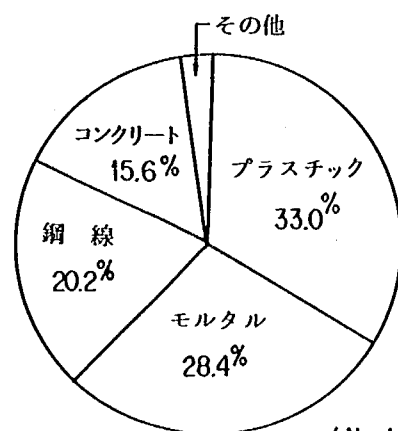
(N=104)



b-1 品質の指示 (内訳)

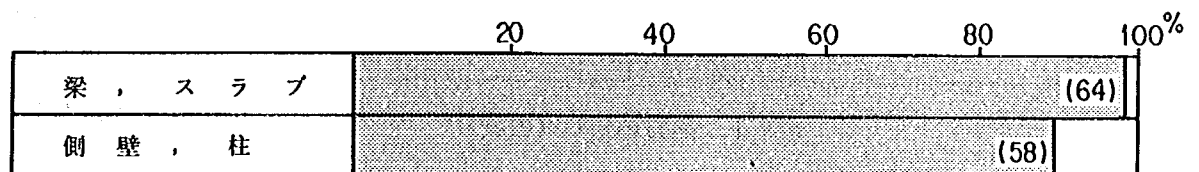
(N=80)

モルタル 31
 コンクリート 17
 鋼線 22
 プラスチック 36
 その他 3



b-2 材種の指示

(N=109)



b-3 使用量の指示

(N=65)

図-3.1.1 スペーサー使用に関する発注者からの指示

口 頭 42
 承諾願い 11
 仕様書 17
 その他 11

c. 指示方法

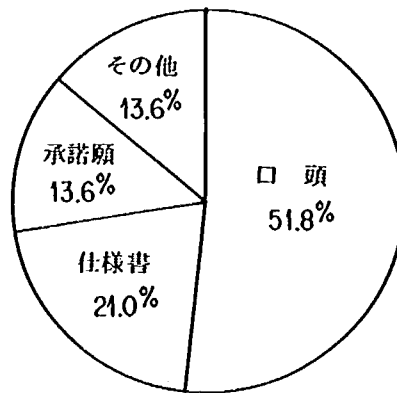
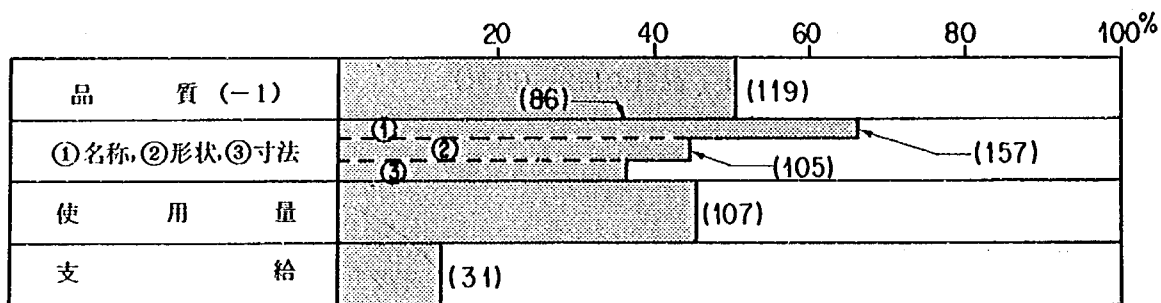
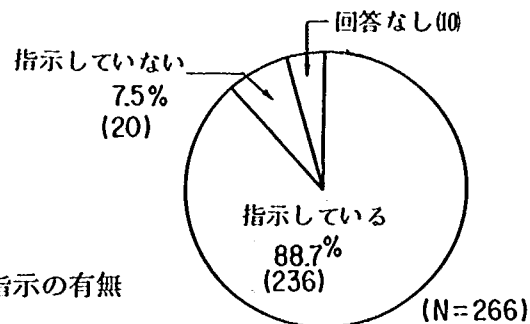
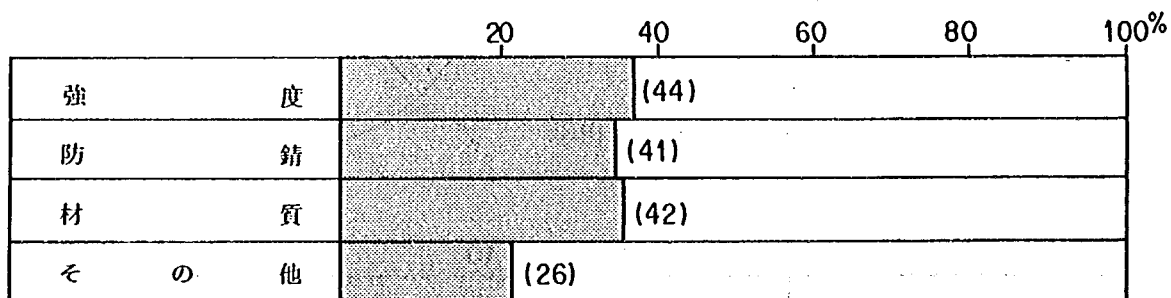


図- 3. 1. 1 スペーサー使用に関する発注者からの指示

a. 指示の有無



b. 品質, 名称, 使用量についての指示



b-1 品質の指示 (内訳)

図- 3. 1. 2 スペーサー使用に関する協力業者への指示

(2) 使用状況

ここでは現在使用されているスペーサーについて、種類と使用場所について質問した。さらに、それらのスペーサーを使用する上でのトラブルの種類と原因について質問した。

スペーサーには通常使用位置によって2種類に大別される。1は壁や柱など垂直面との間隔を保つもので(壁柱用)、他はスラブ下や梁下のような水平面との間隔を保持するものである(スラブ梁用)。アンケートの結果、使用されているスペーサーは壁柱用では($n=303$)「プラスチック(ドーナツ型)」が最も多く84.5%、次いで「モルタル(ハート型)」が6.9%、「鋼線」が5.0%となっている。

スラブ梁用では($n=351$)「モルタルコンクリートサイコロ」が最も多く37.0%、次いで「鋼線」が32.8%となっており、さらに「プラスチック(サイコロ型)」も13.1%使用されている。

なお、特殊スペーサーとしては、「アスベストモルタル」製のものが多く使用されている。

スペーサー使用上でのトラブルでは、使用頻度が異なり、また使用量が不明であるため厳密には判断し難いが、使用度の高い「プラスチック(ドーナツ型)」「モルタルコンクリートサイコロ」「鋼線」にトラブルが多いという結果となった。

トラブルの内容としては、柱壁用では($n=215$)、「プラスチック(ドーナツ型)」に多いとするものが73.0%で、その内訳は、「変形する」が51.6%で原因は強度に問題ありという意見が多い、次いで「外れる」とするものが24.8%で構造形状に問題があるとしている。「モルタル(ハート型)」については18.6%が指摘しており、その内訳では「破壊する」が57.5%で原因は強度に問題があるとする意見が多い。

スラブ梁用では、「モルタルコンクリートサイコロ」にトラブルが多いとする意見が43.0%と最も多いが、その内訳は、「破壊する」が48.6%(原因は強度不足)、「外れる」が31.0%(原因は形状に問題あり)であった。なお、トラブルとして「コンクリートの充填不足」を上げたものが12.0%あり、他のものに比較してとくに多いようであった。

「鋼線スペーサ」では28.8%がトラブルありと指摘しており、その内訳は「変形する」が36.8%で強度及び使用量に問題があるとする意見が多い。スペーサー使用上のトラブルの状況についての集計を表に示す。

表- 3.1.1 現在使用されているスペーサーの種類
(アンケート集計結果)

	総 数	側 壁	柱	その他
鋼線スペーサー (脚部塗装)	13	9	4	0
鋼線スペーサー (塗装無し)	2	1	1	0
プラスチック (ドーナツ型)	261	152	104	5
モルタル (ハート型) (馬蹄形)	23	16	5	2
そ の 他	11	6	5	0

	総 数	スラブ下	梁 下	その他
鋼線スペーサー (バー型) (脚部塗装)	14	7	7	0
鋼線スペーサー (バー型) (塗装なし)	4	2	2	0
鋼線スペーサー (脚部塗装)	113	76	33	4
鋼線スペーサー (塗装なし)	7	6	0	1
高強モルタルサイコロ	35	18	14	3
モルタルコンクリートサイコロ	168	91	39	38
プラスチック (サイコロ型)	50	32	15	3
そ の 他	12	5	4	3

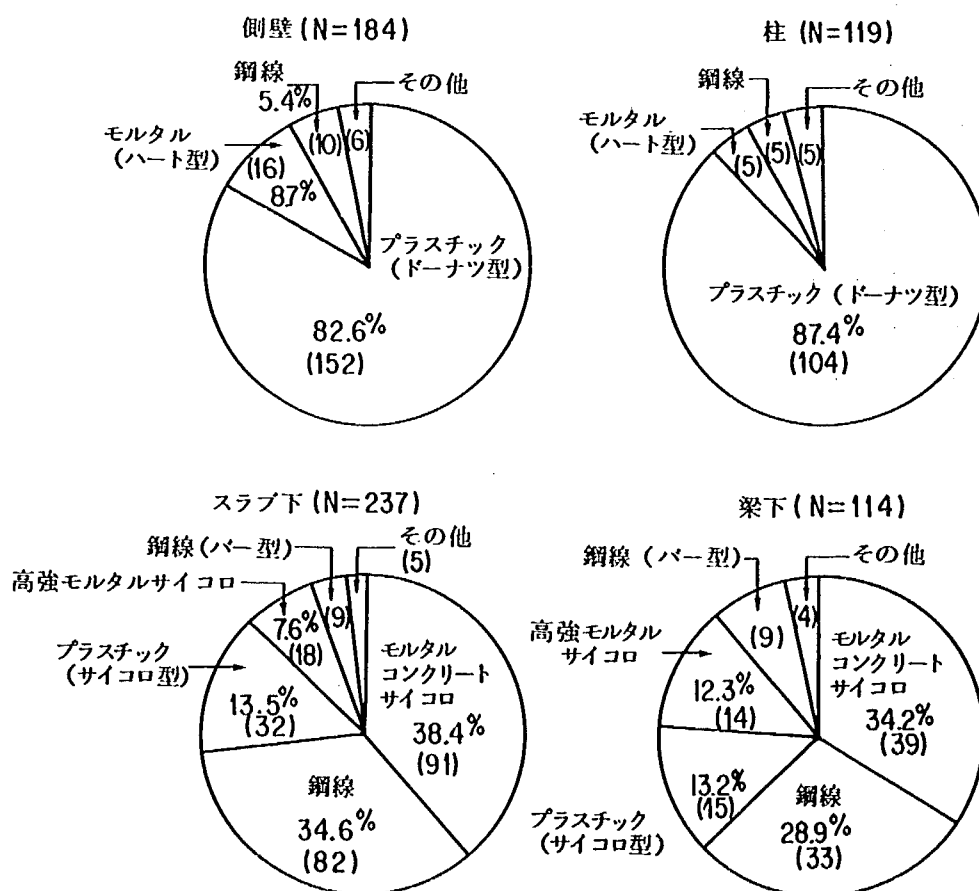
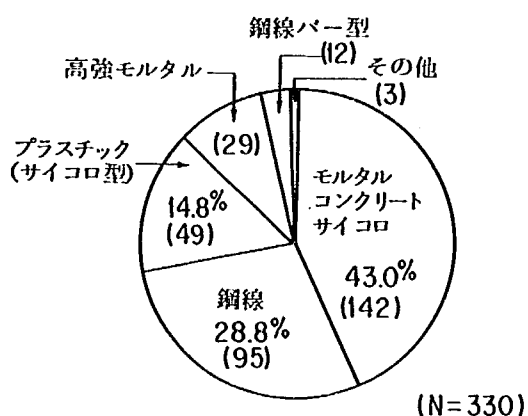


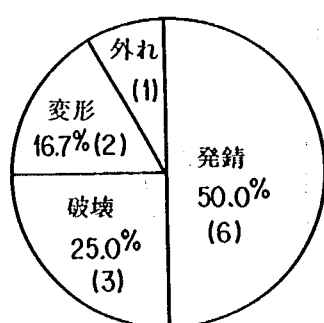
図- 3.1.3 使用しているスペーサーの種類

表- 3. 1. 2 スペーサー使用上のトラブル (スラブ, 梁)

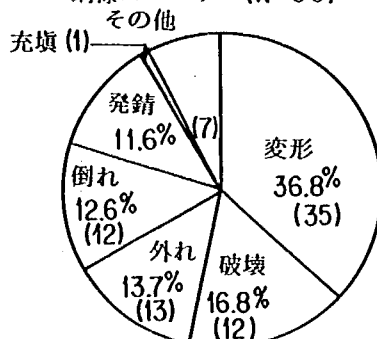
	総数	変形	外れ	倒れ	破壊	発錆	充填	その他
鋼線 (バー型) (塗装)	6	2	1		3			
鋼線 (バー型) (塗装なし)	6					6		
鋼線 (塗装)	79	33	13	10	12	5	1	5
鋼線 (塗装なし)	16	2		2	4	6		2
高強モルタルサイコロ	29		10	3	15		1	
モルタルコンクリートサイコロ	142	2	44	3	69	3	17	4
プラスチック (サイコロ型)	49	11	16	15	4		3	
その他	3		1	1			1	



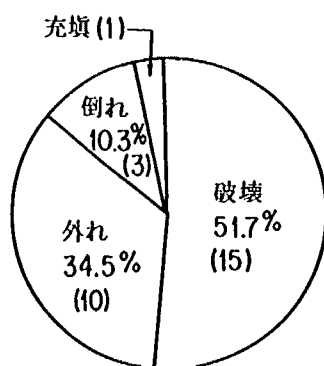
スペーサー (N=12)



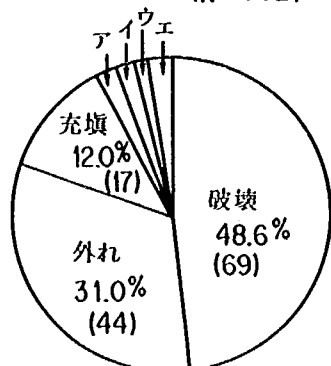
鋼線スペーサー (N=95)



高強度モルタル (N=29)



モルタルサイコロ (N=142)



(N=49)

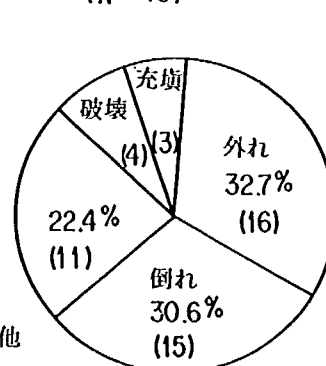
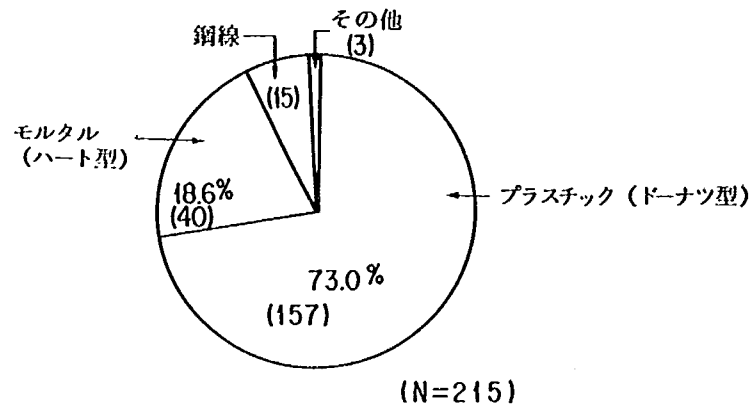


図- 3. 1. 4 スペーサーの種類とそのトラブルについて (スラブ, 梁)

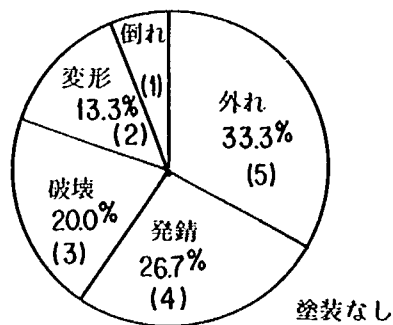
表- 3. 1. 3 スペーサー使用上のトラブル (柱, 壁)

	総数	変形	外れ	倒れ	破壊	発錆	充填	その他
鋼 線 (塗装)	10	2	5	1	2			
鋼 線 (塗装なし)	5				1	4		
プラスチック (ドーナツ型)	157	81	39	15	10	2	3	2
モルタル (ハート型)	40	3	10	2	23	1	1	
そ の 他	3		2	1				

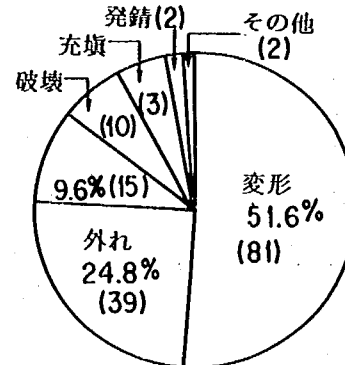


a. トラブルとスペーサーの種類

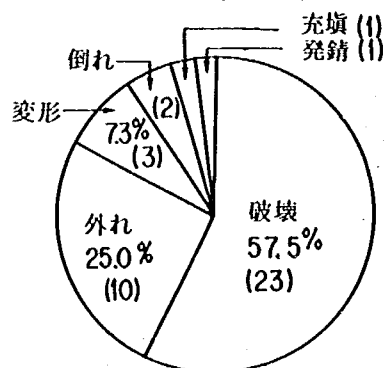
鋼線スペーサー (N=15)



プラスチック (ドーナツ型) (N=157)



モルタル (ハート型) (N=40)



b. トラブルの原因

図- 3. 1. 5 入手及び選定条件

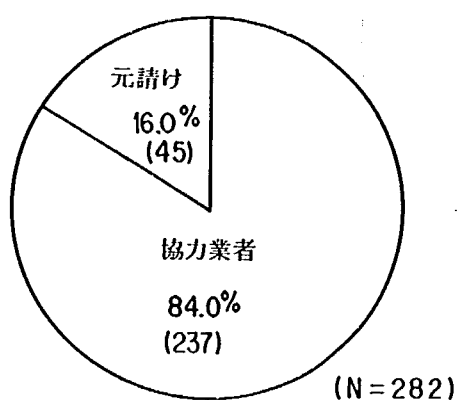
(3) 入手及び選定条件

ここでは、スパーサーの流通状況や選定の条件について質問した。アンケートの結果入手状況では、「協力業者が購入」が84.0%であり、購入先は「代理店」が55.1%、「メーカー」から直接が21.4%、「商社」が19.7%であった。

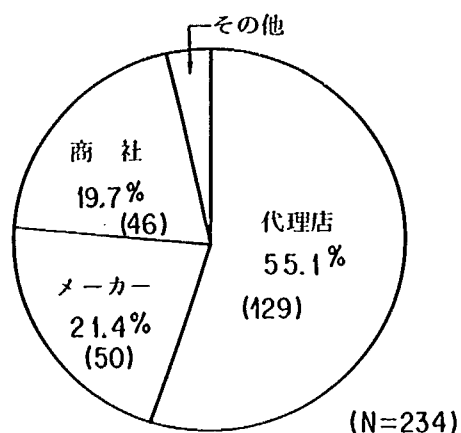
なお、希望とする品物の入手の可否については、特殊な寸法・用途（大荷重）の場合を除いて、概ね入手が出来るようであった（94.2%）。

スパーサーを選定する条件は「強度」（27.6%）、「材質」（22.8%）、「価格」（18.7%）、「作業性」（16.9%）、「形状」（13.2%）の順に考えられている。……（上位2つ選定）

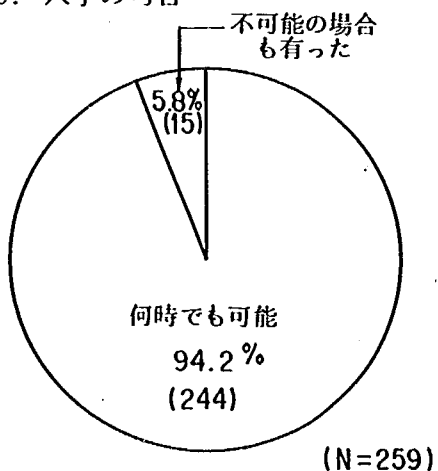
a. 購入者



b. 購入先



c. 入手の可否



d. 選定条件

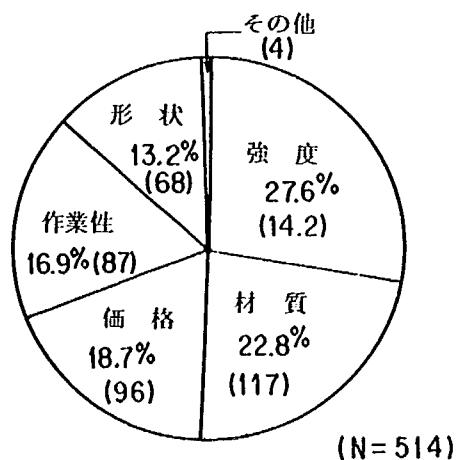


図- 3. 1. 5 入手及び選定条件

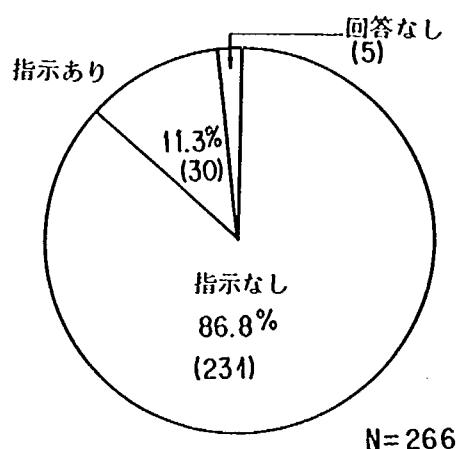
3.2 セパレーター及びコーン

(1) 指示及び契約

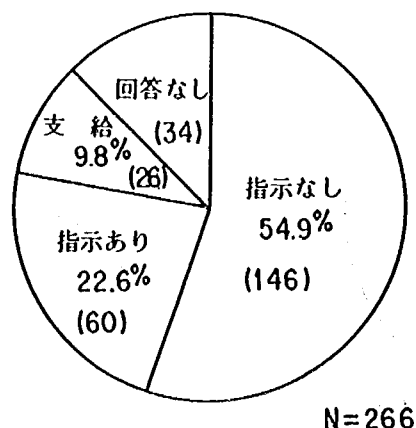
スペーサーの場合と同様に発注者からと協力業者への、指示と契約について質問した。アンケートの結果、セパレーターやコーンについては、「発注者から指示のある」場合は11.3%に過ぎず、「協力業者への指示」も22.6%が行っており、9.8%が支給している。

指示の内容については多様であったが、防水用ゴムパッキング付きセパレーターの使用、表面に錆の出ないものの使用、コーンの材種の指示、コーン部の充填材の指定、などが主なものであった。

セパレーターやコーンに関する契約（ゼネコン→協力業者）については、21.5%が「取り決めあり」とするものの、スペーサーと同様に、型枠費に含まれるものとするものが多い。



a. 発注者からの指示



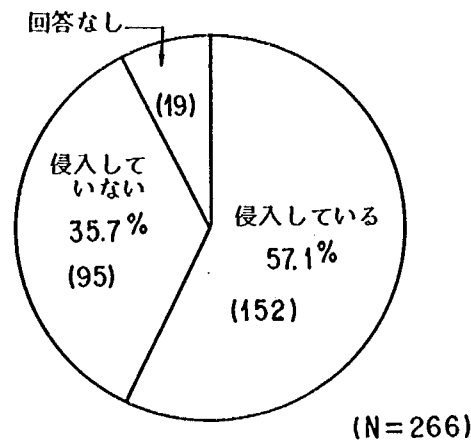
b. 協力業者への指示

図-3.2.1 セパレーター、コーンの使用に関する指示

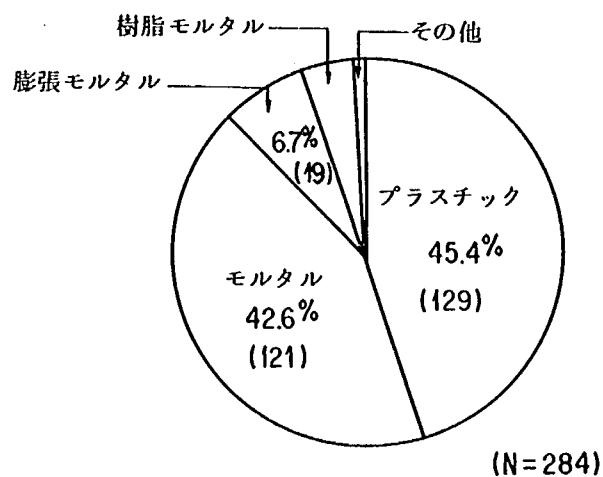
(2) 使用状況

セパレーターについては、 $\phi 9 \sim 16$ mm の鋼製丸セパレーター（B型，C型）が一般に用いられ，コーンは殆どが合成樹脂製品（Pコーン，レジコーン，Zコーン）が用いられている。

かぶりコンクリート中へのセパレーターの侵入の有無については，57.1%が「侵入することあり」としている。またコーン部充填材は，「プラスチック製品」が45.4%，「モルタル」が42.6%と多く，次いで「膨張モルタル」6.7%，「樹脂モルタル」4.6%となっている。



a. セパレーターのかぶりコンクリートへの侵入



b. コーン部充填材の種類

図-3.2.2 セパレーターコーンの使用状況

3.3 鉄筋のかぶりが確保できない原因

日常の作業及び経験的にみて、鉄筋のかぶりが不足する原因について意見を求めた。寄せられた多くの意見を大別すると、次のような項目に分類される。

- ①鉄筋の加工、②鉄筋の組立、③スパーサー、④型枠、⑤コンクリート打設、施工、⑥設計、⑦その他

であるが、それぞれの要因は互いに関連し影響を受ける。例えば、コンクリート打設作業中に、鉄筋が乱れることには、鉄筋の組立の不備やセパレーターなどが関係する。アンケートの記述を項目別に分類整理して表-3.3.1に示す。

表-3.3.1 鉄筋のかぶりが確保出来ない原因

項 目	内 容	回答数
①鉄筋の加工	鉄筋の加工ミス、誤差 加工図、施工図などの計画ミス	58 11
②鉄筋の組立	鉄筋の組立誤差、ミス 鉄筋組立の不備（結束があまい） 鉄筋建込み垂直度が悪い 組立後の台直しの不足、不可 段取り筋、結束線 差し筋、つなぎ筋のずれ 鉄筋の座屈、たわみによる変形 埋設物による鉄筋の移動	62 21 13 11 11 10 8 5
③スパーサー	数量不足 外れ 変形、壊れ 規定寸法でない 位置が悪い	21 11 10 5 3
④型 枠	位置（すみ出しミス） 寸 法 組立垂直度 平面度	8 5 3 2
⑤コンクリート打設 施工	コンクリート打設時の鉄筋の変形、ずれ 均しコンクリートの高さミス、不陸 作業に伴う鉄筋の変形（作業員、材料の荷重） 組立用足場	53 10 8 5
⑥設 計	設計図、配筋図（ミス、配筋不足）	65
⑦その他	鉄骨の建込み コーンが短い 機械継手部 場所打杭の断面欠損	2 1 1 1

この結果、鉄筋の加工に関しては、加工ミスや、加工誤差をあげたものが大半である。とくに、太径の鉄筋や長尺の鉄筋及び折曲げ筋などに、誤差やミスが生じ易いとするものが多い。また、柱、梁などの交差部で、主筋がラップする場合に、加工図や施工図での計画時でのミスを指摘するものも相当多くあった。

鉄筋の組立に関する指摘も多い。とくに、ハンチ部分のかぶりが確保し難いとする意見、主筋の交差する部分でのスターラップが、かぶりを侵すとするものも多い。鉄筋の組立に関して具体的に示したものでは、柱、壁などの縦筋の垂直度が悪いため、上部でかぶりが確保できないとするため、組立後の台直しの不足、若しくはできないため（重量物や深い部材でのスペーサーの外れ）とする意見も多い。

スペーサーについても多くの意見があり、鉄筋組立中或はコンクリート打設中に変形破壊するとしたもの、及び数量不足から破壊したり、鉄筋がたわむとする意見もあった。

型枠については、施工時のミスによるものが一般で、すみ出しなどのチェックを促す意見が多い。

コンクリート打設に伴う要因としては、打設時の鉄筋のずれや、変形をあげるものが多く、コンクリートを片押しした場合や、薄い高い壁や、広いスラブでとくに多いとしている。また、コンクリート打設作業時に、作業員が鉄筋の上を歩行したり、コンクリートポンプ配管の振動のため、とする意見も多い。

設計に関する指摘も多い。とくに、主筋の交差する部分や継手部分で、かぶりを確保するための考慮がなされていないとするものや、配筋筋の設計においてかぶりに対する配慮の不足をあげている。また、鉄筋の組立を考慮した余裕寸法の必要を指摘する意見も多い。

全般的には、施工を考慮した設計（配筋）を希望する声が大であった。

3.4 ま と め

鉄筋のかぶりを確保するために、スペーサーやセパレーターの役割は重要であるが、全体の工事の中では、十分に注意が払われていない部分も見受けられる。そのためか、これに対する指示や契約も、書類や図書によるものは少なく、口頭によるもの、従来の慣習によるものが多い。

現在使用されているスペーサーでは、側面のかぶり確保には、プラスチック（ドーナツ型）、床下梁など下面のかぶりの確保には、モルタル及びコンクリート製のサイコロや、鋼線、スペーサー（脚部塗装）が多く用いられている。

アンケート調査時点（昭和60年11～12月）では、スペーサーの材種に関して、示方書などで触れるものは少なかったが、最近ではスペーサーが鉄筋のかぶりを確保するために重要のみならず、この部分を通して塩分や水分がコンクリート内部に侵入して、コンクリートの劣化の原因となることが指摘されるようになった。今後これらの使用状況にどのような変化があるか注目したい。

スペーサー使用上でのトラブルは、使用率の多いプラスチック（ドーナツ型）、モルタルコンクリートサイコロ、鋼線に多い。トラブルの内容は、モルタル（コンクリート）製では破壊外れが、鋼線やプラスチック製品では、変形が多いようである。その原因としては、強度、形状、数量がいずれも関連す

る。

これらの問題の解決は、スペーサーの品質や規格の統一や、荷重に見合った配置計画（数量を含めて）を十分行うことが必要である。なお、外れに関するトラブルが多いことから、取り付けが容易でかつ外れない形状及び構造の製品の考案が望まれる。

セパレーターについては、スペーサー以上に指示の程度は少ないのが現状であり、かつ殆んどが鋼製のものが使用されている。これらセパレーターの一部がかぶりコンクリート中へ侵入していることが60%近くの作業所で認められている。コーン部充填の方法や施工の程度によっては、セパレーターを通して塩分や水分が侵入する可能性を示している。耐久性の向上のためには、セパレータやコーンの材質などの検討も今後必要であろう。

鉄筋のかぶりが確保できない原因には、施工に係る問題（ミス、誤差）が多く指摘されたが、同時に設計図面上での配慮不足を指摘するものも多い。これらの内容の1ツ1ツは、日頃現場での担当者が注意している事柄であるが、あらためてそれぞれの原因の背景を考えてみる必要がある。

4. コンクリートポンプによる施工の実態

コンクリート構造物の劣化原因の一つとして鉄筋のかぶり不足や締め固め不良によるじゃんかの発生等の施工不良が挙げられている。このような施工不良の発生を防止するためには施工の実態を正しく捉えることが必要であるが、これまで施工の実態の正確な把握はなされていない。そこで、その実態を把握し、劣化と施工との関連を明らかにするため「施工の実態」に関するアンケート調査を行った。コンクリートの打設方法にはバケットやシュート、ベルトコンベアーを用いる方法もあるが、これらの打設方法を用いている工事は現状では特殊なケースであり、コンクリート打設の主流はコンクリートポンプになっている。そこでこのアンケート調査も「コンクリートポンプによる施工」に限定して実施した。

アンケートは次の4項目について行った。

- (1) 計 画
- (2) コンクリートの品質
- (3) 管 理
- (4) 施 工

4.1 計 画

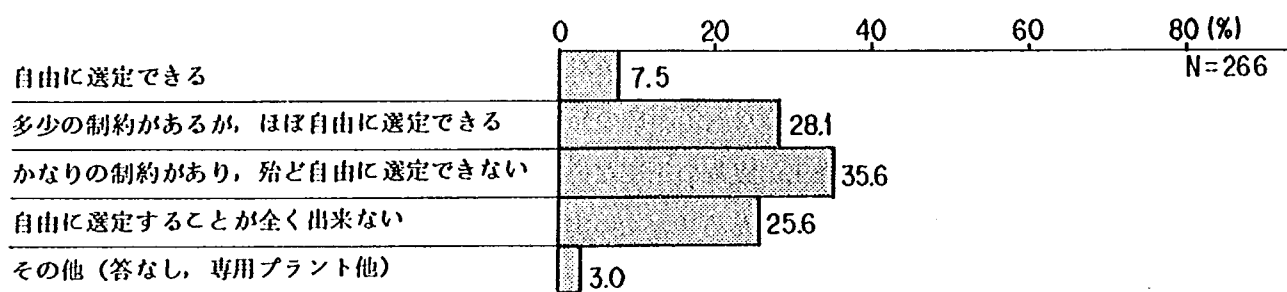
Q.1とQ.2ではレミコンのプラント選定の自由度について質問した。この結果を図-4.1.1に示す。これは、施工側に「品質管理の行き届いた信来出来るプラントのコンクリートを使用したいと思っても、現行の協同組合組織のもとでは自由にプラントを選定出来ない」との意見が多いのを受けて行ったものである。その結果、プラントを自由に選定出来ると答えたのは、僅か7.5%であり、ほとんどの場合何等かの制約を受けていることが確認された。一方、ポンプ打設の実態についての質問の結果を図-4.1.2に示す。

ポンプ業者の選定は、約50%が使用実績にもとずいて行われており、保有機種によって選定しているのは26%にすぎなかった。この理由としては、通常の施工ではどのポンプを使用しても支障なく、大量打設や高所、長距離施工等の特殊施工の場合にのみ機種選定を行えば良い程度にまで、ポンプの性能が向上していることが挙げられる。ポンプ機種の選定を行う場合の考慮事項として、過半数が打設量を挙げていることもこのことを裏付けている。

作業員数は、打設予定量(33%)によって決定する場合が多い。

ポンプ打設による施工不良を防止するための打ち合わせはほとんどの工事で行われている。参加者は、協力業者作業主任、ポンプ業者、職員であり、生コン業者が参加するところもある。

Q.1 レミコンのプラントの選定に当りあなたの現場ではどうですか。



Q.2 一般的に言って、レミコンのプラントの選定が自由に出来る割合はどの程度だと考えますか。

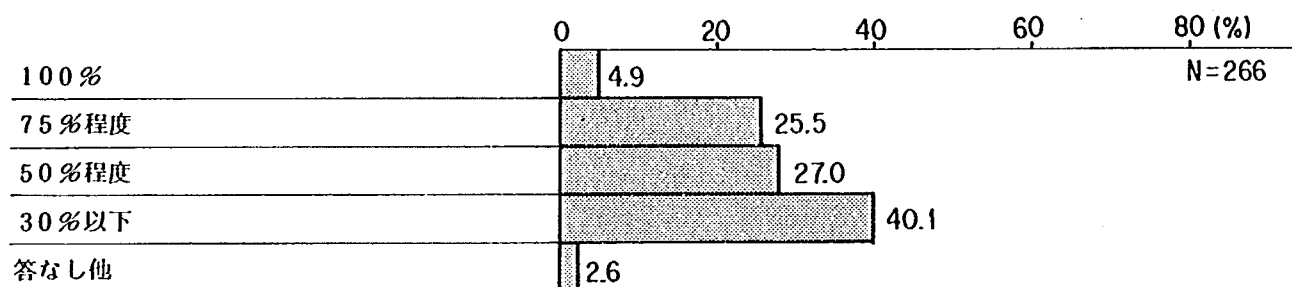
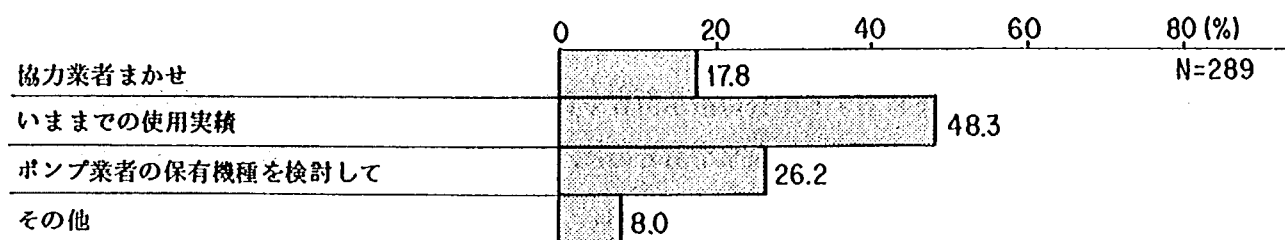
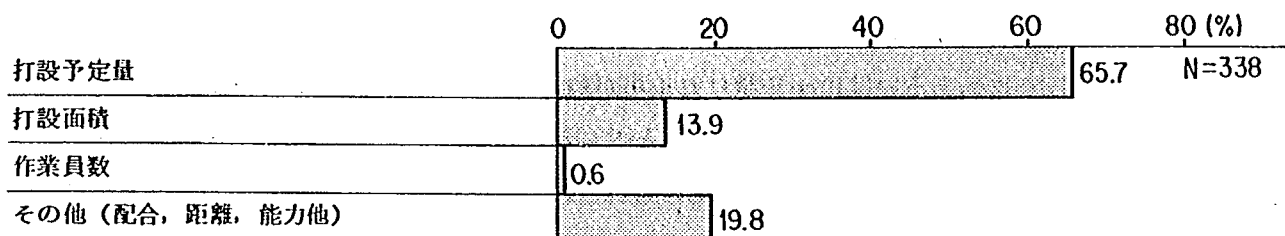


図- 4.1.1 レミコン選定の自由度

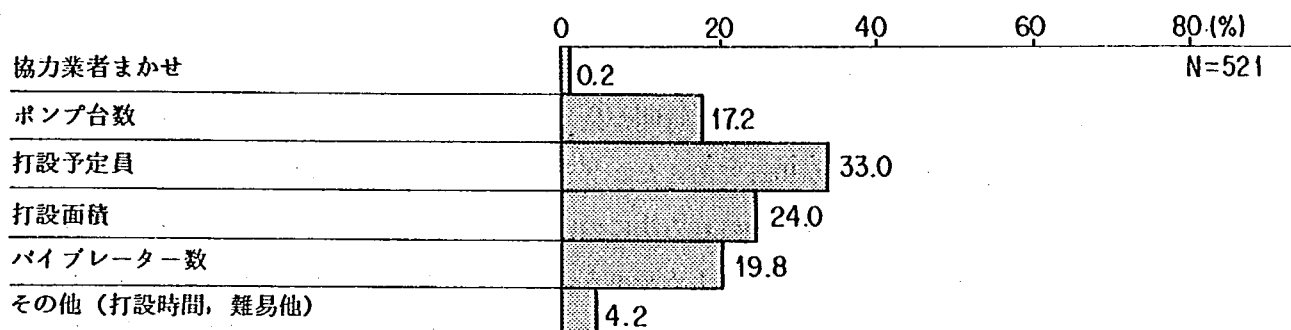
Q.3 あなたの現場ではポンプ業者の選定はどうしていますか。



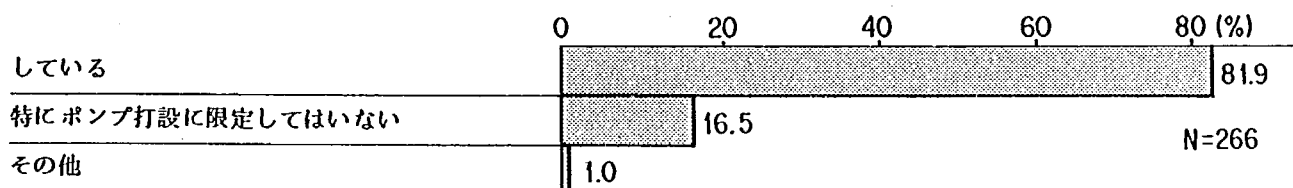
Q.4 あなたの現場ではポンプの機種を主としてどのような事項を考慮して決めていますか。



Q.5 ポンプ打設の際作業員数は主としてどのような事項を考慮して決めていますか。



Q.6 ポンプ打設による施工不良防止のため、打合せを行っていますか。



Q.7 している場合の参加範囲は、

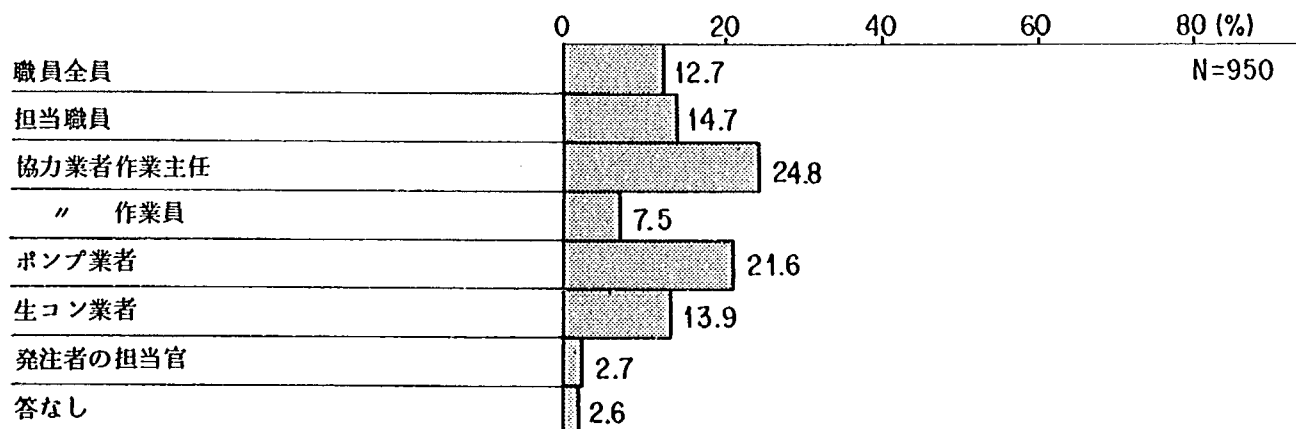


図-4.1.2 ポンプ打設実態

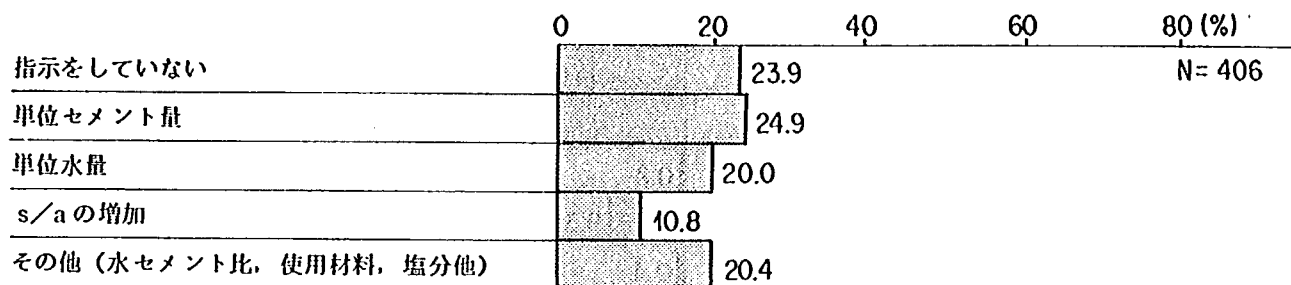
4.2 コンクリートの品質

Q.8とQ.9ではプラントに対する配合の指示内容を質問した、その結果Q.9では強度とスランプ以外はほとんどプラントまかせとの回答が大半であるのに、Q.8ではかなり細かい配合条件まで指示しているとの結果となっており、いずれとも判断できない。

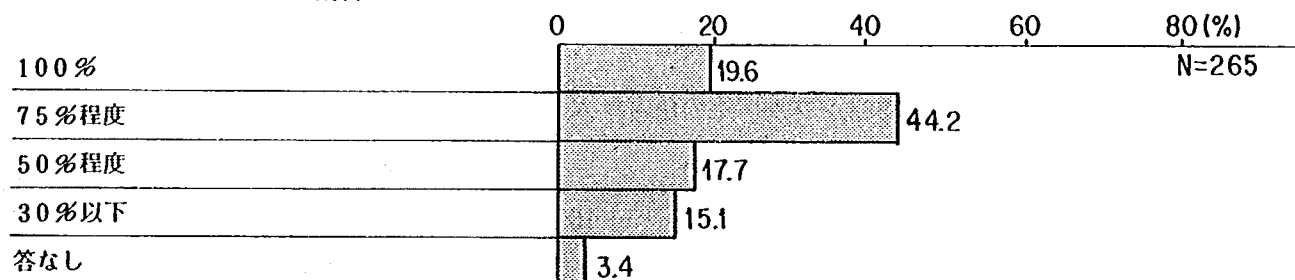
「ポンプ打設ではかなり軟練りのコンクリートが用いられている」と言われているため、実際にそのような指示がプラントに対してなされているかをQ.10で質問した。スランプの指示値は仕様の平均値としているところがほとんどで、軟らかめに指示しているのは約13%にすぎない。またポンプ打設に適当なスランプとして12cmあるいは10cmを挙げた工事が約70%を占めており、上記の予想とは逆の結果となった。このように硬練りコンクリートが支配的となった要因としては、今回の調査対象がコンクリート工事が主の比較的大きな現場であることがあげられるが、それにしても著しく軟練りのコンクリートが意識的に用いられることはほとんどないものと考えられる。

Q.12以下では、現着コンクリートのスランプが予定と違っていた場合の処置について質問した。その結果、スランプが小さかった場合には39%がそのまま打設し、32%がプラントに戻している。また水を加えて打設するとの回答が9%以上もあった。逆にスランプが大きかった場合には50%以上がそのまま打設し、39%がプラントに戻している。運搬時間が長くかかってスランプが小さくなった場合には、プラントに戻すが46%、水を加えるが10%であった。プラントに戻すとの回答がいずれの場合も30%を越えているが、その戻したコンクリートの処理方法について、廃棄すると考えている現場が約62%と大半を占めており、非常に好意的に考えているようである。廃棄場所等についてはどのように考えているのであろう。ただし他の工事現場に回すとの回答も18%あった。これらの回答は全て推測によるものであり、その実態は施工側には分からない。実際にプラントに戻されるコンクリートの割合がどの程度あるのかを含めて今後調査する必要があるかもしれない。

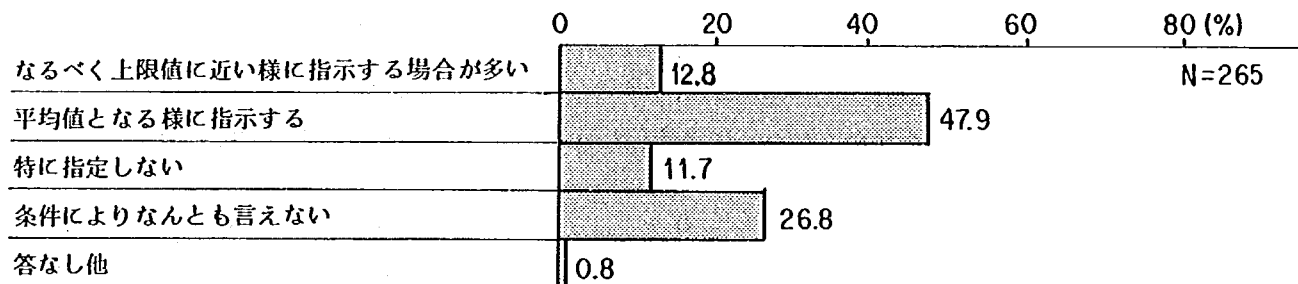
Q.8 あなたの現場では、示方配合の決定に際して、プラントに対して強度とスランプ以外の指示をしていますか。



Q.9 一般的に、示方配合の決定を、強度とスランプを指定して、あとはプラントにまかせる場合があると思いますが、その割合は、



Q.10 スランプの指定は特記仕様書の範囲内でどうプラントに対して指示しますか。



Q.11 ポンプ施工をするための現着のコンクリートのスランプはどの程度が適当と考えますか。

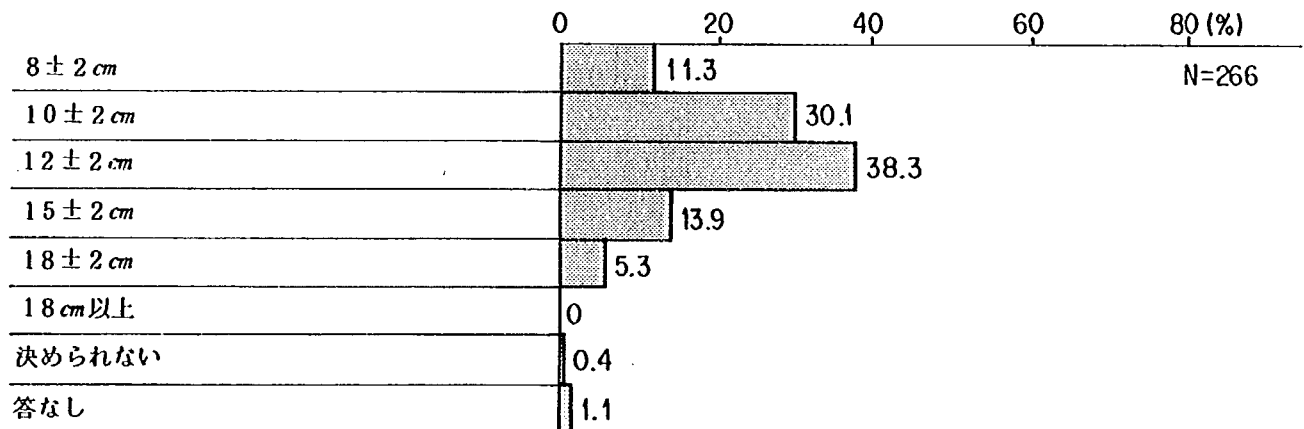
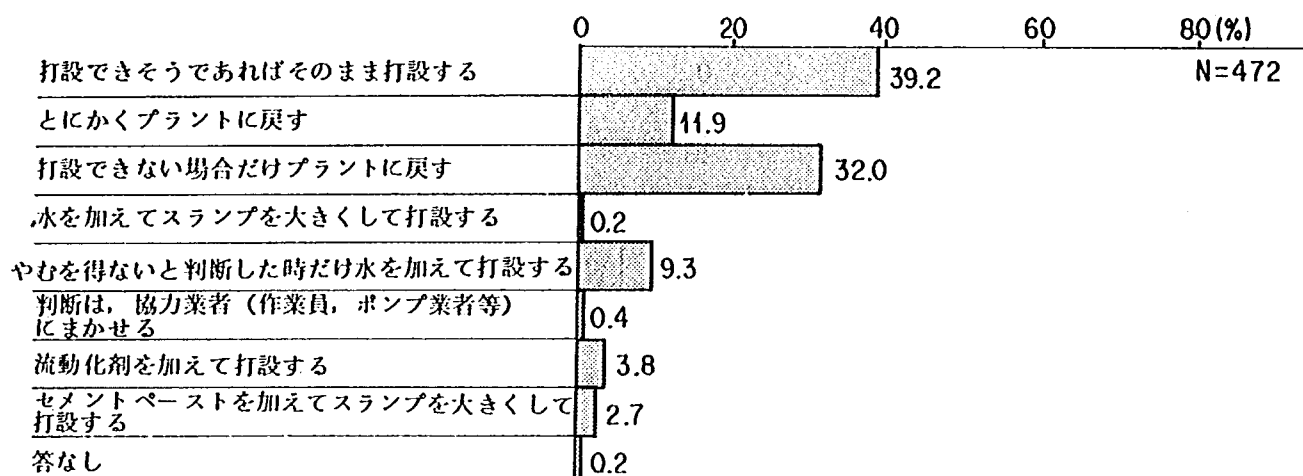
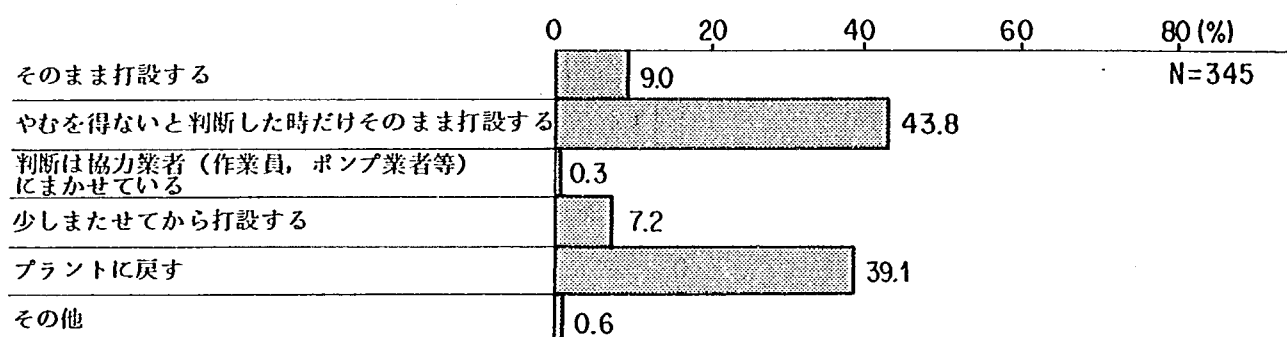


図- 4.2.1 打設コンクリートの品質

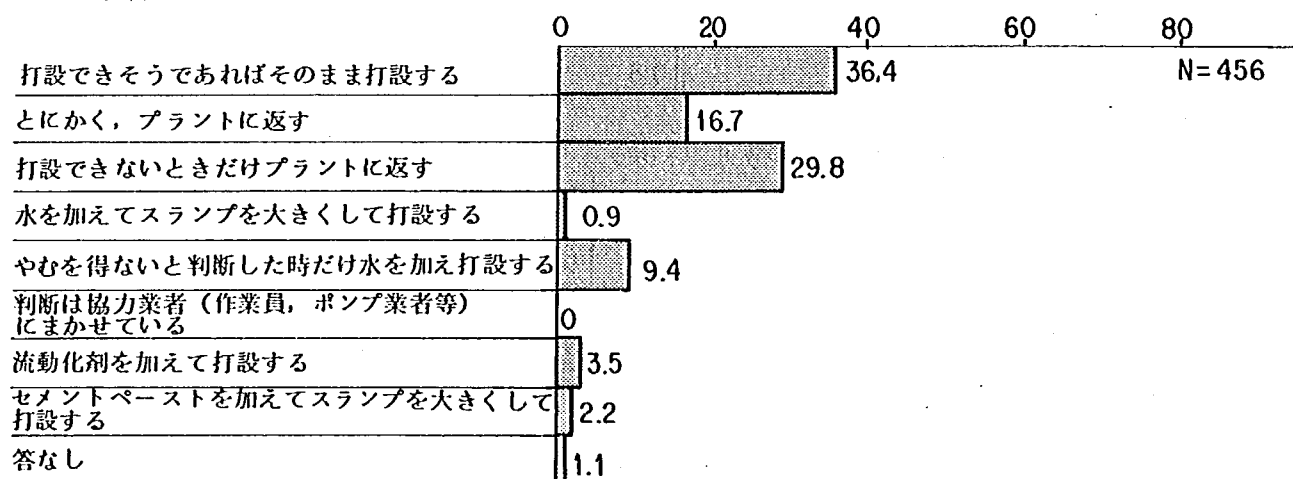
Q.12 予定の運搬時間内に現着したコンクリートのスランプが予定の値より小さかった場合の処理。



Q.13 現着したコンクリートのスランプが所定の値より大きかった場合の処置。

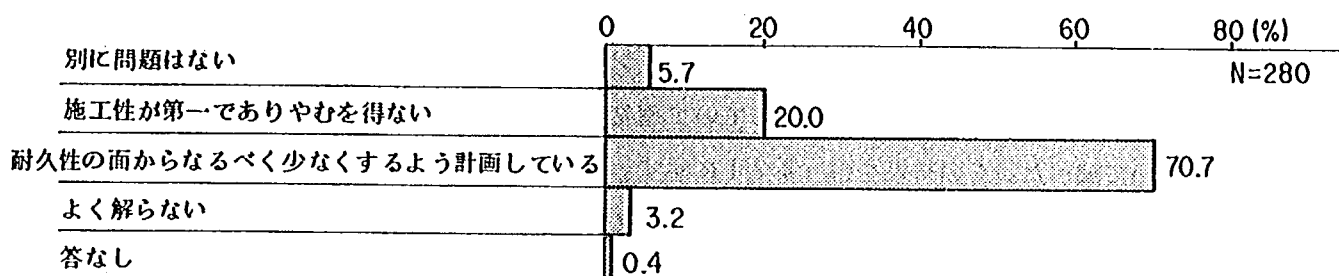


Q.14 予定より運搬時間が長かったために現着したコンクリートのスランプが所定の値より小さかった場合



図－4.2.1 打設コンクリートの品質

Q.15 スランプを大きくするために単位セメント量，単位水量等が多くなりますがこの点についてどう
 思いますか。



Q.16 コンクリートをプラントへ帰した場合プラントではそのコンクリートをどう処理すると思います
 か。

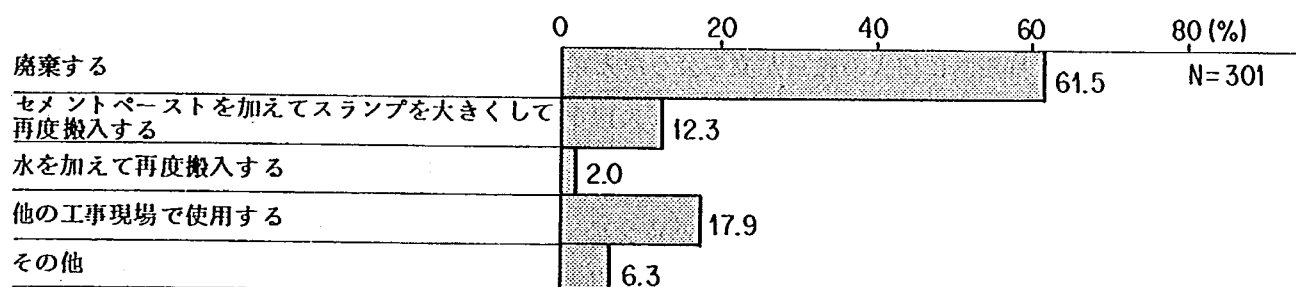


図- 4.2.1 打設コンクリートの品質

4.3 管 理

ポンプ打設の際の施工不良の原因のひとつは、「施工管理が不十分であるためである」との指摘がなされている。すなわちポンプ打設が、ポンプ業者や生コン業者を中心に行われており元請けの指示が行き渡っていない、あるいは職員の知識が不足していて適切な指示が出来ないとの指摘である。そこで管理の実態について調べた。この結果を図－4.3.1に示す。

まず「現着したコンクリートの品質の判定や打設位置の決定を、実際にはポンプ車のオペレーターがしている」との指摘に対してQ.17, Q.18の質問を行った。その結果、コンクリートの品質の判定は担当職員か発注者の担当官が行っており、ポンプ車のオペレータ他がおこなうことはほとんどないこと、打設位置の決定等も職員か協力業者の作業員が行っており、ポンプ業者が行う場合は10%以下であるとの結果となった。

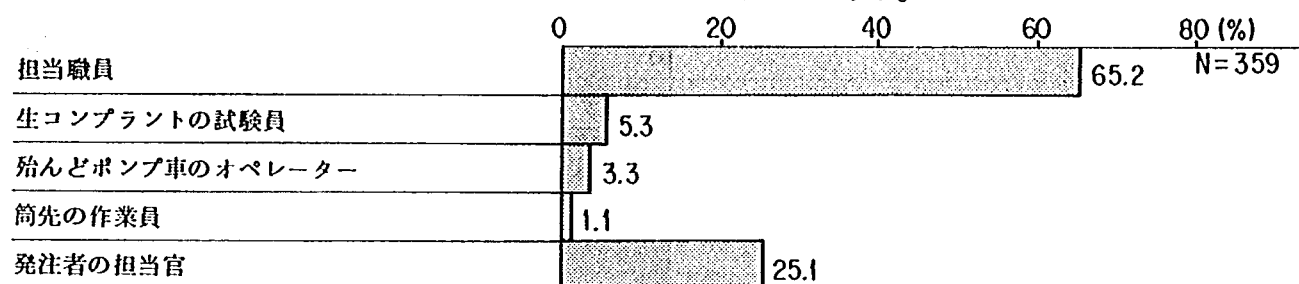
次にコンクリート打設時に何人の職員が立ち会うかとの質問に対して、100 m^3 以下では1人ないし2人、100～300 m^3 では2人、300 m^3 以上では2～3人以上との回答が最も多く得られた。一方1人未満（すなわち0人）との回答も100 m^3 以下で約4%、100～300 m^3 で約1%あった。この人数が適切かどうかは判断できかねるが、ほとんどの場合に職員が立ち会っていることは確認された。

また打設時の指揮を職員が行う割合は50～75%、協力業者の作業主任に任せる割合は50%以下で、ほぼ職員が実際の指揮を行っているとの結果が得られた。

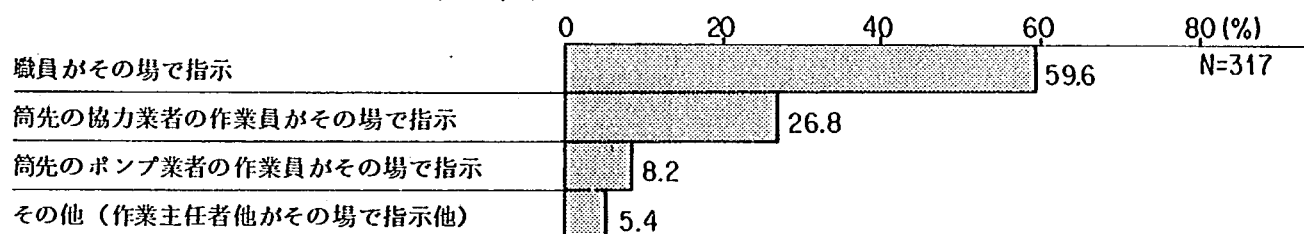
元請け職員のコンクリートに対する知識、ポンプ業者の作業員の能力、締め固め作業員の能力についての回答は“普通”がほとんどであった。

最後に「コンクリート打設作業の分業化が、施工不良の原因である」との指摘に対してQ.26の質問を行った。“そのとおりである”との回答はわずか5%であった。

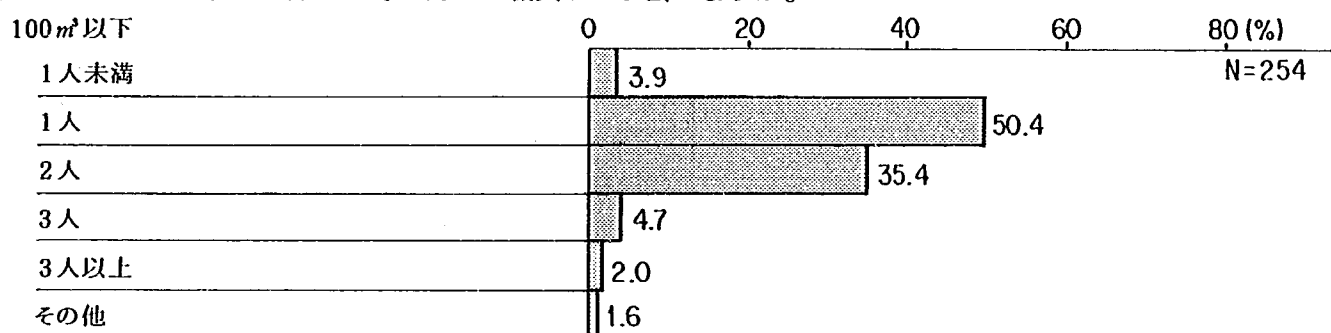
Q.17 現着したコンクリートを打設してよいかどうかの判断は誰がしますか。



Q.18 あなたの現場では筒先の位置、移動時期はどのように決めていますか。



Q.19 あなたの現場では打設の時に何人の職員が立ち会いますか。



100～300m³

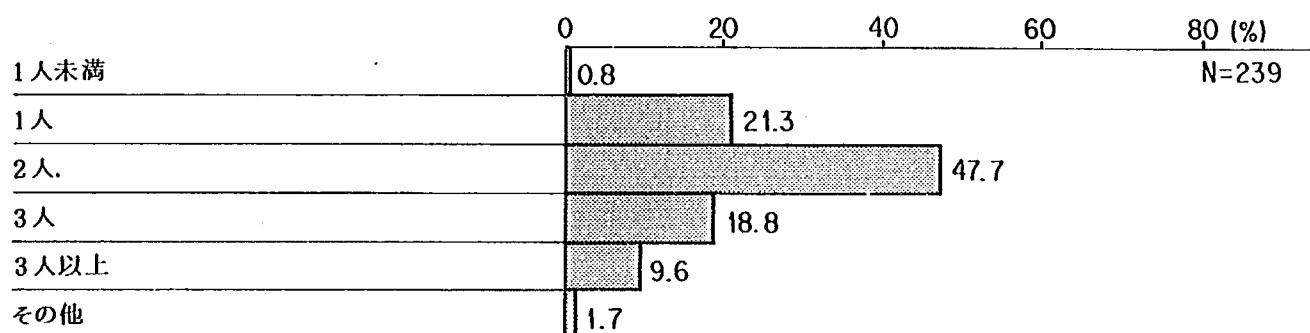
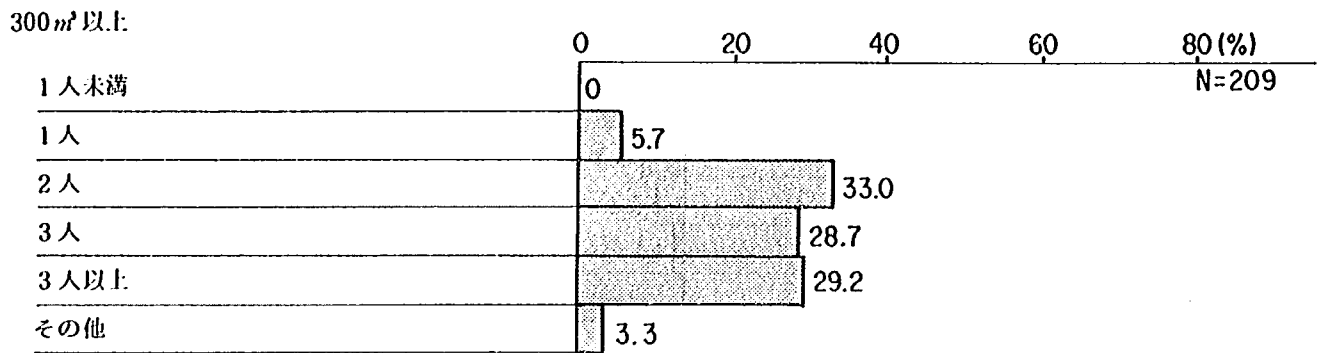
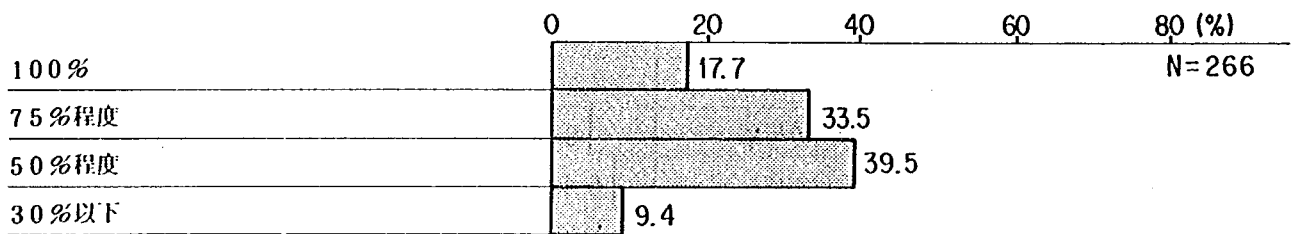


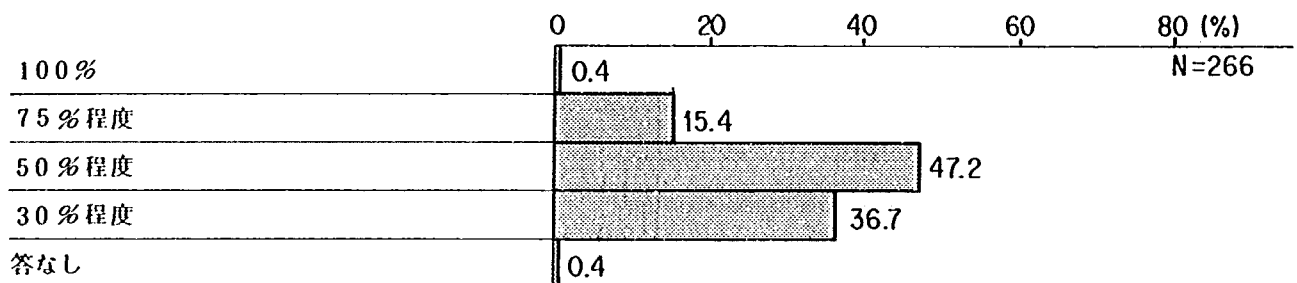
図-4.3.1 打設時の施工管理実態



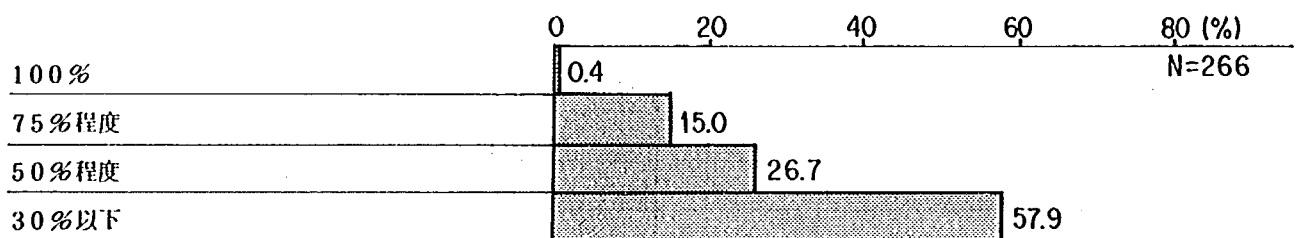
Q.20 一般的に打設作業の指揮を元請の職員が行う割合はどの程度と考えますか。



Q.21 一般的に打設作業の指揮を協力業者の作業主任にまかせる割合はどの程度と考えますか。

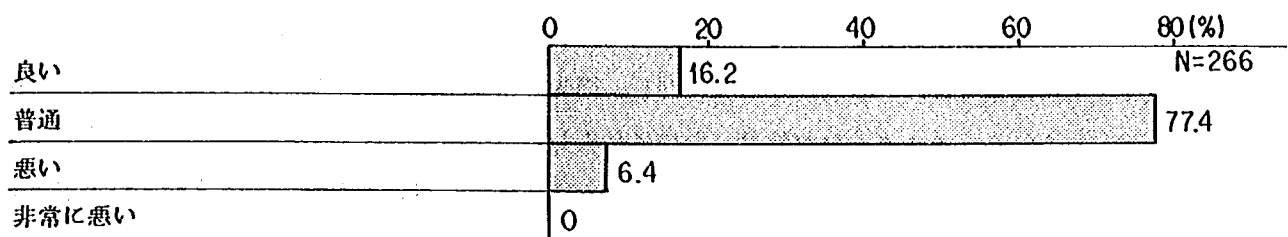


Q.22 一般的に、筒先の位置、移動時期等をポンプ業者にまかせる割合はどの程度と考えますか。

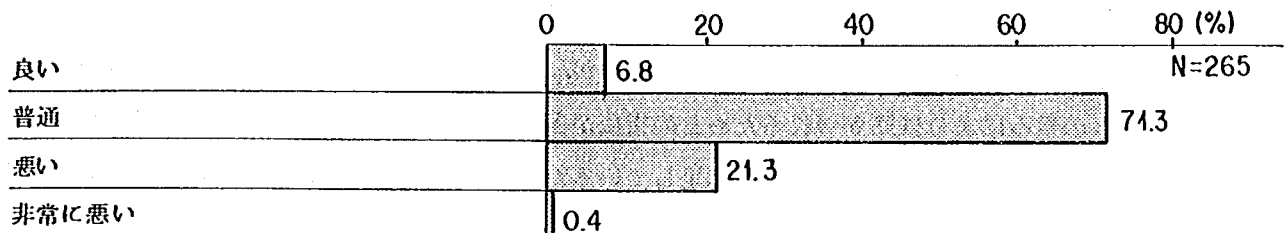


図－4.3.1 打設時の施工管理実態

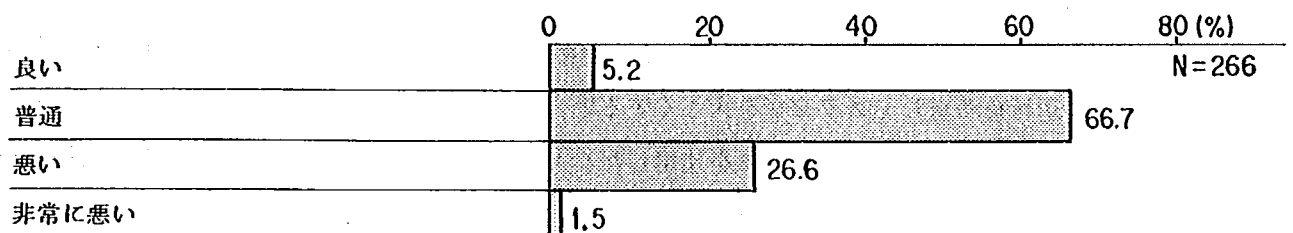
Q.23 一般的に、元請の社員のコンクリートに関する知識についてどう思いますか。



Q.24 一般的にポンプ業者の作業員の能力をどう思いますか。



Q.25 一般的に締め固め作業を行う作業員の能力をどう思いますか。



Q.26 ポンプによる打設作業と締め固め作業が分業化されており、責任の所在が不明確となっている点に問題がありますか。

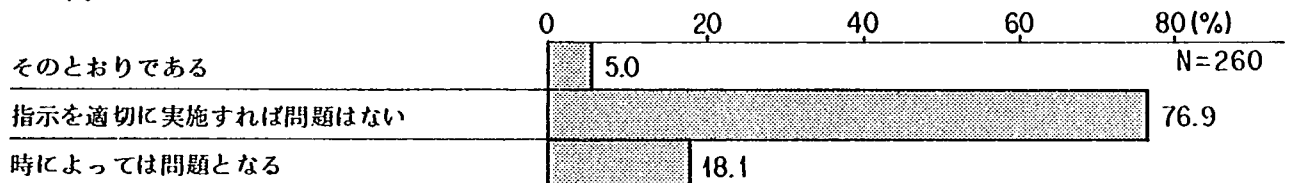


図-4.3.1 打設時の施工管理実態

4.4 施 工

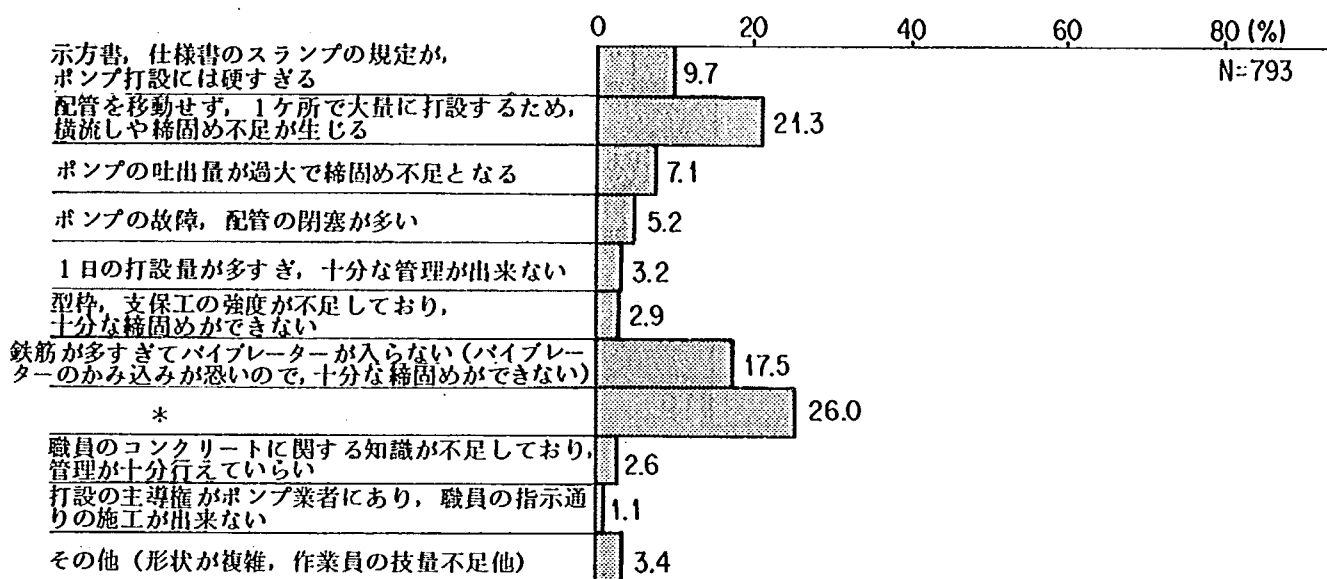
実際の施工不良の直接原因として考えられる事項及びその防止法について質問した。

打設不良の原因としては、“鉄筋等が邪魔になり、筒先が下まで入らないため、コンクリートの自由落下高さが大きくなり、モルタル分が鉄筋、型枠に付着したり、材料分離が生じる(26%)”、“配管を移動せず、1個所で大量に打設するため、横流しや締め固め不足が生じる(21%)”、“鉄筋が多すぎてバイブレーターが入らない(18%)”の3項目が多かった。一方その解消策としては、“ポンプ業者、作業員にたいする教育”、“ポンプ筒先が入るような鉄筋間隔の確保(示方書の改定)”、“コンクリートの自由落下制限(1.5 m)の遵守”、“優秀な作業員の確保”があげられている。

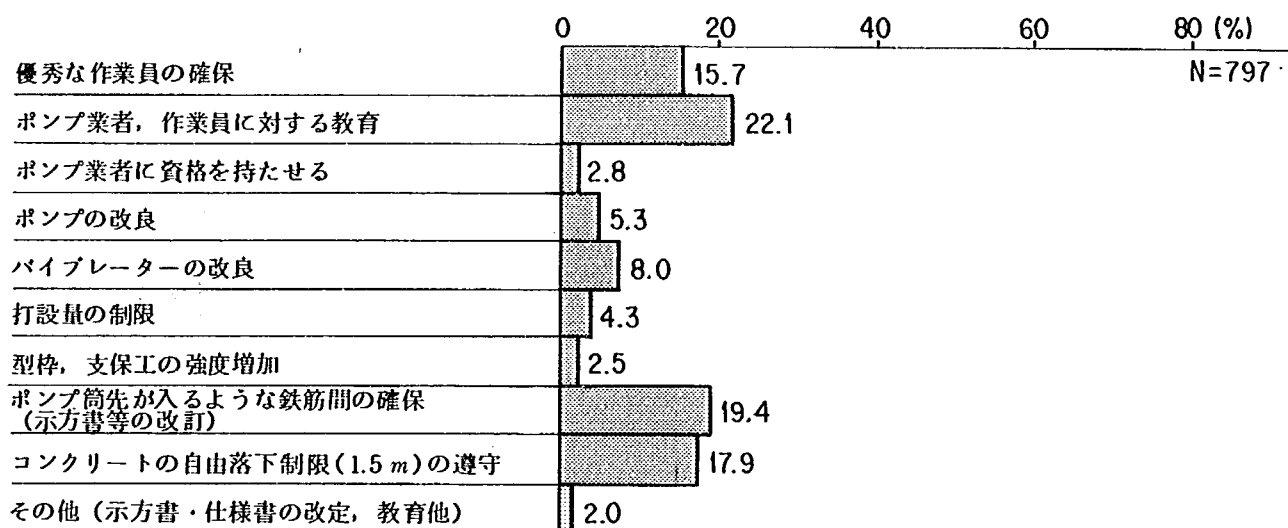
また、鉄筋のかぶり不足がしばしば指摘されているが、鉄筋の乱れの原因としては、作業員の歩行やポンプホースの重みにより鉄筋がづれるためとの指摘が多かった。これは鉄筋の結束やスペーサーの固定が不十分なことや、スペーサーの強度が不足しているために生じ易くなっていると考えられているようである。

軟練りコンクリートの使用によるコンクリートの品質低下を防ぐために流動化コンクリートの利用が考慮されつつある。特に土木学会「コンクリートのポンプ施工指針(案)」の20条では、スランプをプレストレストコンクリートの場合は10 cm以下、無筋および鉄筋コンクリートの場合は12 cm以下を標準とすると規定し、圧送性を考慮してスランプを大きくする場合には流動化コンクリートとすることとしている。しかしいままでに流動化コンクリートを使用したことのある現場は約25%であり、今後の使用に対しても積極的に採用すべきとする現場は13%弱にすぎず、消極的な現場が多いようである。

Q.27 ジャンカ等の打設不良が生じる原因



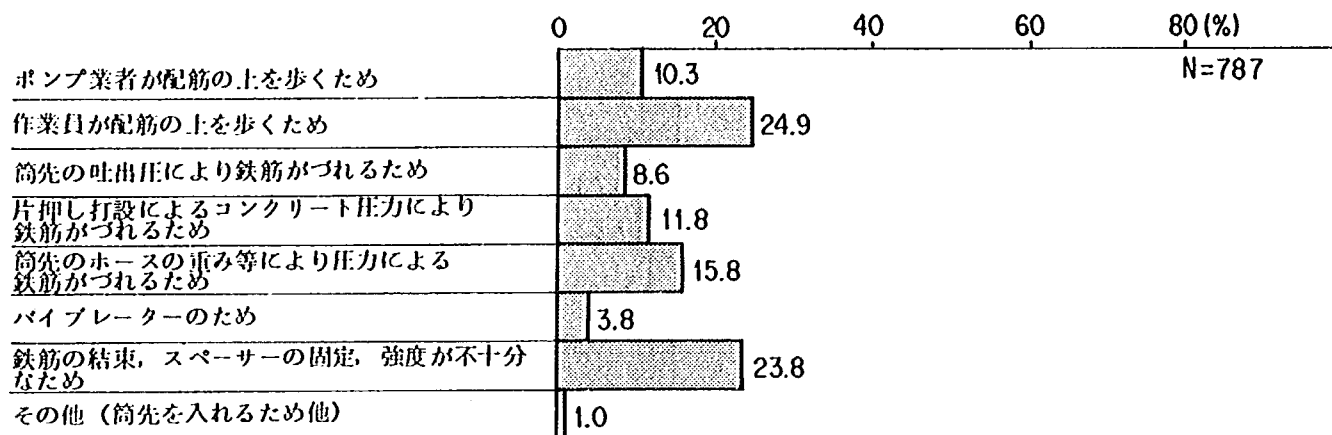
Q.28 上記原因を解消する方法として適切なもの。



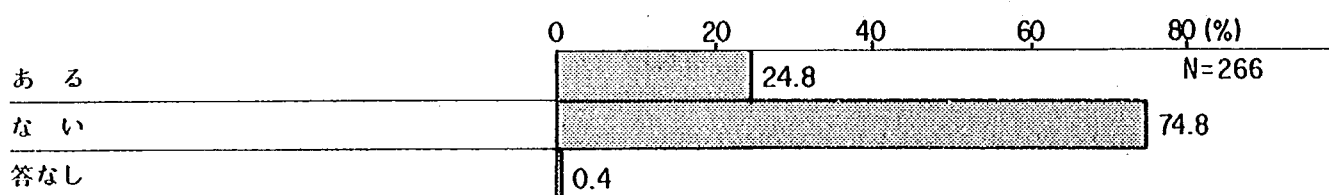
*鉄筋等が邪魔になり、筒先が下まで入らないため、コンクリートの自由落下高さが大きくなり、モルタル分が鉄筋、型枠に付着したり、材料分離が生じる

図-4.4.1 打設不良の原因

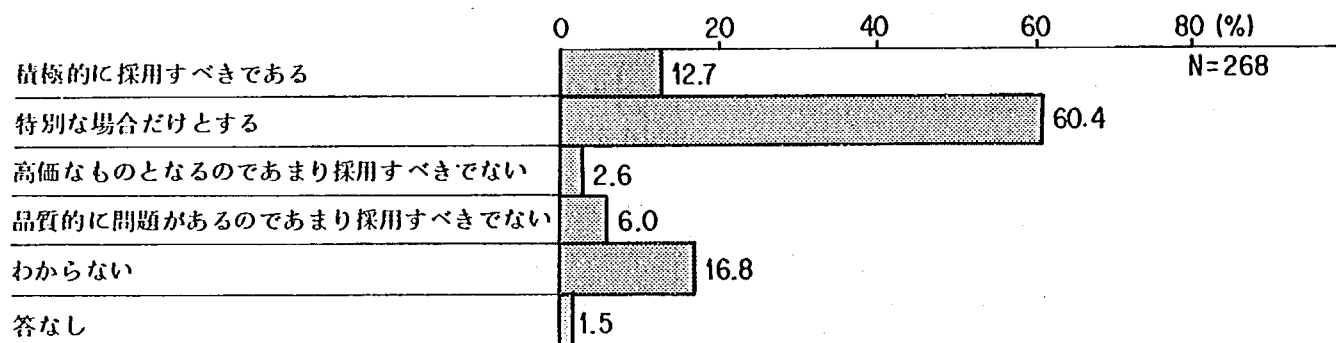
Q.29 ポンプ打設による鉄筋の乱れの原因として重要と考えられるもの。



Q.30 流動化コンクリートの使用経験



Q.31 流動化コンクリートの採用について



図－4.4.1 打設不良の原因

4.5 ま と め

アンケートの結果、施工側は打ち合わせ等をかなりしっかり行っており、スランプなどのコンクリートの品質管理や施工管理についても、十分配慮している実態がかなり明確になったものと思われる。

コンクリートの施工不良の原因として「鉄筋量が多く、間隔も狭いため上部からコンクリートを自由落下させるが、バイブレーターは入らないし、打設速度も速いために締め固めが不十分になること」、「鉄筋の結束が不十分であったり、スペーサーの強度が不足しているため作業員やポンプホースの重みにより鉄筋がずれること」があげられた。この解決策としては、作業員等の知識、能力が“普通”では不十分であり、さらに教育する必要があることがあげられているが、鉄筋量や鉄筋間隔等を決定する際、設計の段階で施工性を十分考慮することが重要であり、上記原因による施工不良の責任を全て施工側にありとするのは問題であろう。

従来から指摘されていた超軟練りコンクリートの使用については、意識的にそれを使用することはまず考えられないが、現着のコンクリートが軟らかい場合にはそのまま打設したり、硬い場合には水を入れることもあるようである。この点に関しては、品質管理の行き届いたプラントの選定が問題解決の最も確実な方法と考えられるが、現状ではプラントの選定が自由にできないためこの方法を採用することは出来ず、今後他の対応を考えて行く必要がある。

5. 締 固 め

コンクリートの強度、水密性等の品質は締固めの度合によっても影響を受ける。すなわち、コンクリートを十分締固め、密実なものにする必要がある。

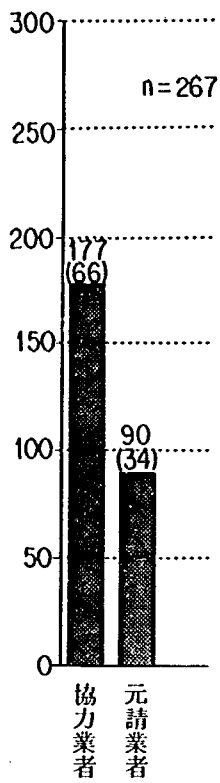
ここでは、どのような機材で、どのように締固めを行い、締固めに関し現場技術者がどのような考えを持っているかについて調査を行った。

5.1 振動締固めに関する現状

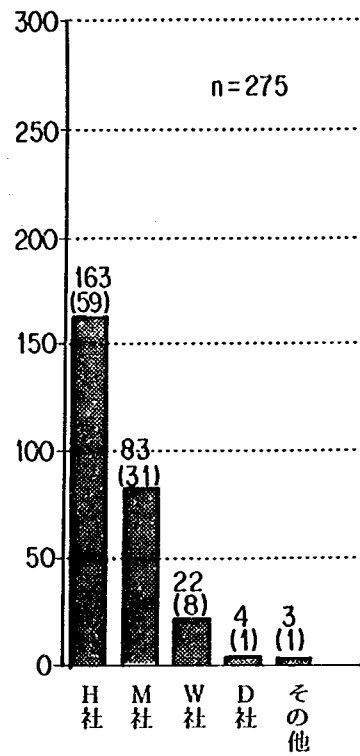
(1) バイブレーター

バイブレーターは協力業者、元請が夫々所有しているが、協力業者の割合が多い(66%)。機種に関しては、高周波型が圧倒的に多く(85%)、振動数は12,000 rpm以上が4.9%で、10,000～12,000 rpmが30%である。

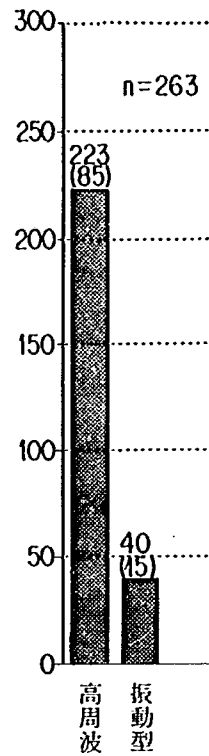
形状は、棒状が圧倒的に多く(92%)、長さは4 mが約60%を占めている。



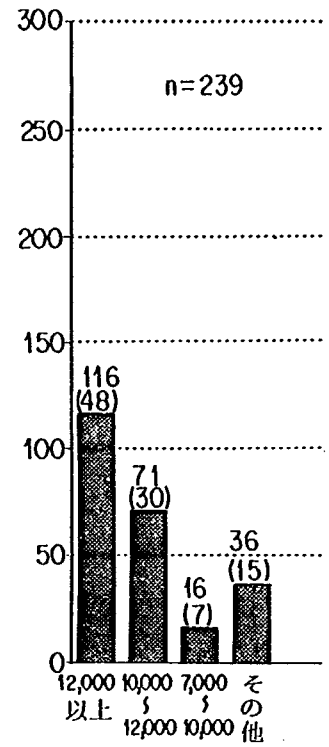
a. 所有者



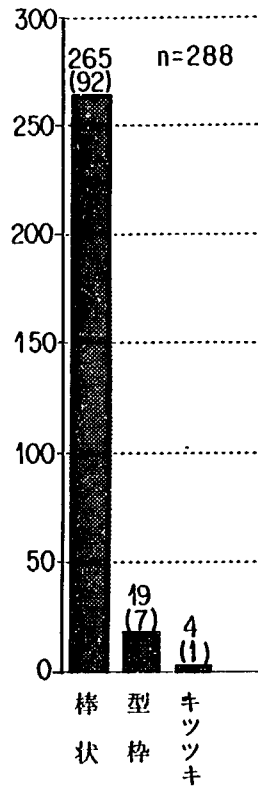
b. メーカー



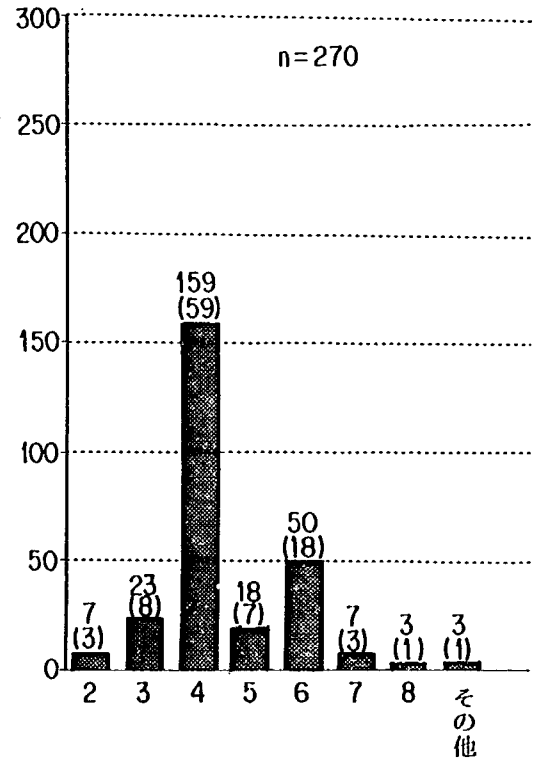
c. 機種



d. 振動数 (rpm)



e. 形状



f. 長さ (m)

図-5.1.1 使用バイブレーターの実態

(2) コンクリートの打込み方法

(a) 壁

打込み高さは、 $1\sim 2\text{ m}$ が若干多いが (約30%)、その他は平均化している。

打設量は、 $0\sim 50\text{ m}^3$ (34%) と $50\sim 100\text{ m}^3$ (25%) であり、 100 m^3 以下が約60%を占めている。

打設速度は $20\text{ m}^3/\text{h}$ と $30\text{ m}^3/\text{h}$ が夫々39%であり、両者合わせると約80%を占める。

(b) 柱

打込み高さは、壁の場合と同様に $1\sim 2\text{ m}$ が若干多いが (27%)、その他の高さに分散している。

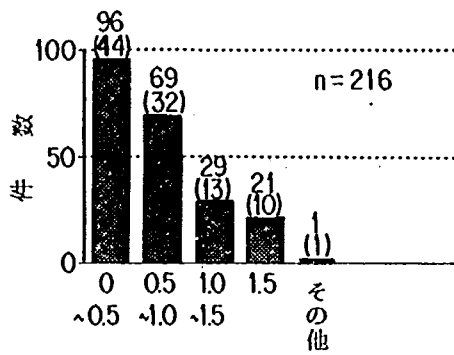
打設量は $0\sim 50\text{ m}^3$ が50%強であり、次いで $50\sim 100\text{ m}^3$ (24%) となっている。

打設速度は $20\text{ m}^3/\text{h}$ が50%であり、 $30\text{ m}^3/\text{h}$ が30%弱となっている。

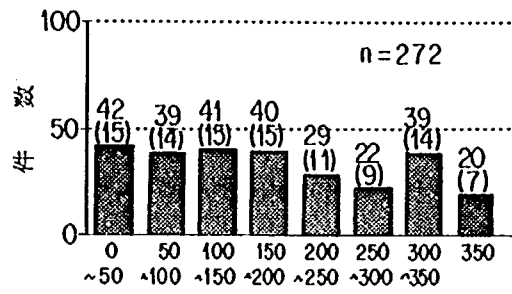
(c) スラブ

打込み高さは $0\sim 0.5\text{ m}$ が44%、 $0.5\sim 1.0\text{ m}$ が32%となり、 1.0 m 以下が多い。

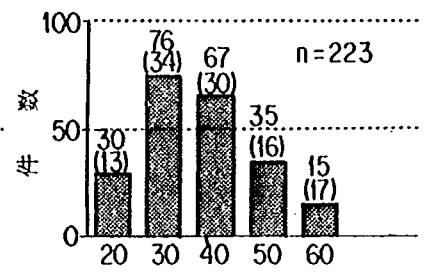
打設量は、特に特色はなく平均化している。



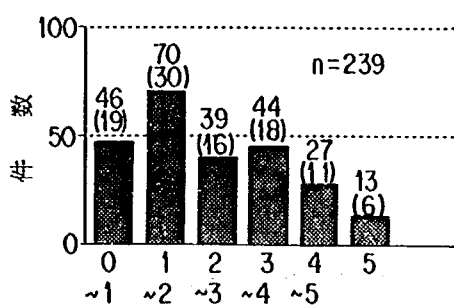
a.1 スラブ・打込み高さ (m)



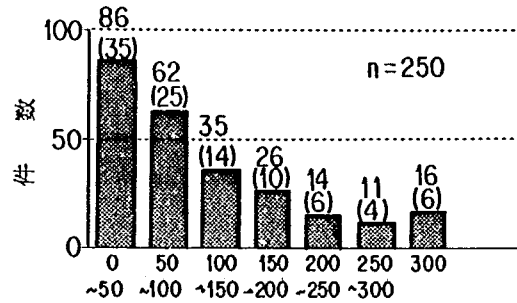
a.2 スラブ・打設量 (m³)



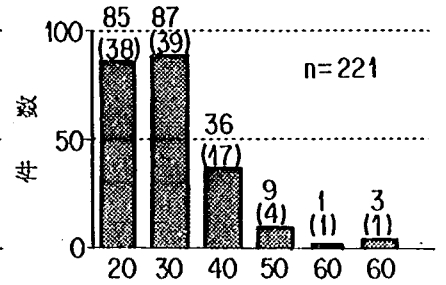
a.3 スラブ・打設速度 (m³/h)



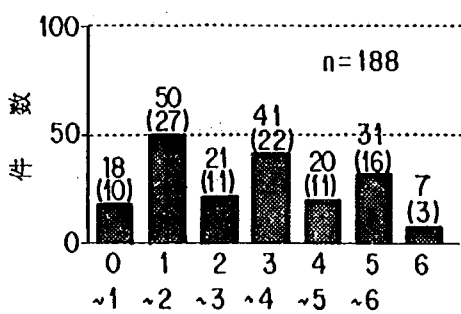
b.1 壁・打込み高さ (m)



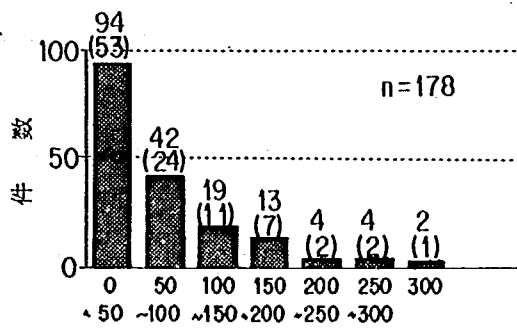
b.2 壁・打設量 (m³)



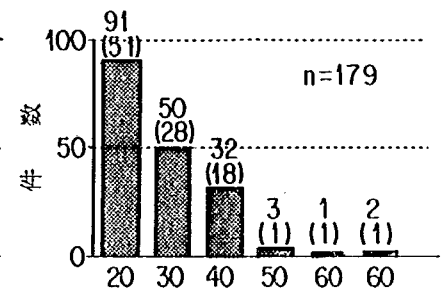
b.3 壁・打設速度 (m³/h)



c.1 柱・打込み高さ (m)



c.2 柱・打設量 (m³)



c.3 柱・打設速度 (m³/h)

図－ 5. 1. 2 構造物別打設方法

(3) 締固め方法

(a) 密実なコンクリートを打設するのに困難な部位は、壁が圧倒的に多い(76%)。

(b) ポンプ車1台当りのバイブレータ台数及び作業員の数

バイブレータの台数は3台が一番多く(41%)、次いで4台(25%)、2台(20%)となっている。

バイブレータ1台当りの人員は1～2人(39%)、または2～3人(46%)が多い。

バイブレータの予備台数は、1台(67%)が圧倒的に多い。

(c) 締固め時間及びバイブレータ挿入間隔

締固め時間は、5～10秒と10～15秒が夫々25%であり、両者で50%を占める。

バイブレータの挿入間隔は、40～60cmが54%を占め、その前後の間隔が多い。

(d) 締固め作業の指示者

指示者はほとんど社員であり、そのうち作業主任が63%、職員が36%である。

(e) 作業員の経験年数

経験年数は3年以上が92%で圧倒的に多い。

(f) 十分な締固めを行うためのスランプの大きさ

スランプは10cmが33%、12cmが40%であり、10、12cmに集中している。

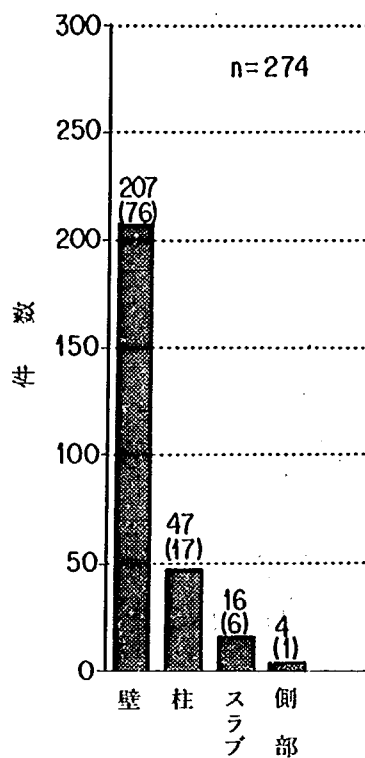
(g) 締固め完了の判断

締固めが完了したか否かの判断は「コンクリートの表面状況(気泡の発生、平坦化、など)」が39%、「せき板面にモルタルが上昇した時」が26%であり、両者を合わせると65%となり、過半数を占めている。

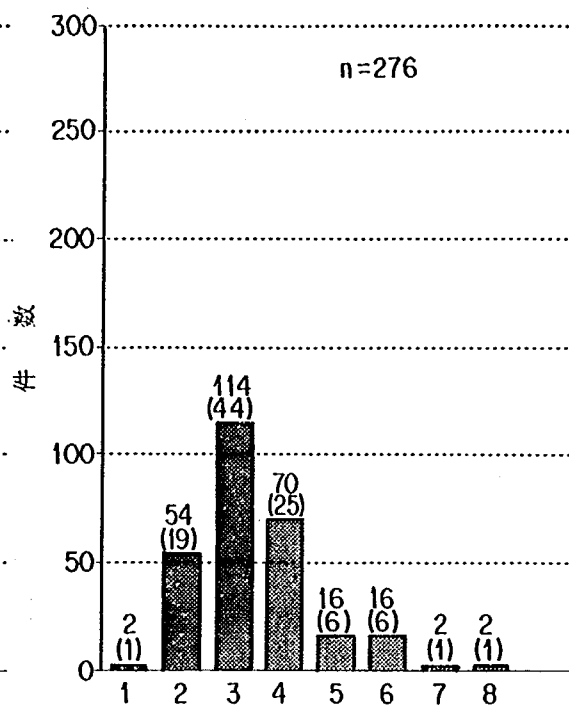
(h) 密実なコンクリートを作るための締固めに関する努力

計画・管理面に関しては、①「作業員の教育」が約30%を占め、②「構造物の種類によって直径の異なるバイブレータを準備する」が約20%で、両者で約50%を占める、それ以外では、「余裕のある台数の準備」と「適正な人員及び経験者の配置」などである。

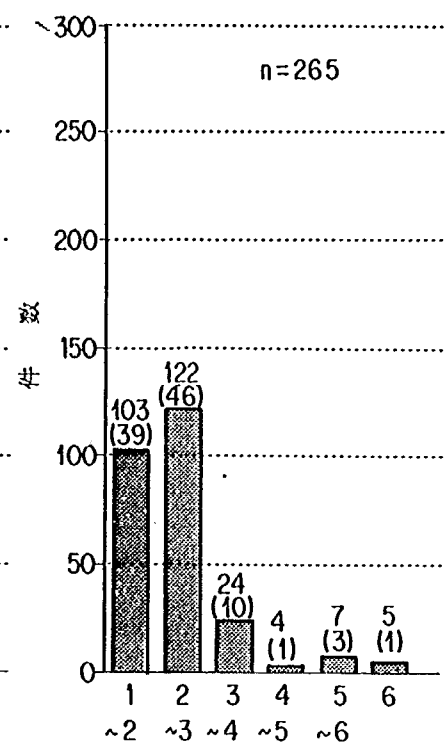
施工方法に関しては、①「バイブレータを万遍なくかける」が24%、②「鉛直に下層10cm程度差し込む」、「横流しの禁止」、「コンクリートのまわりにくい個所の入念な施工」が夫々15%、その他「打込速度の制限」、「締固め間隔と打継時間の厳守」、「コンクリートの落下高さの制限」など、コンクリート打込み、締固めに関する基本事項が挙げられている。



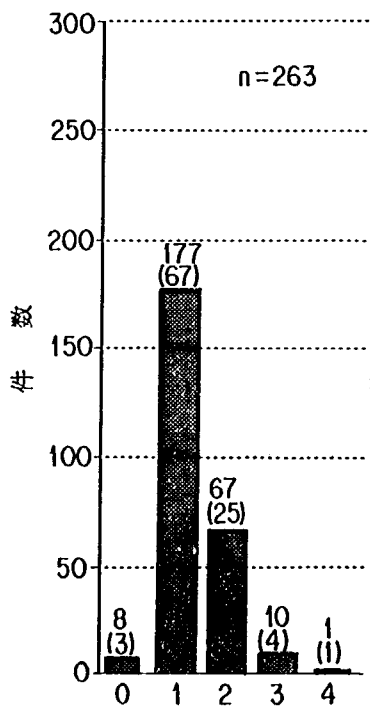
a. 締固めの困難な所



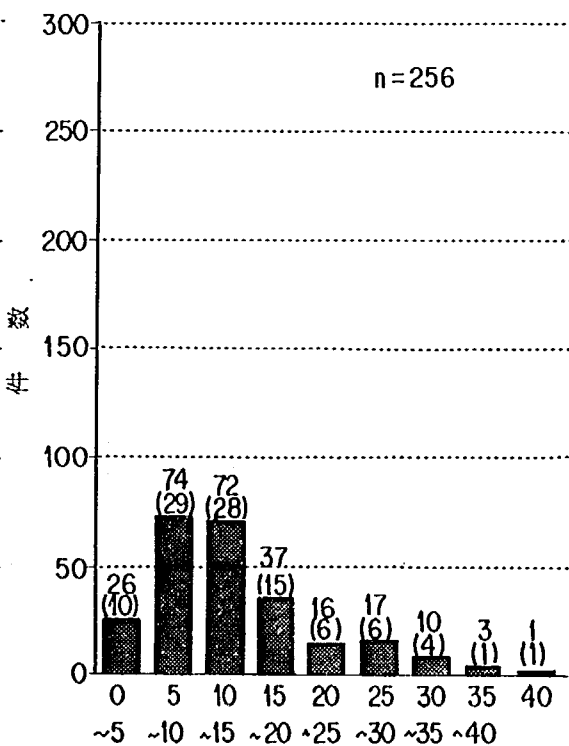
b.1 バイブレーターの使用台数(台)



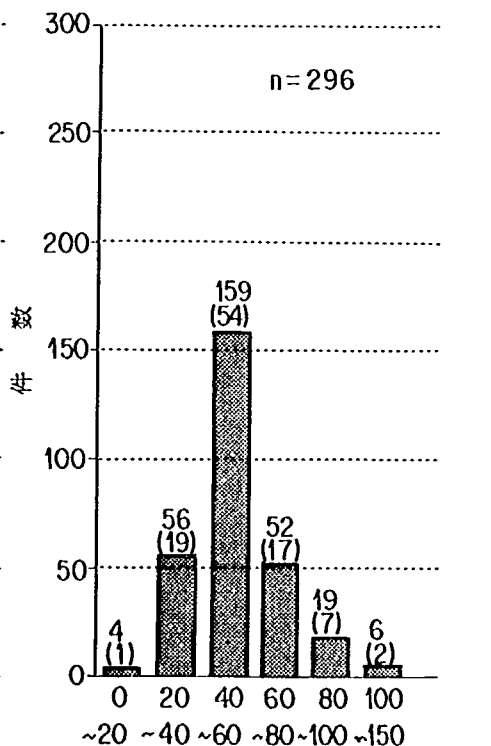
b.2 バイブレーター
1台当りの人員(人)



b.3 バイブレーターの
予備台数(台)

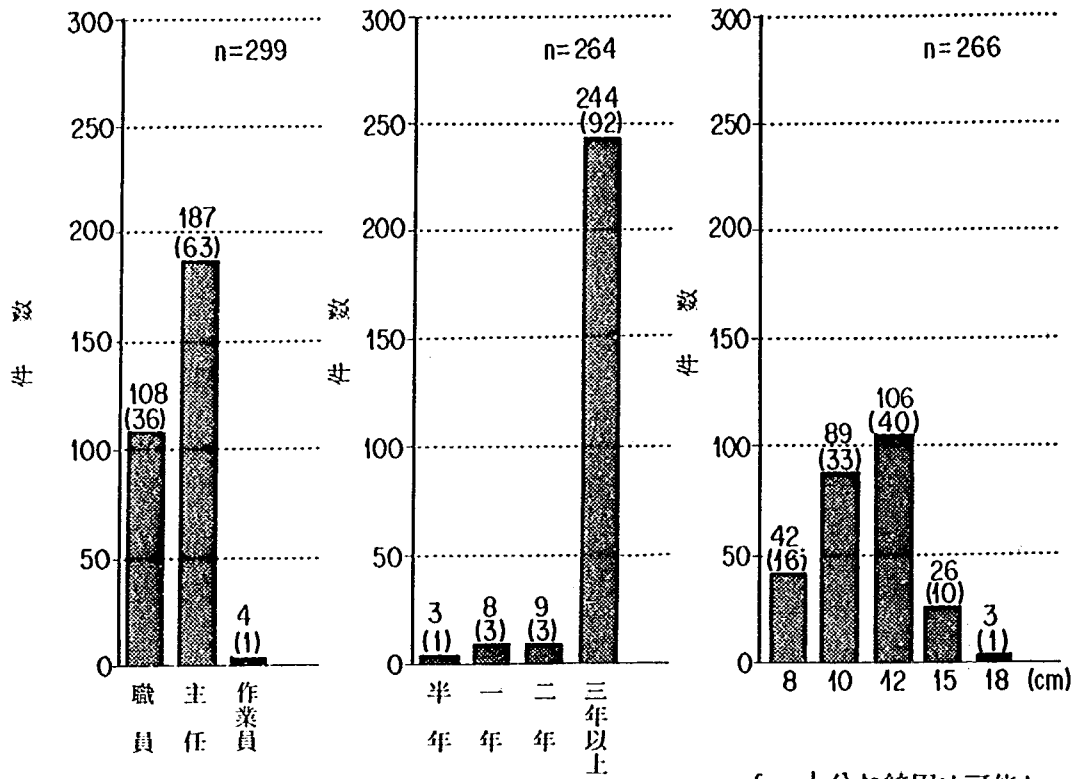


c.1 バイブレーターの加振時間(秒)



c.2 バイブレーターの挿入間隔(cm)

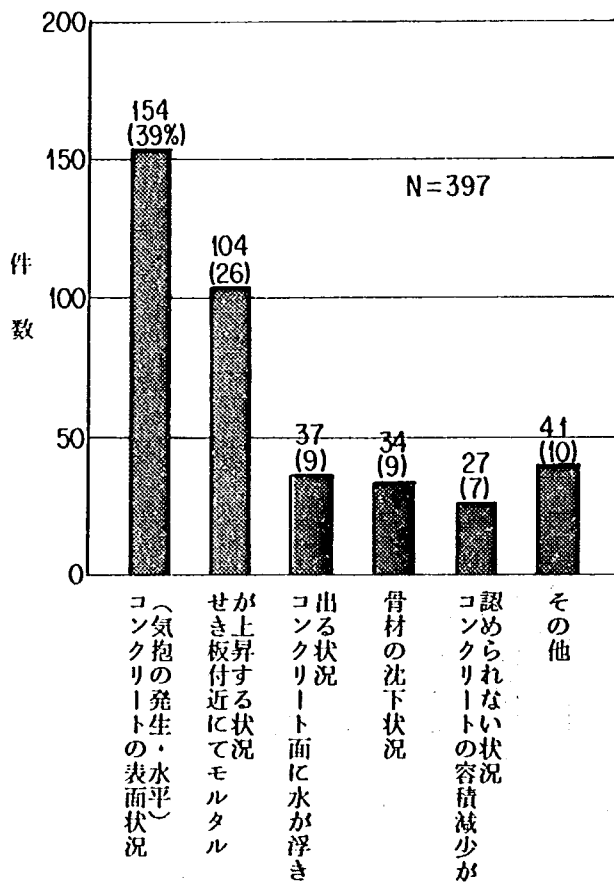
図- 5. 1. 3 締固め方法



d. 締固め作業の指示者

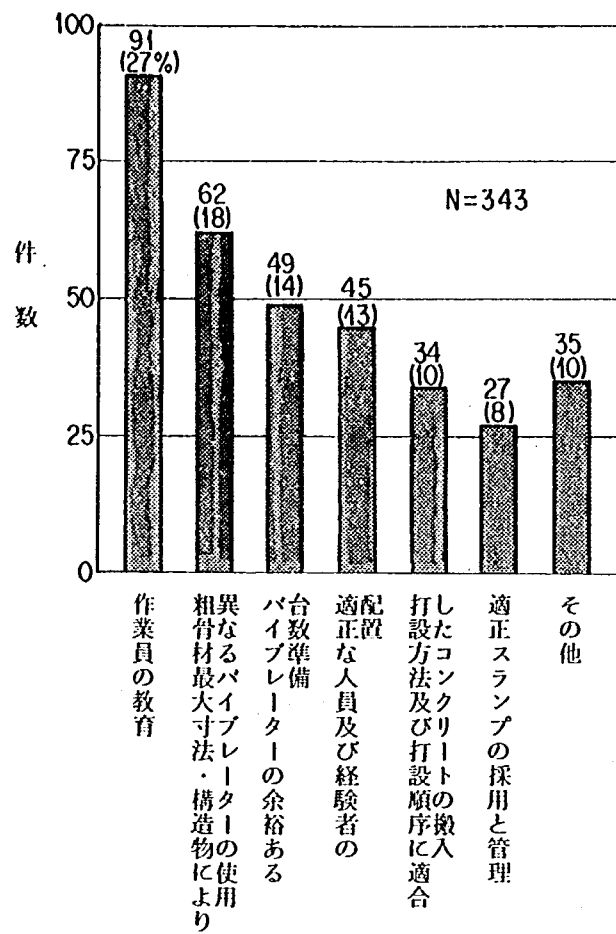
e. 作業員の基準年数

f. 十分な締固め可能な
コンクリートのスランプ

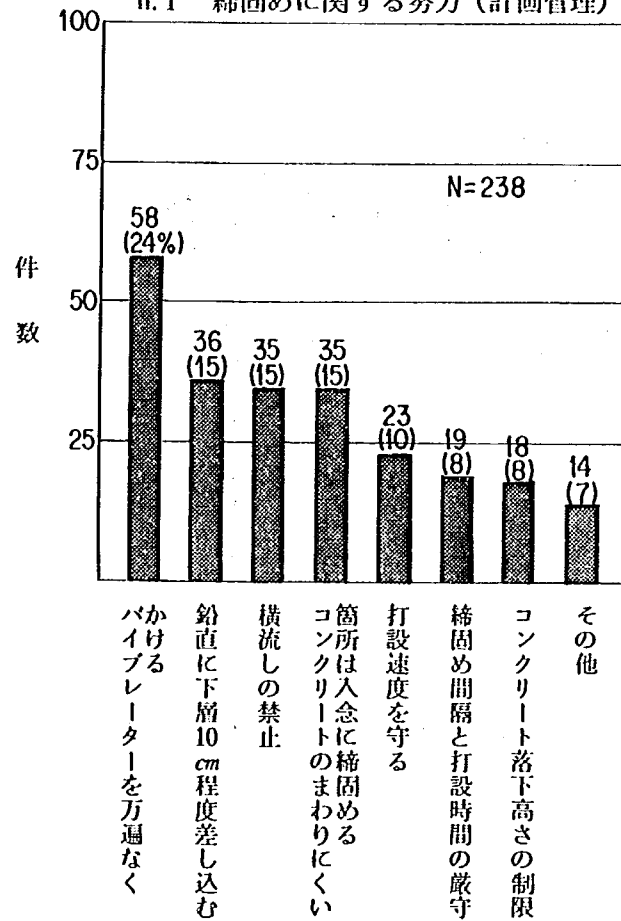


g. 締固め完了の判断

図- 5. 1. 3 締固め方法



h. 1 締固めに関する努力（計画管理）



h. 2 締固めに関する努力（施工方法）

図- 5. 1. 3 締固め方法

5.2 振動締固めに関する今後の改善すべき事項

(1) バイブレータの改良，開発すべき事項

バイブレータの改良，開発に関しては，①「軽量・コンパクト化」が58%を占め，②「細くて能力のあるもの」が14%である。

また，③「故障の少ないもの」が11%となっている。すなわち，取扱いが容易で（軽量・コンパクト化），耐久性のあるもの，に関する要望が圧倒的に多い。

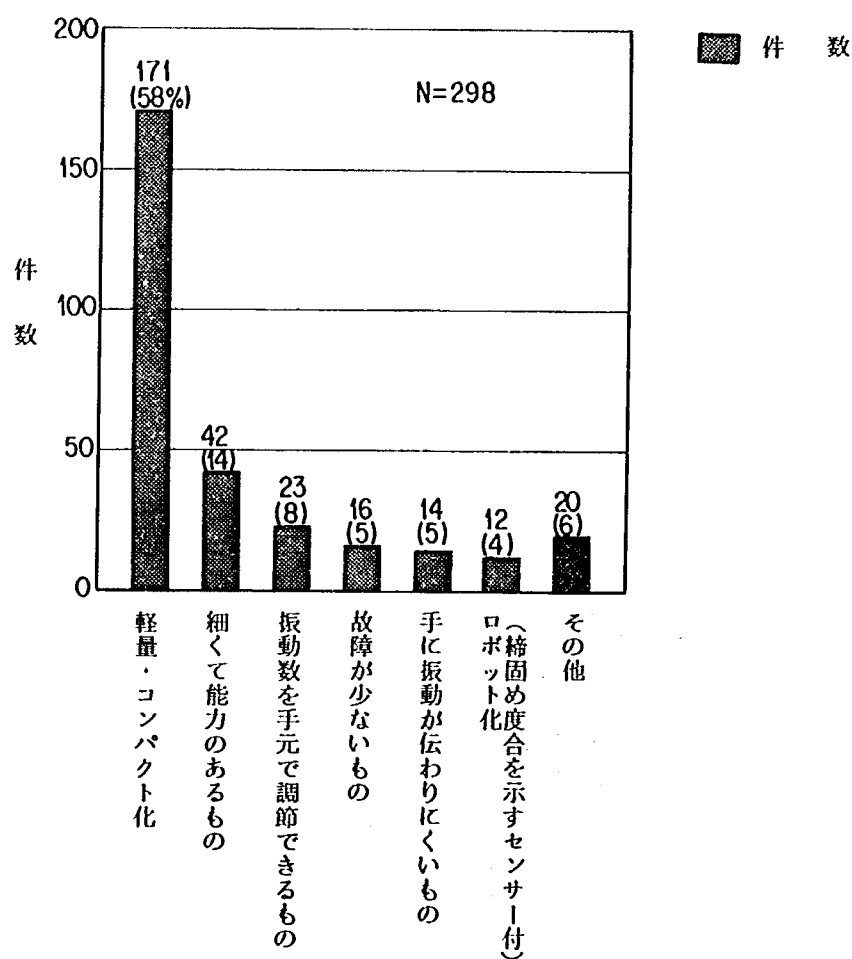
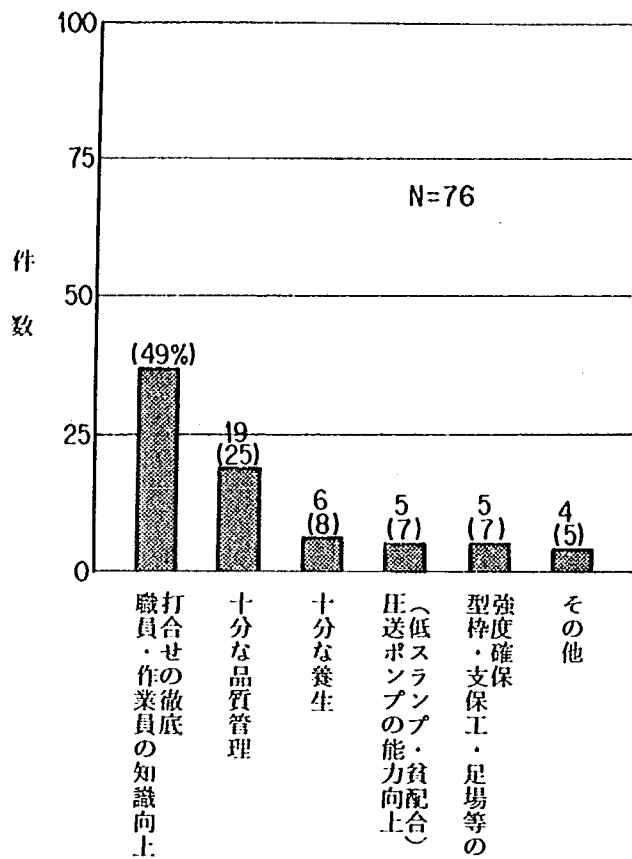


図-5.2.1 バイブレータの改良，開発事項

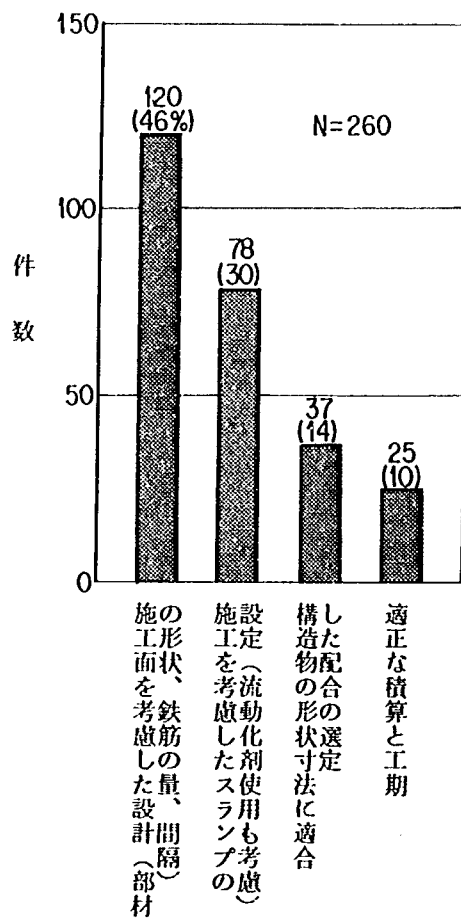
(2) 密実なコンクリートを打設するための対策

施工上の配慮に関しては、①「職員、作業員の知識向上と打合せの徹底」が49%、②「十分な品質管理」が25%であり、両者合わせると74%を占める。それ以外では、「十分な養生」や、「圧送ポンプの能力向上」、「型枠・支保工・足場、等の強度確保」、他となっている。

発注者に対する要望に関しては、①「施工面を考慮した設計（部材の形状、鉄筋量・鉄筋間隔）」が46%を占め、②施工を考慮したスランプの設定（流動化剤の使用を含む）が30%である。その他、「構造物の形状・寸法に適合した配合の選定」、「適正な積算と工期の設定」など無視できない項目が挙げられている。



a. 施工面への配慮



b. 発注者に対する要望

図-5.2.2 密実なコンクリートを打設するための配慮、要望

6.3 ま と め

(1) バイブレータについて

バイブレータの機種は高周波型で、棒状形内部振動機が圧倒的に多く使用されている。粗骨材の最大寸法20～25mm、スランプ10～12cmのコンクリートを時間当たり20～40m³の打込速度でポンプ圧送した場合のバイブレータ使用台数は3～4台、予備1台が一般的であり、バイブレータの能力より判断すれば使用台数は十分と考えられる。

バイブレータの改良・開発すべき項目として、「軽量・コンパクト化」、「細くて能力のあるもの」等、取扱いの容易さが強く望まれている。このことは、作業員の高令化や長時間作業による疲労等が問題視されているものと考えられる。

(2) コンクリートの締固めについて

コンクリートの締固めに対する作業の指示は、ほとんど作業主任及び職員が行っていること及び作業員が3年以上の経験者にて構成されていることは、コンクリートの締固めの重要性を認識していると言える。しかし、密実なコンクリートを作るための締固めに対する努力として、「作業員の教育」、「適正な人員及び経験者の配置」等が挙げられている。このことは、まだ不十分な状態であると考えられる。

一方、発注者に対する要望として、「施工面を考慮した設計（部材の形状、鉄筋量、鉄筋間隔）」、「構造物の形状、寸法に適合した配合、スランプ」等があげられている。

以上のように、コンクリートの耐久性向上に対し、密実なコンクリートを施工するために、締固めを充分行うことの重要性は認識されており、努力されているが、今後より一層コンクリートの品質を向上させるために、施工者サイドの努力はもちろんのこと、設計者サイドの認識を新たにするよう働きかけ、設計・施工双方から努力する必要があると考えられる。

6. 品質管理

コンクリート工事における品質管理項目として、材料、製造設備、コンクリート、型わく・鉄筋等を取上げ、これらの管理状況について、アンケート調査を行った。

また、管理体制、品質管理の手法についても、参考資料やコメントをいただいた。

これらの集計結果を以下に示す。

6.1 材 料

(1) セメント

セメントに関する品質等の確認状況は、表－6.1.1のようである。

セメントの種類ならびに製造工場名は、90%前後の現場で確認されており、物理試験・化学分析結果の確認は、それぞれ約82%および74%となっている。

アルカリ含有量を確認している現場も44%に及んでおり、新鮮度、水和熱およびメーカの品質管理状況を管理項目として取上げている現場もみられる。

図－6.1.1に示すように、これらの確認頻度は、月1回又は工事前に確認している場合が大多数である。

試験方法は、不明（無解答）を除くと、全てJIS・土木学会となっている。しかし、アルカリ含有量の試験方

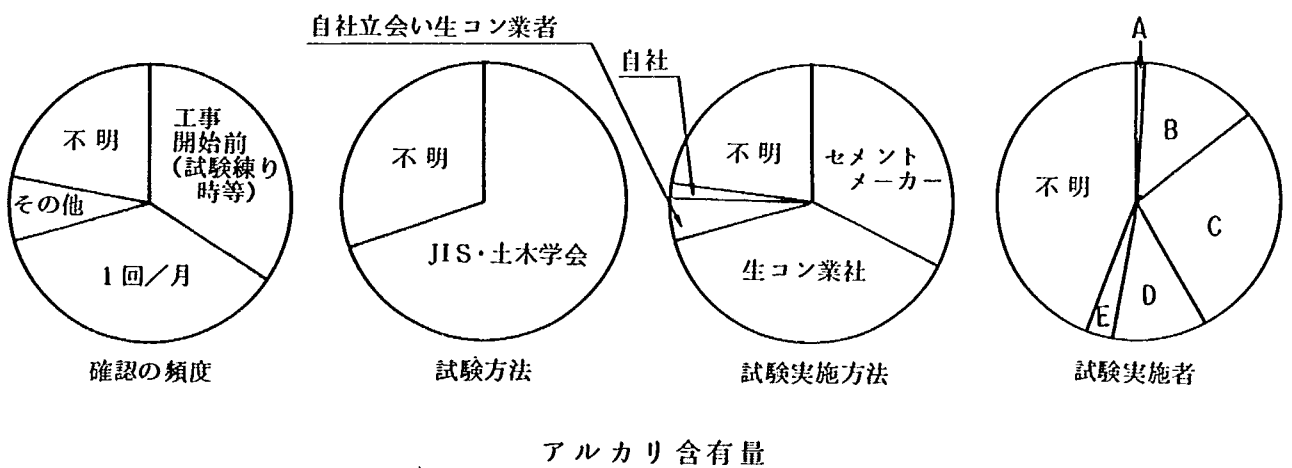
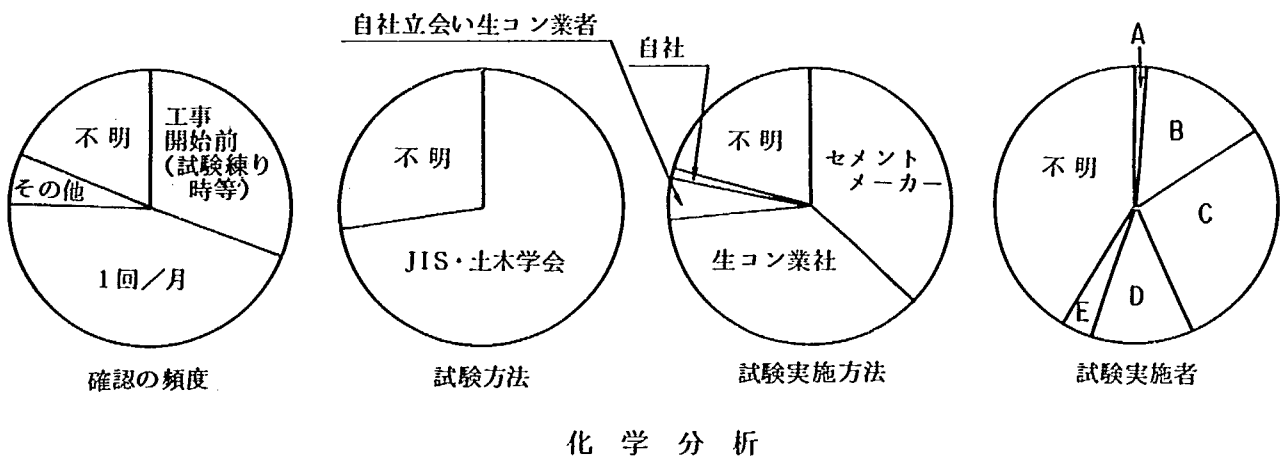
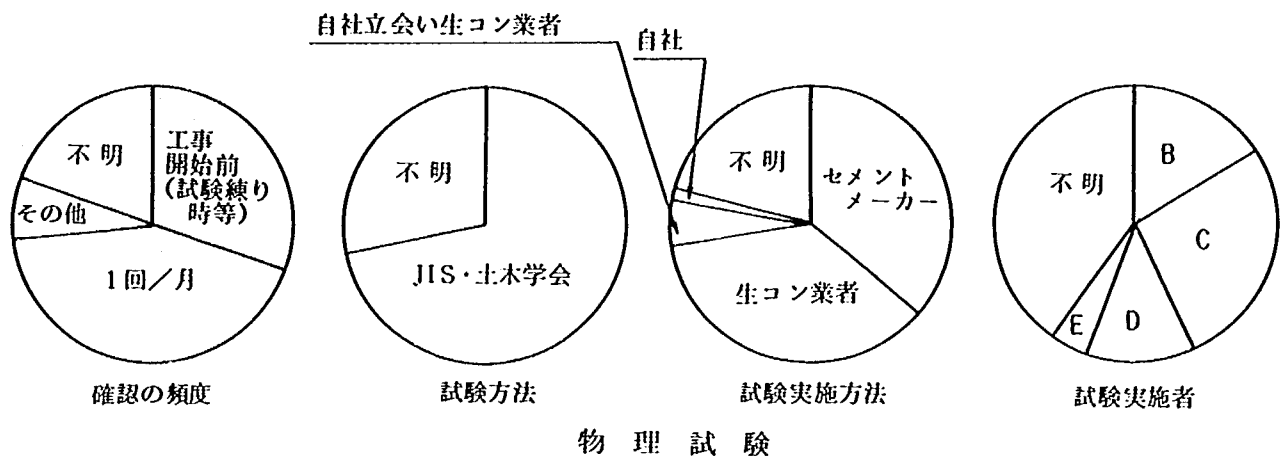
法については、JISあるいは土木学会で規定された方法はなく、現場技術者の認識不足が指摘される。

試験の実施は、セメントメーカ又は生コン業者によることが多く、施工業者が実施することはまれである。

試験実施者にはばらつきがあるが、ほとんどの場合、何らかの資格を有する者が実施しているようである。

表－6.1.1 セメント品質等の確認状況

項 目	確認している現場 (%)
セメントの種類	91.3
製 造 工 場 名	85.8
物 理 試 験 結 果	82.3
化 学 分 析 結 果	73.6
アルカリ含有量	44.1



注) A：技術士
 B：土木施工管理技士
 C：コンクリート主任技士
 D：コンクリート技士
 E：資格なし

図- 6. 1. 1 セメントに関するアンケート結果概要

(2) 細骨材

細骨材に関する品質等の確認状況は、表－6.1.2のようである。

産地ならびに粒度、比重については90%余りの現場で確認がなされている。その他の項目（アルカリ骨材反応を除く）については、概ね80%前後の現場で確認されているようであり、アルカリ骨材反応の確認がなされている現場も40%余りにのぼっている。単重、実積率、安定性、比重1.95の液体に浮く量を管理項目として選定している場合もみられる。

確認の頻度は、塩分含有量とアルカリ骨材反応を除くと、月1回の場合が多く、続いて工事開始前となっている。塩分含有量についても傾向は類似しているが、週1回、日1回というような頻度で実施している現場もかなり多くなっている。アルカリ骨材反応については、工事開始前に確認するケースが多いようである。

試験方法については、アルカリ骨材反応を除くと、ほとんどが、JIS又は土木学会に基づいている。アルカリ骨材反応については、ASTMと解答した現場もみられるが、多数の現場はJIS、土木学会と答えている。セメントのアルカリ含有量の試験方法の場合と同様、現場技術者の認識不足（アルカリ骨材反応試験の規準はJIS・土木学会にはない）が指摘される。

試験実施は、生コン業者であることが圧倒的に多く、試験実施者は何らかの資格を有している場合がほとんどである。

表－6.1.2 細骨材品質等の確認状況

項	目	確認している現場(%)
産地		91.8
粒度		91.4
比重		91.4
粘土塊量		76.9
洗い試験で失われるもの		77.6
有機不純物含有量		80.0
塩分含有量		84.3
アルカリ骨材反応試験		41.2

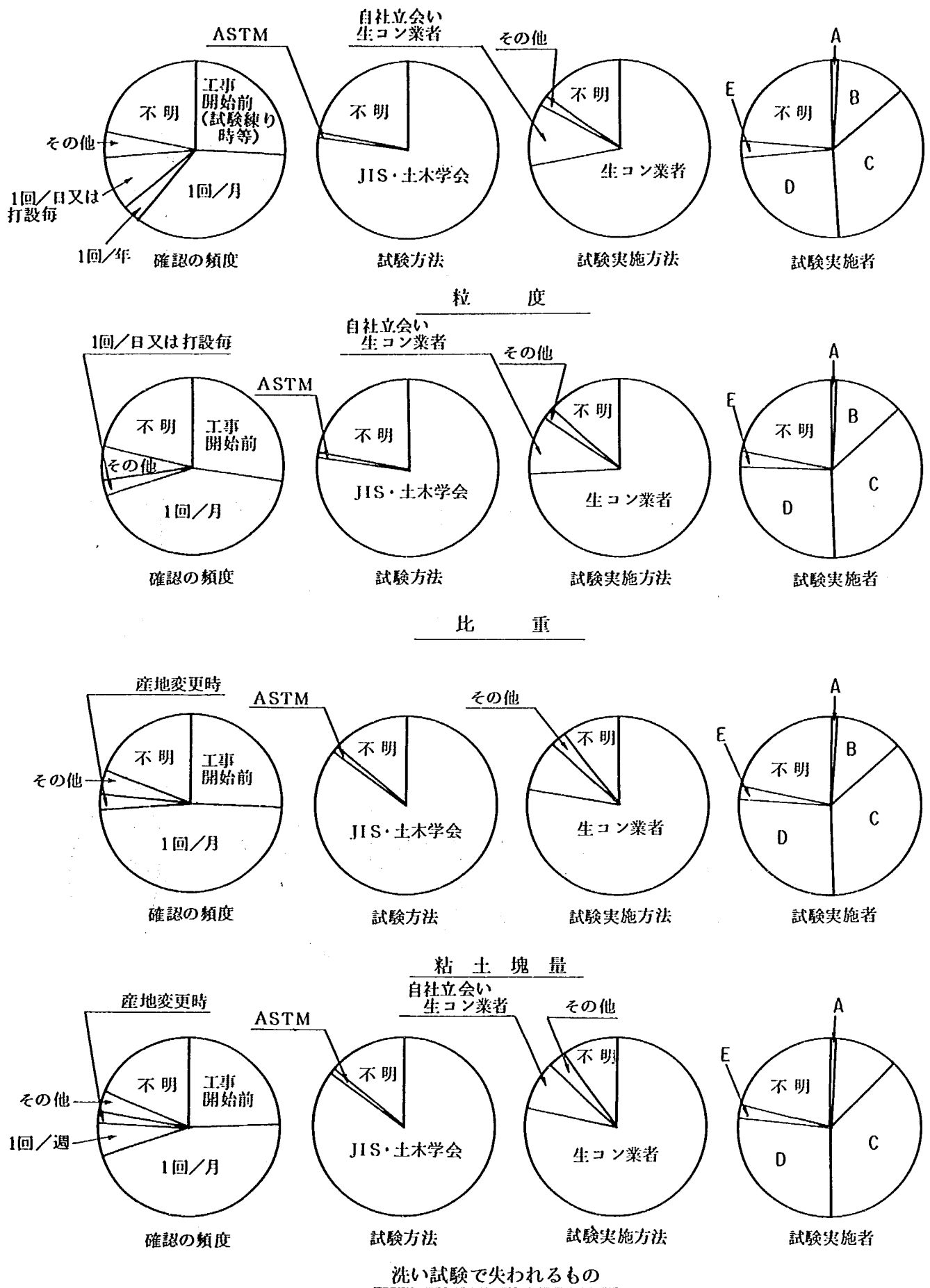
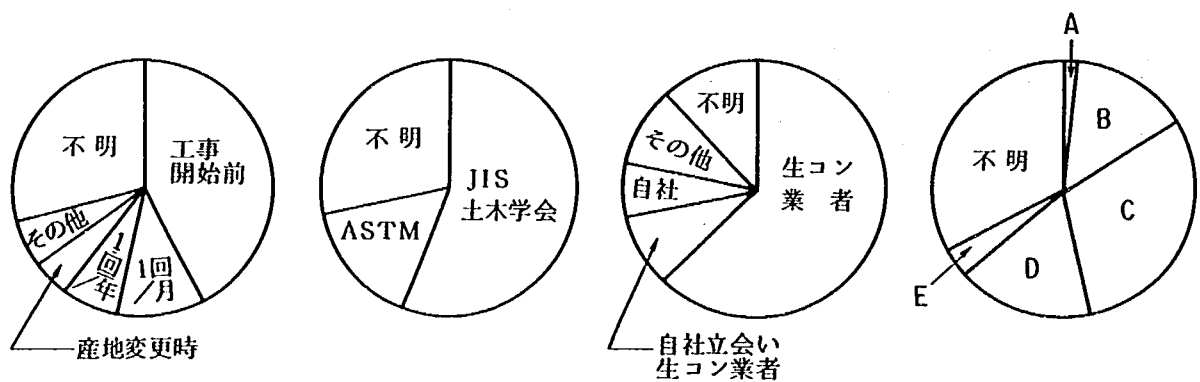
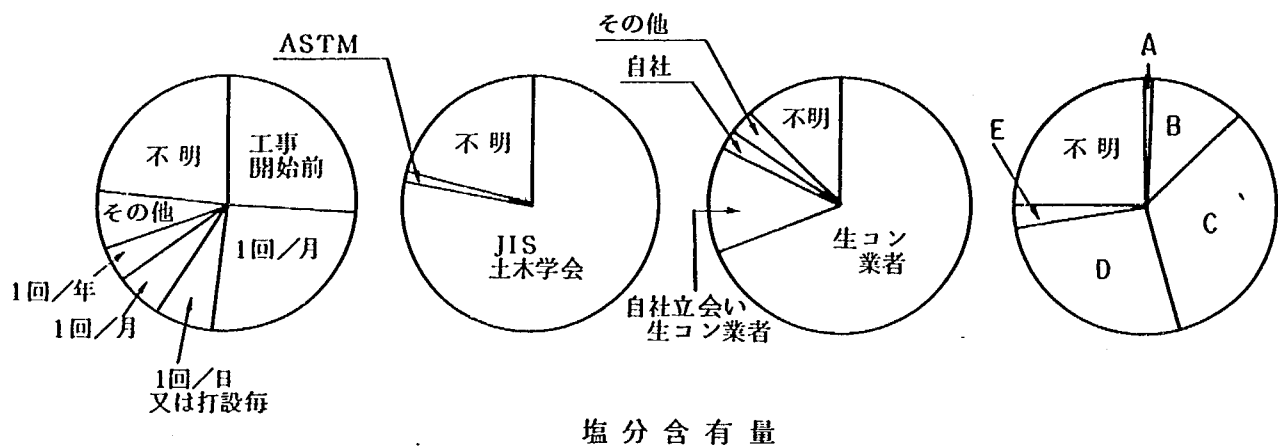
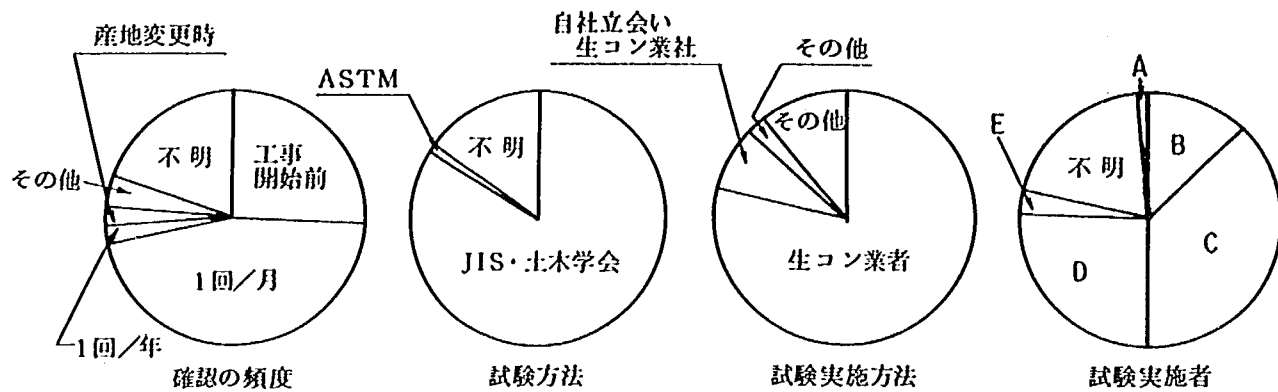


図-6.1.2(1) 細骨材に関するアンケート結果概要



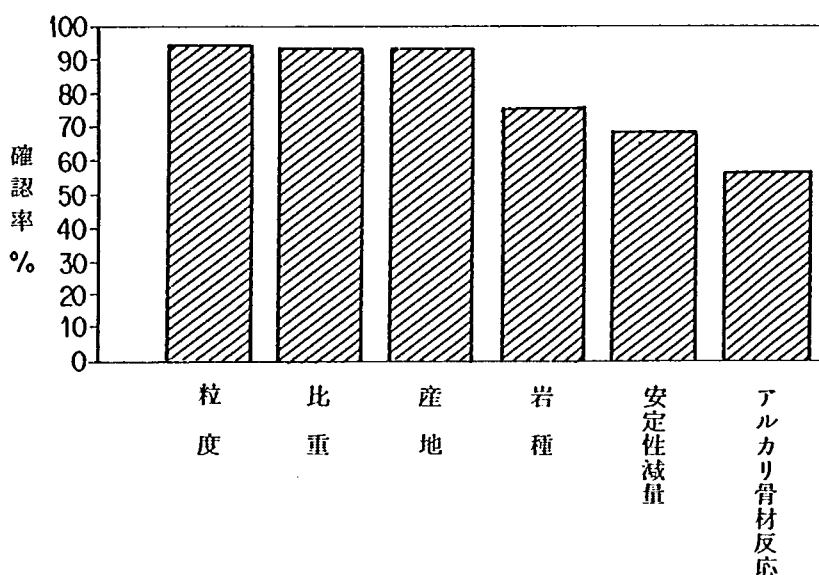
注) A : 技術士
 B : 土木施工管理技士
 C : コンクリート主任技士
 D : コンクリート技士
 E : 資格なし

図- 6. 1. 2 (2) 細骨材に関するアンケート結果概要

(3) 粗骨材

粗骨材に関する品質等の確認状況は図－6.1.3に示すとおりである。粗骨材の粒度，比重，産地については，ほぼ9割以上の作業所で確認されている。岩種や安定性減量については，確認の程度は若干低下する傾向にあり，アルカリ骨材反応試験については，約半数以上（56％）の作業所で確認されているようである。

その他に確認されている項目としては，実積率，洗い試験，吸水率等が報告されている。〔資料6－1 品質管理に関するアンケート集計表（その2）〕その確認件数はいずれも10件以下で，アンケート総数に比べて著しく少ないが，これはアンケートの「その他に確認されている項目があれば記入して下さい」との問に答えを寄せられたものであるため，この件数が実際に確認されている件数を正しく表わしている可能性は薄いものと考えられる。



図－6.1.3 粗骨材の品質等の確認状況

図－6.1.3に示された各項目の確認の頻度は，図－6.1.4に示すとおりで，粗骨材の産地，粒度，比重については，ほとんどが着工前，および月1回以上の頻度で確認が行われている。岩種や安定性減量については，着工前および月1回以上の頻度で確認する他に，年1回以上の頻度で確認する割合が増してくる。アルカリ骨材反応試験については，主に着工前に確認され，ついで，年1回以上，月1回以上，産地変更時等の頻度で確認されているようである。

各項目を確認するための試験方法は，図－6.1.5に示すとおりで，JIS，土木学会規準に従うとの回答が最も多い。

アルカリ骨材反応試験方法として，ASTMと回答した作業所がかなりみられるが（21.7％）細骨材の場合と同様，多数の作業所が，JIS，土木学会規準と回答したり（アンケート実施時点では，JIS，土木学会規準は制定されていない）不明と回答しており，現場技術者の認識不足が指摘される。

各項目を確認するための試験実施方法は，図－6.1.6に示すとおりで，試験はほとんどの場合，生コ

ン業者のみか、または自社（施工業者）立会いのもとで生コン業者により実施されているようである。

アルカリ骨材反応試験においても、生コン業者による実施が最も多く（42.7％）、大学、公的機関による実施（12.7％）がそれに続いている。しかし、現在のところ、アルカリ骨材反応試験を実施できる生コン業者はほとんど無いので（現在生コンクリート工業組合の共同試験所が設けられつつある）このアンケート結果は、生コン業者が他の機関（例えば、セメント会社の研究所等）に依頼して作成したアルカリ骨材反応試験成績書を施工業者に提供していると解釈することが妥当と考えられる。

各項目の試験実施者、確認者の状況は図－6.1.7に示すとおりで、ほとんどが、土木施工管理技士、コンクリート主任技士、コンクリート技士により実施されている。

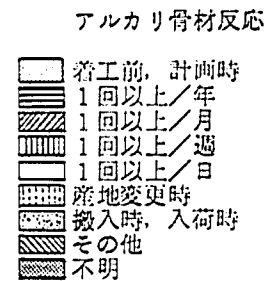
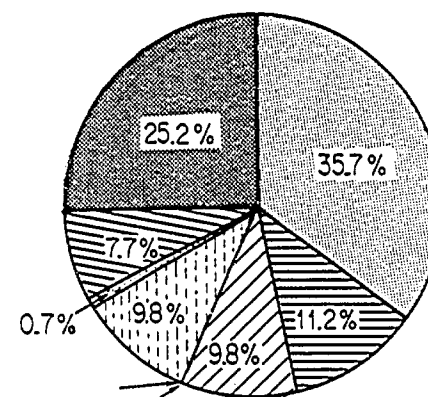
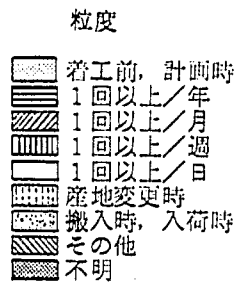
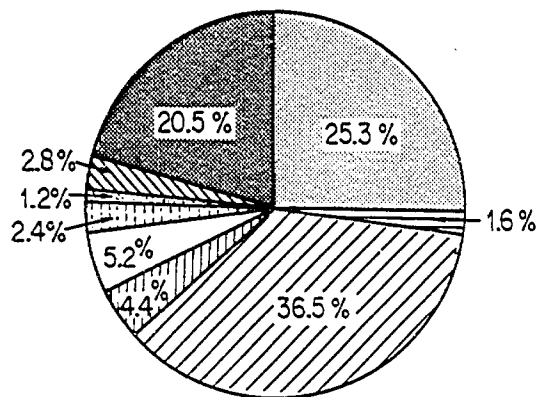
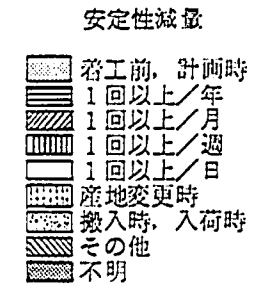
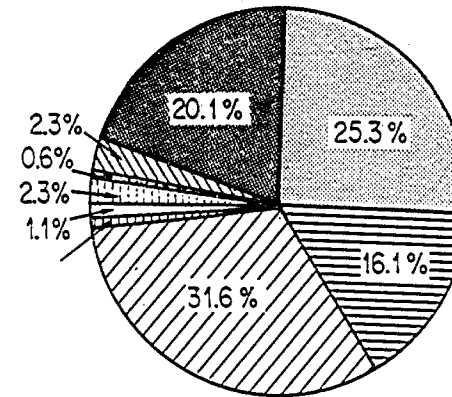
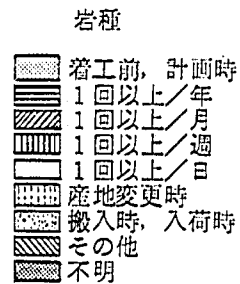
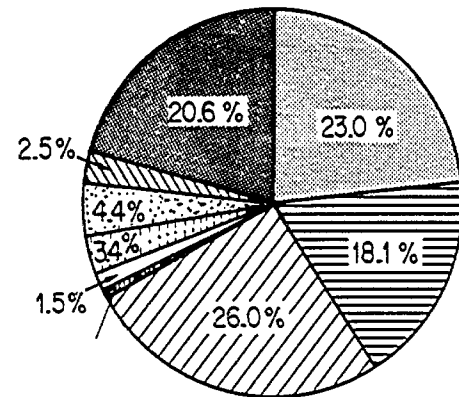
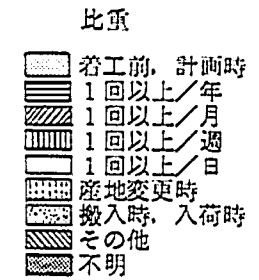
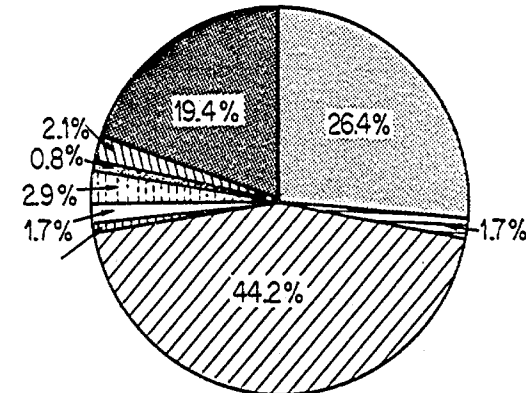
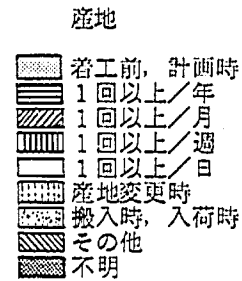
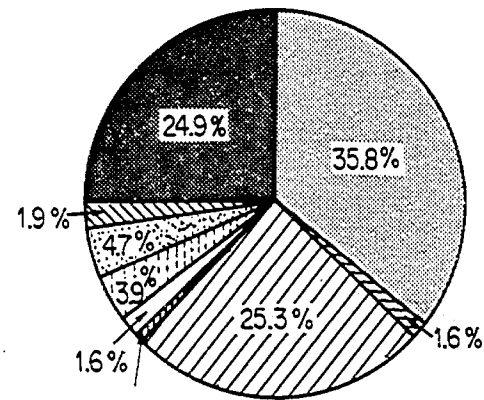


図- 6. 1. 4 粗骨材の確認の頻度

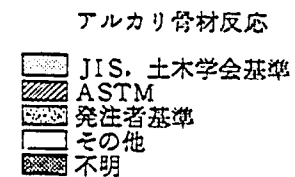
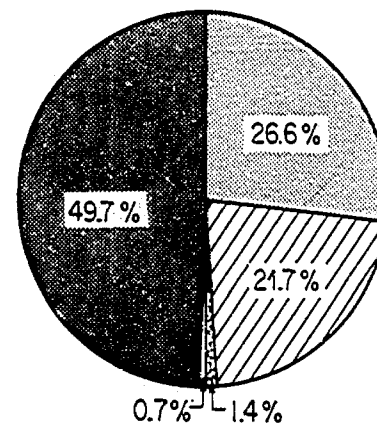
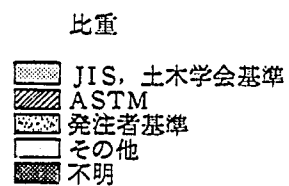
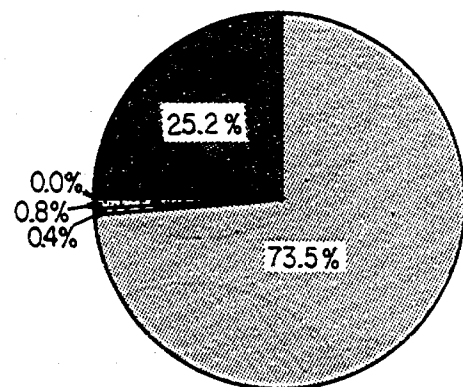
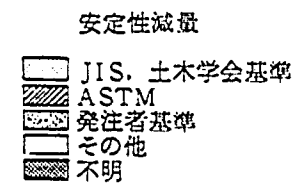
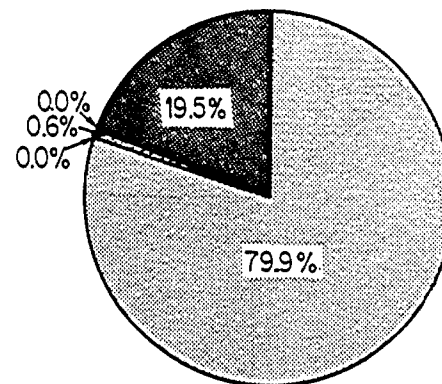
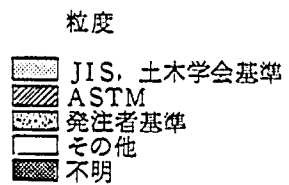
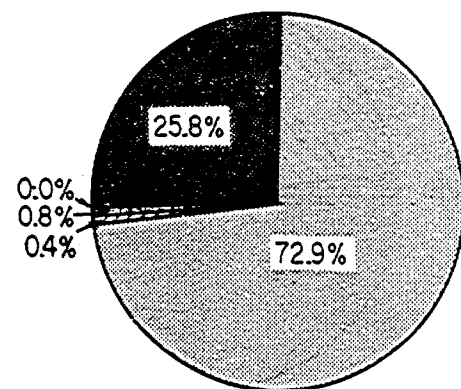


図- 6. 1. 5 粗骨材の試験方法

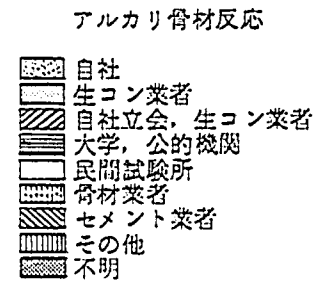
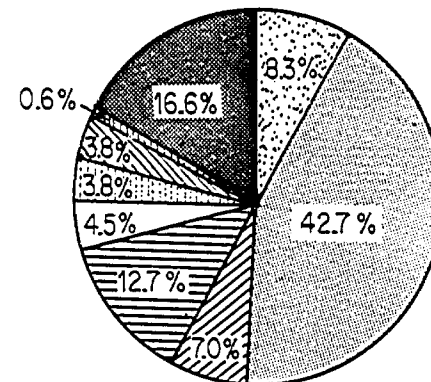
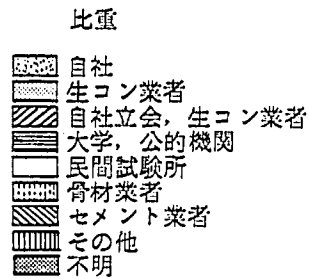
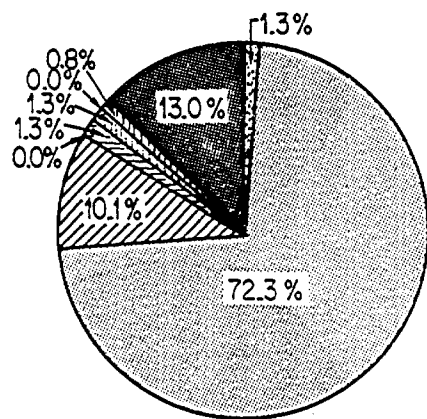
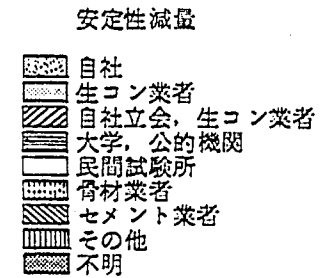
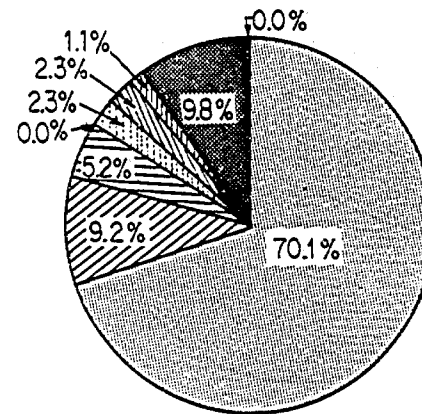
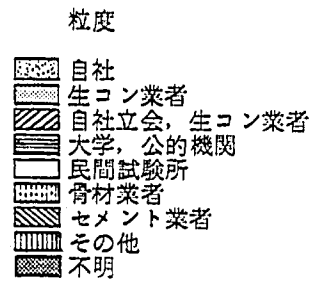
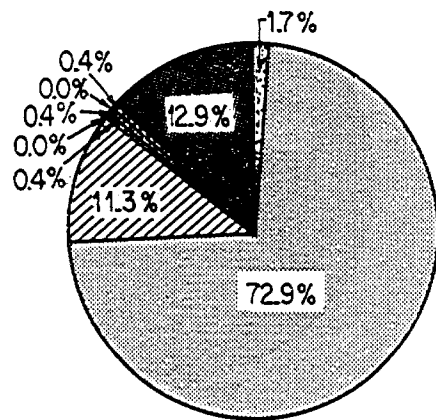


図- 6. 1. 6 粗骨材の試験実施方法

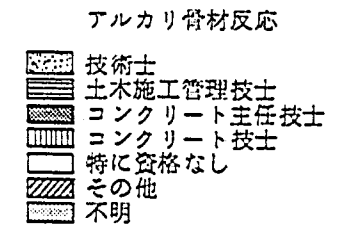
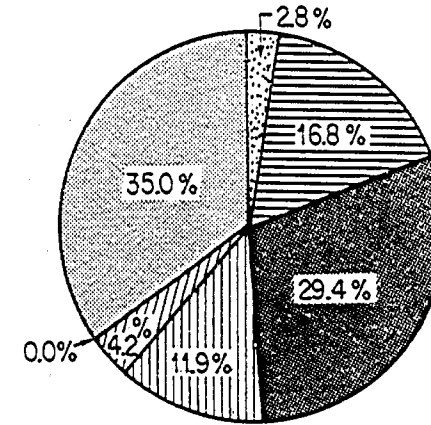
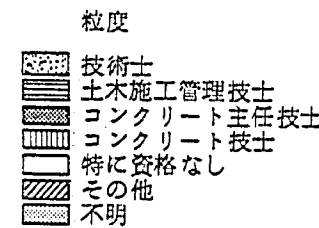
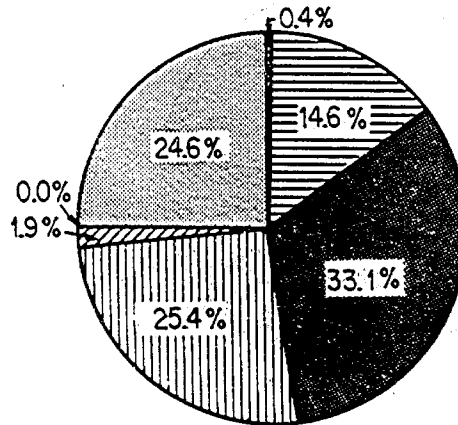
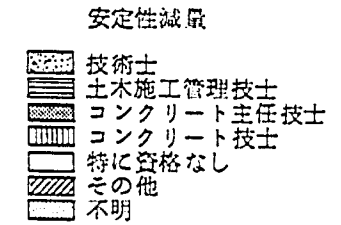
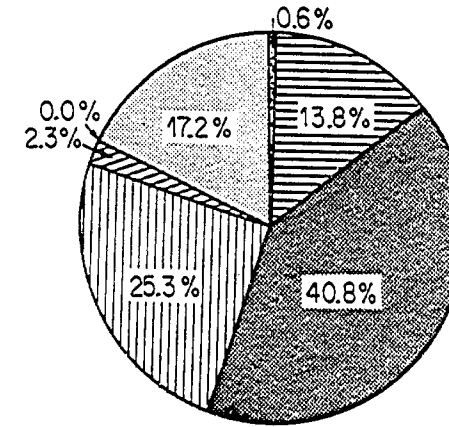
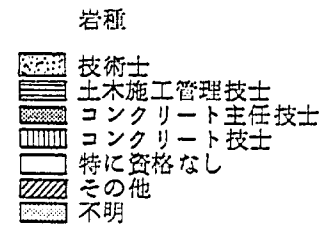
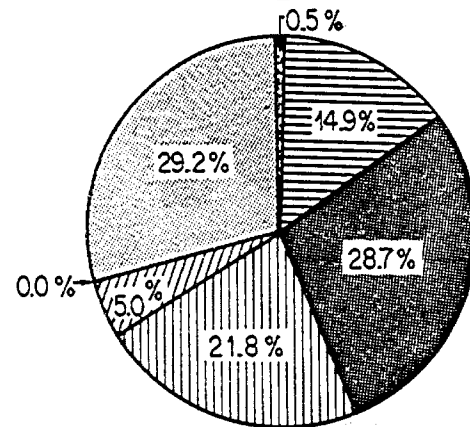
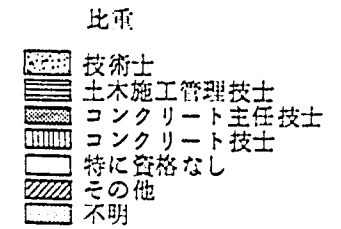
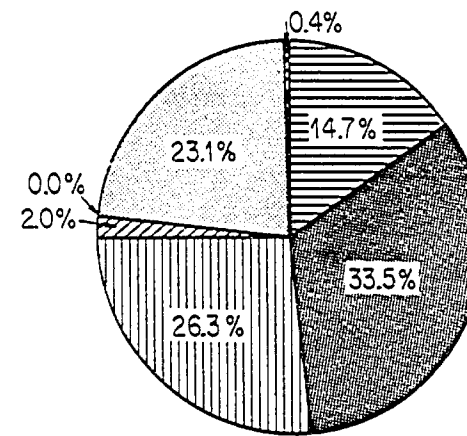
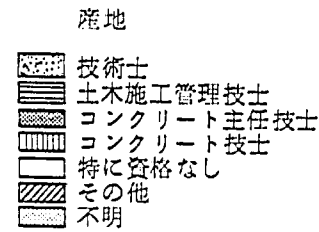
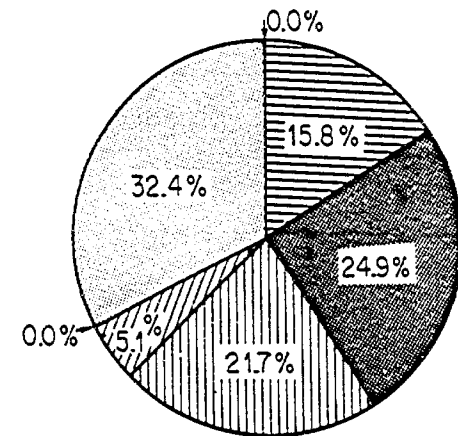
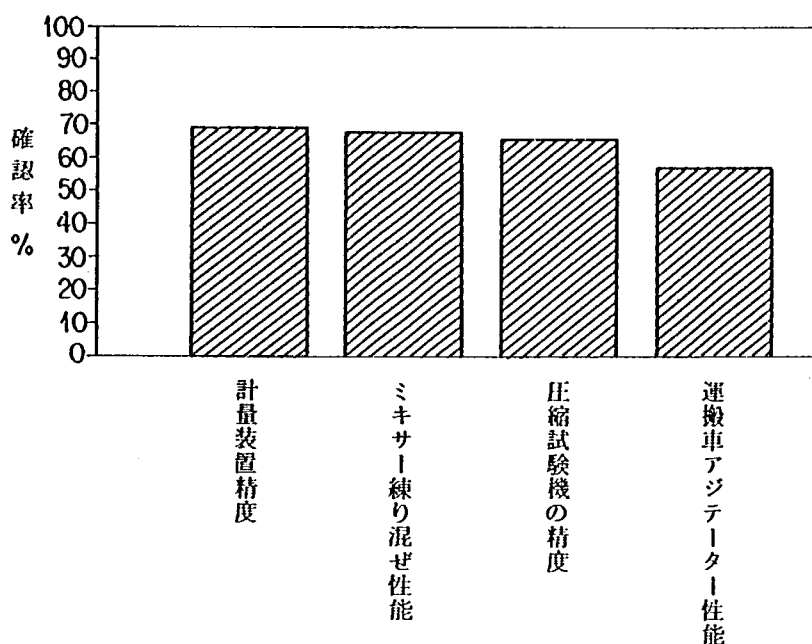


図- 6.1.7 粗骨材の試験実施者，確認者

6.2 製造設備

施工業者による製造設備の精度等の確認状況は、図－6.2.1に示すとおりで、計量装置、ミキサー、圧縮試験機については、ほぼ90%の作業所で確認されており、運搬車アジテーター性能については、わずかに劣るようである。



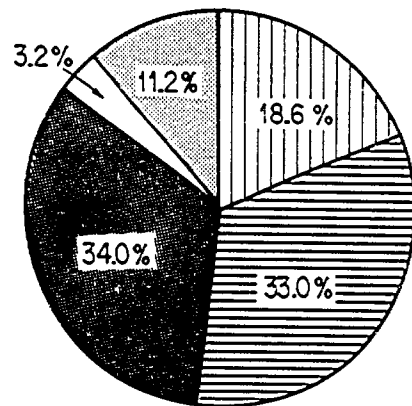
図－6.2.1 製造設備の確認状況

製造設備の精度等を確認する頻度は図－6.2.2に示すとおりで、設備の種類により若干差異はあるが、まず着工前に確認され、ついで、1年ないし、1か月に1回以上というような頻度で定期的に確認されているようである。

製造設備の精度等を確認するための試験方法は図－6.2.3に示すとおりで、主にJIS、土木学会規準および発注者規準により行われているようである。

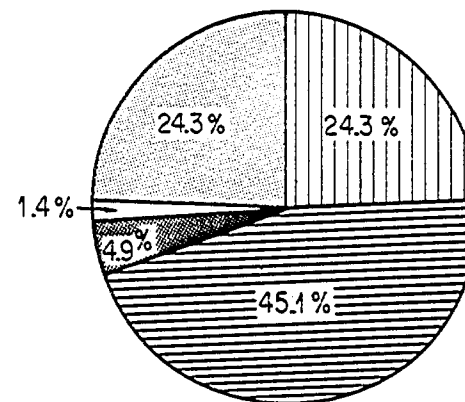
試験の実施方法は図－6.2.4に示すとおりで、ほとんどが生コン業者のみで実施するか、自社（施工業者）職員立会いのもとに生コン業者が実施しているようである。

試験実施者、確認者の状況は図－6.2.5に示すとおりで、ほとんどが土木施工管理技士、コンクリート主任技士、コンクリート技士により実施されているようである。



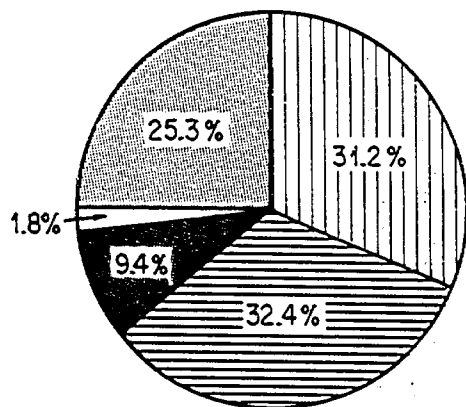
計量装置精度

- 若工前, 計画時
- 1回以上/年
- 1回以上/月
- その他
- 不明



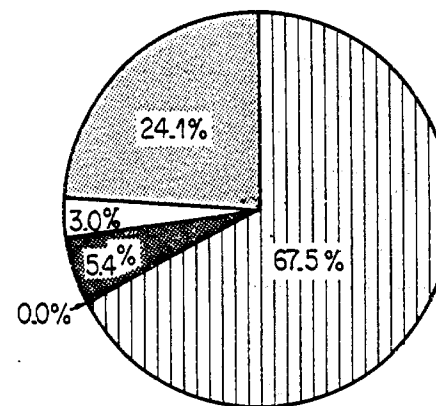
運搬車アジテーター性能

- 若工前, 計画時
- 1回以上/年
- 1回以上/月
- その他
- 不明



ミキサー練り混ぜ性能

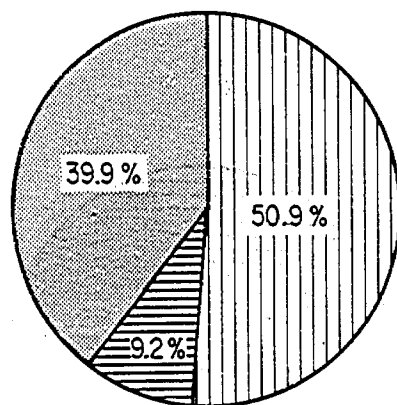
- 若工前, 計画時
- 1回以上/年
- 1回以上/月
- その他
- 不明



圧縮試験機の精度

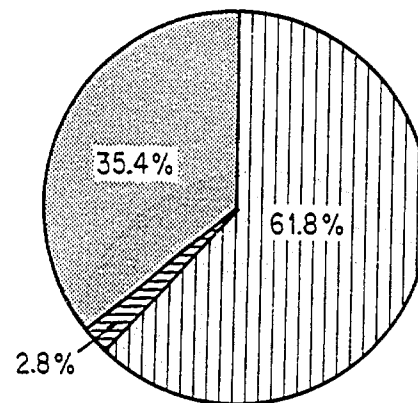
- 若工前, 計画時
- 1回以上/年
- 1回以上/月
- その他
- 不明

図-6.2.2 製造設備の確認の頻度



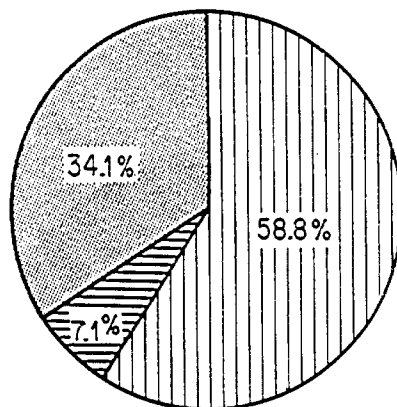
計量装置精度

- ▨ JIS, 土木学会基準
- ▤ 発注者基準
- ▩ 不明



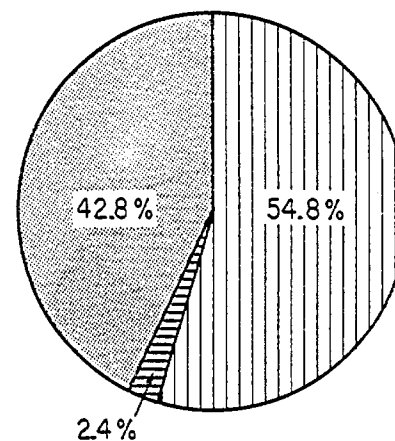
運搬車アジテーター性能

- ▨ JIS, 土木学会基準
- ▤ 発注者基準
- ▩ 不明



ミキサー練り混ぜ性能

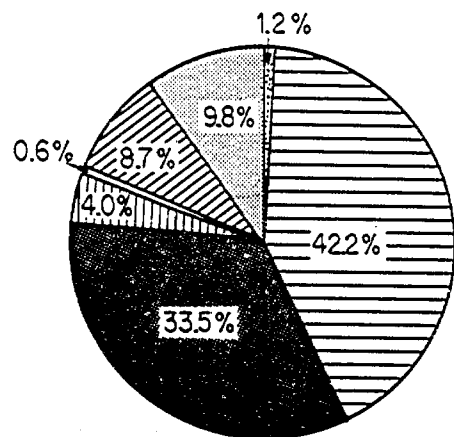
- ▨ JIS, 土木学会基準
- ▤ 発注者基準
- ▩ 不明



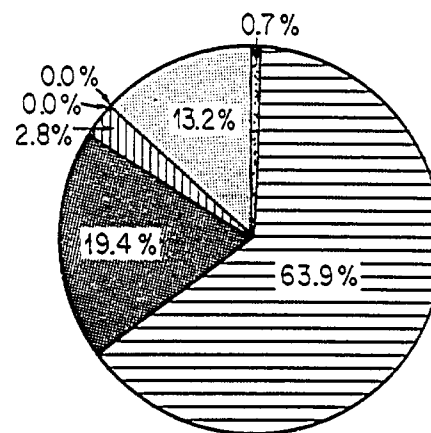
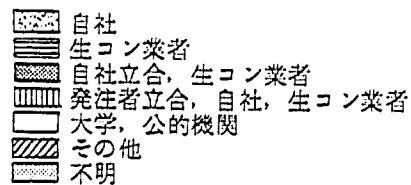
圧縮試験機の精度

- ▨ JIS, 土木学会基準
- ▤ 発注者基準
- ▩ 不明

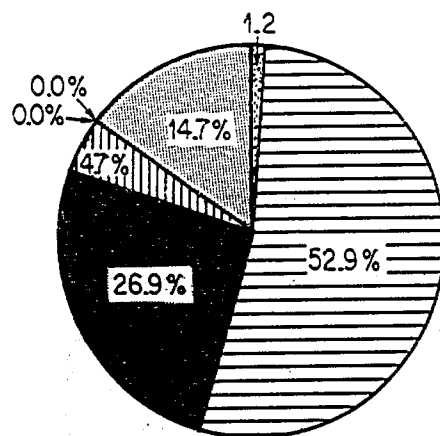
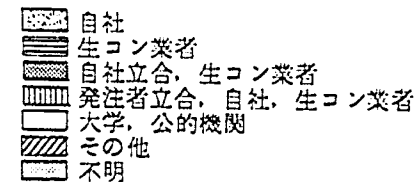
図-6.2.3 製造設備の試験方法



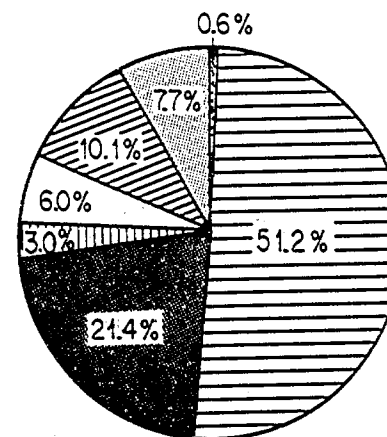
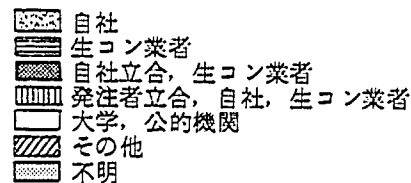
計量装置精度



運搬車アジテーター性能



ミキサー練り混ぜ性能



圧縮試験機の精度

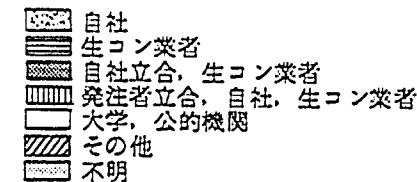


図- 6. 2. 4 製造設備の試験実施方法

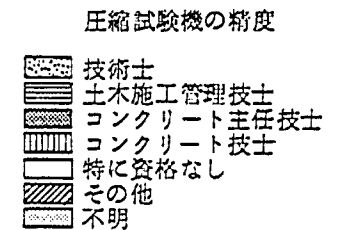
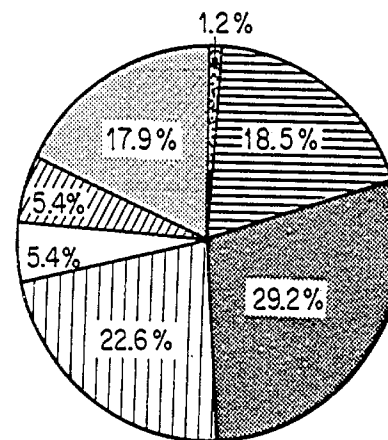
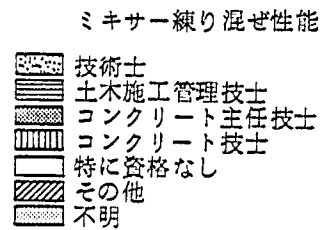
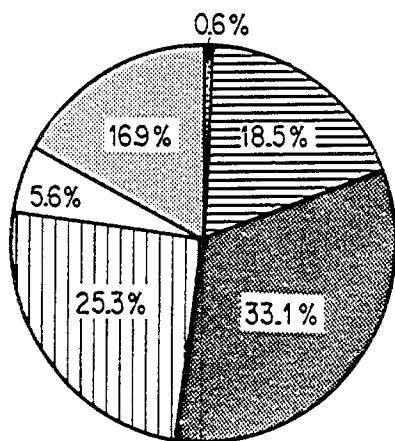
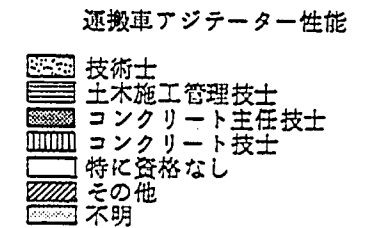
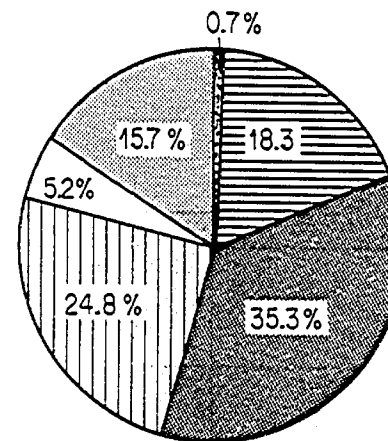
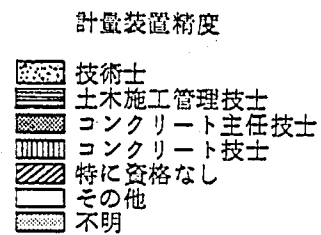
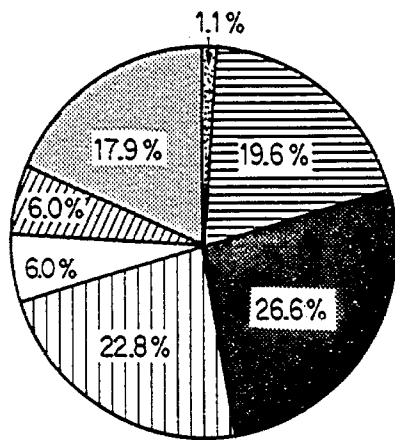


図-6.2.5 製造設備の試験実施者、確認者

6.3 コンクリートの品質管理および配合設計

コンクリートの品質管理のための各種試験の確認状況は図- 6. 3. 1 に示すとおりで、スランプ、強度はすべての作業所で確認されており、空気量も99%の作業所で確認されている。また、コンクリートの強度を3日や7日強度等により早期に判定する試験は約4割の作業所で行われているようである。

この他に、コンクリート温度、養生温度、コンクリートの塩分含有量等を確認している作業所もあるが、その数はわずかなようである。

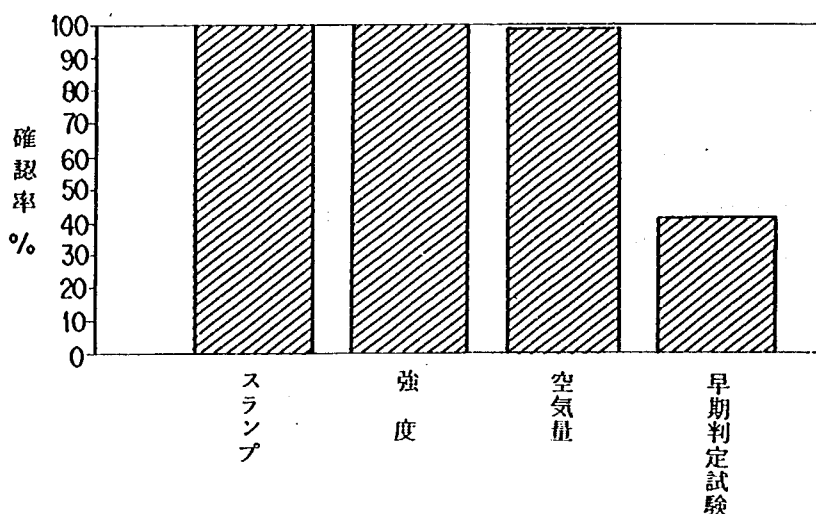


図- 6. 3. 1 品質管理実験の確認状況

品質管理試験の確認の頻度は図- 6. 3. 2 に示すとおりで、ほとんどの試験は、コンクリート打設数量に応じて定期的に行われている。

試験方法は図- 6. 3. 3 に示すとおりで、ほとんどが、JIS、土木学会規準および発注者規準に従っている。

試験実施方法は図- 6. 3. 4 に示すとおりで、ほとんどが、自社（施工業者）職員立会いのもとに生コン業者が実施している。

試験実施者、確認者の状況は図- 6. 3. 5 に示すとおりで、ほとんどが、土木施工管理技士、コンクリート技士により実施されている。

コンクリートの配合設計および試験練りは87%の作業所で確認されており、その確認状況は図- 6. 3. 6 に示すとおりである。過半数の作業所では着工前に確認が行われており、試験方法、試験実施方法、試験実施者については、さきに述べた品質管理試験の場合とはほぼ同じ傾向にある。

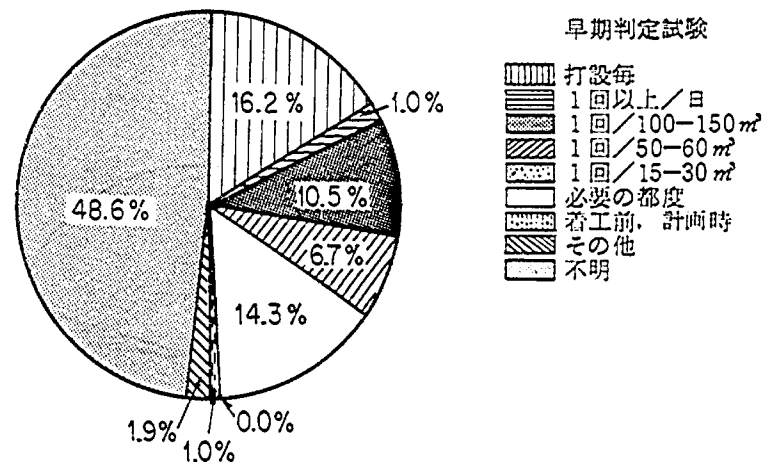
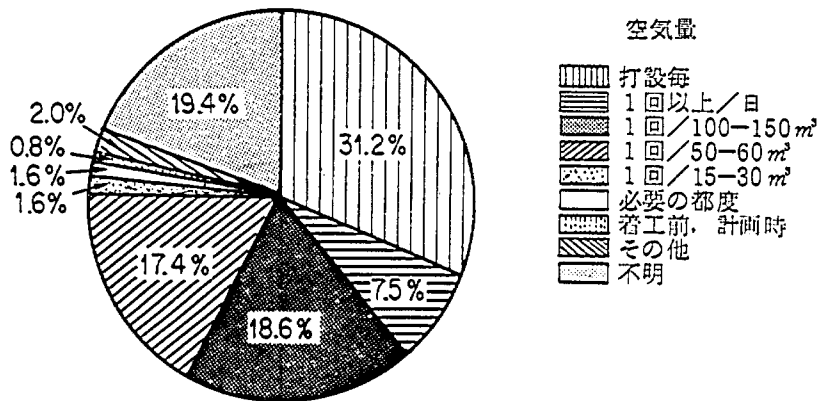
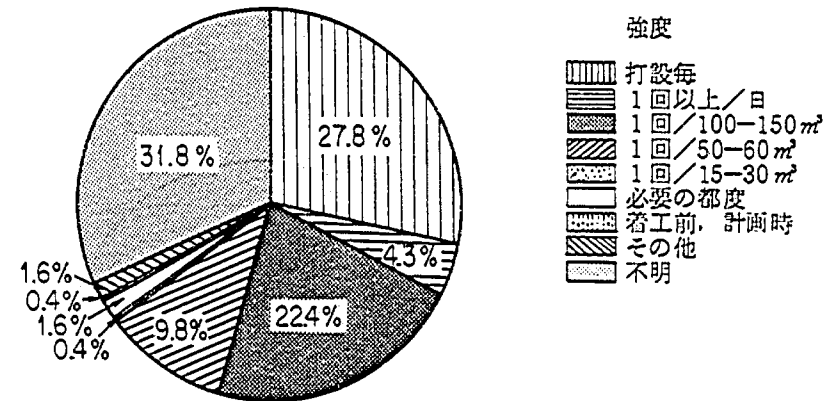
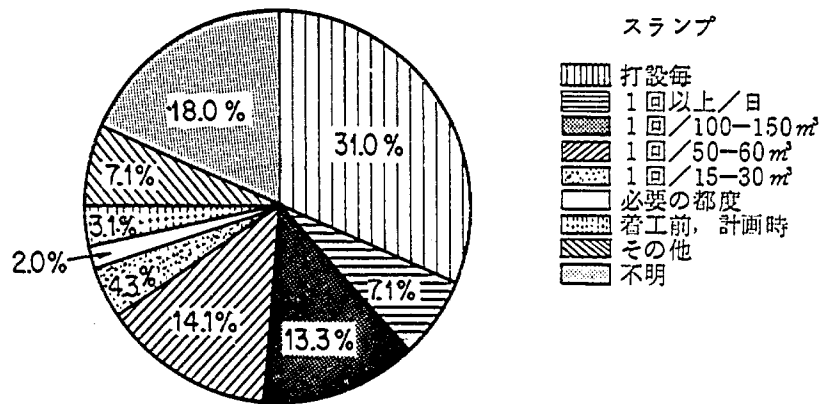


図-6.3.2 品質管理の確認の頻度

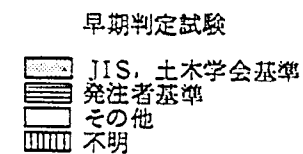
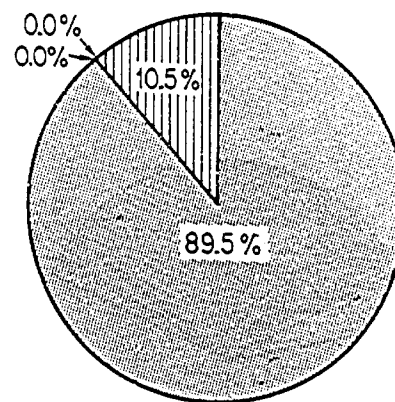
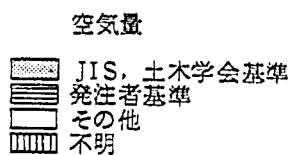
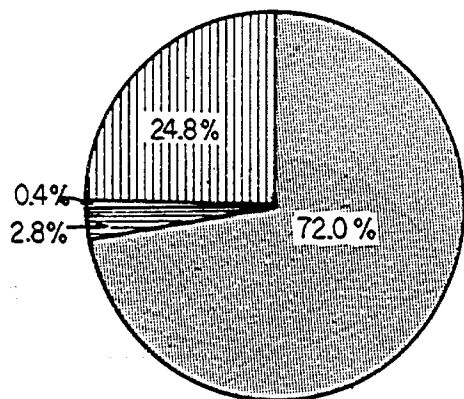
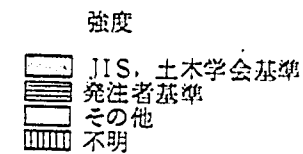
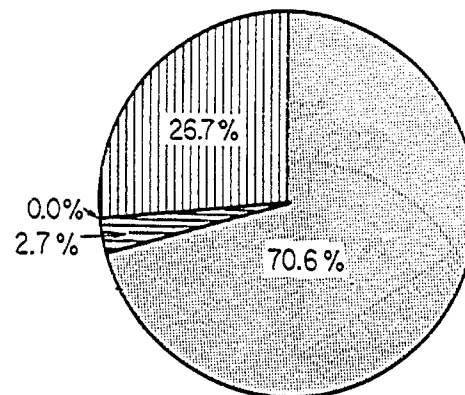
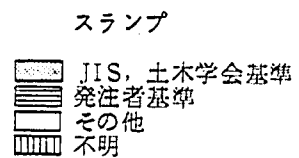
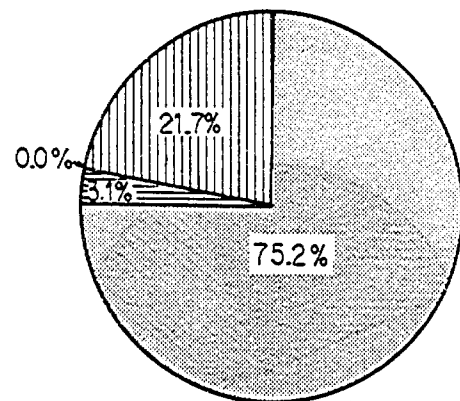


図-6.3.3 品質管理の試験方法

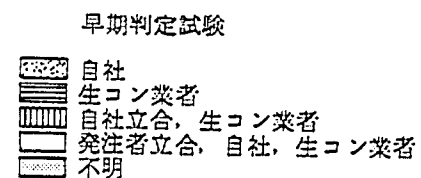
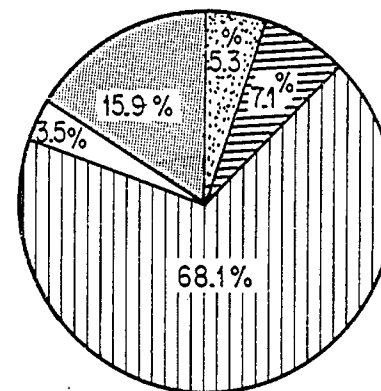
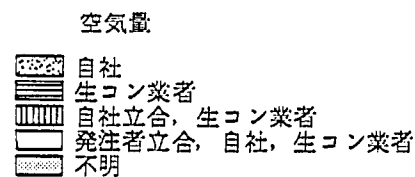
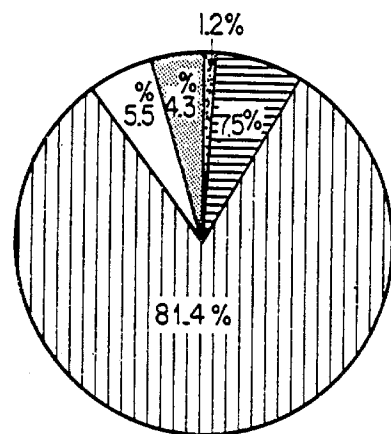
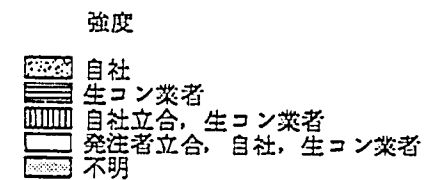
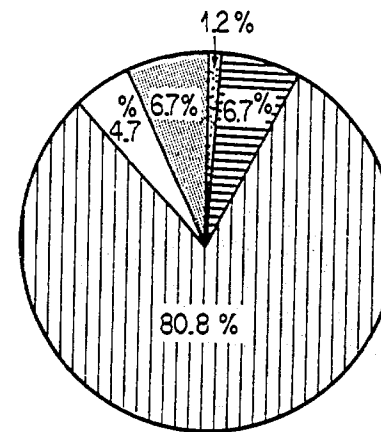
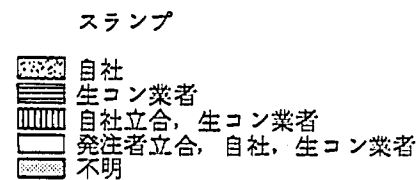
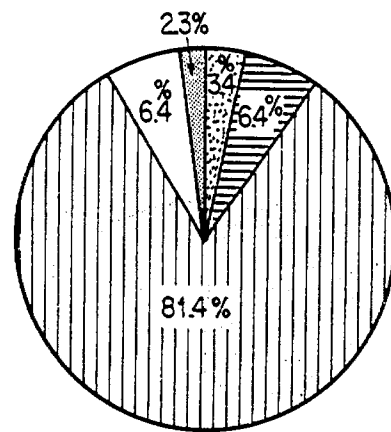


図-6.3.4 品質管理の試験実施方法

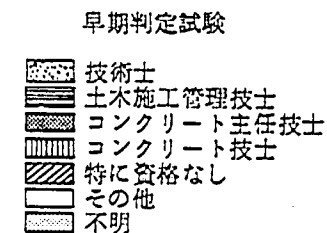
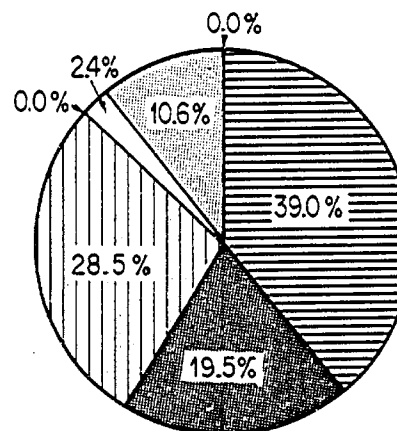
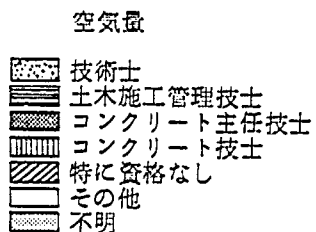
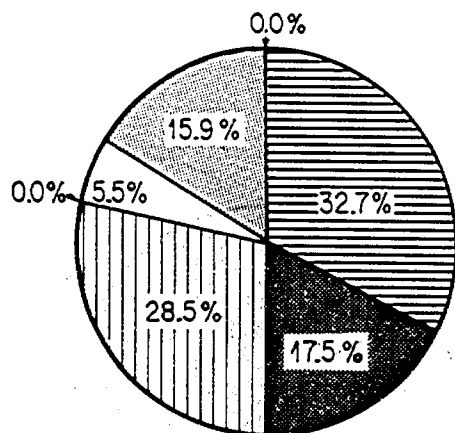
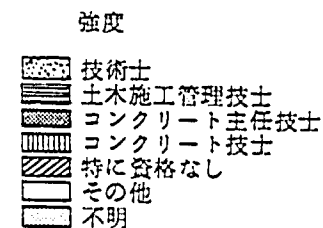
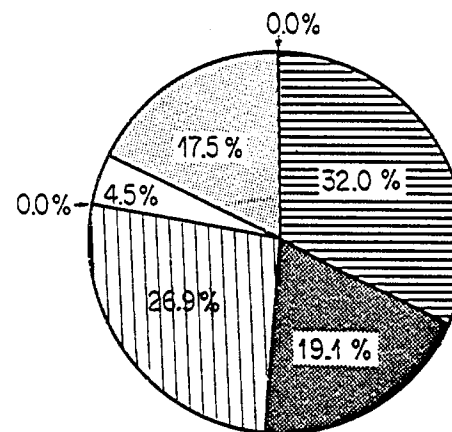
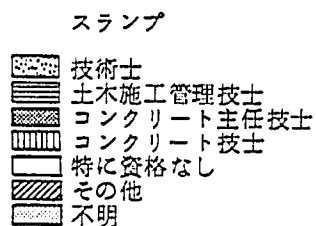
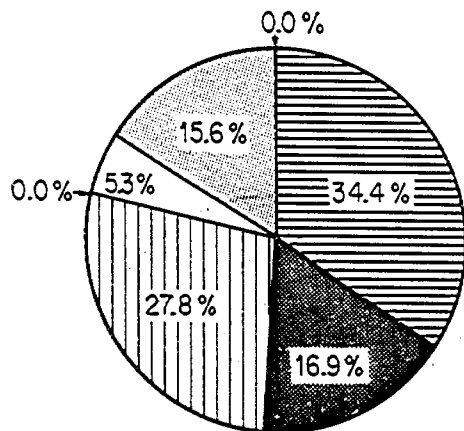


図-6.3.5 品質管理の試験実施者、確認者

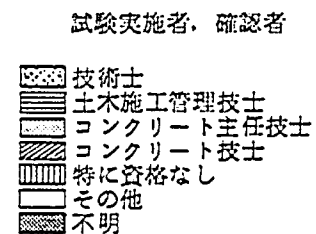
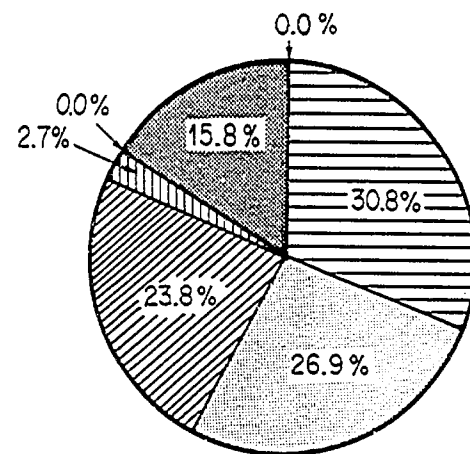
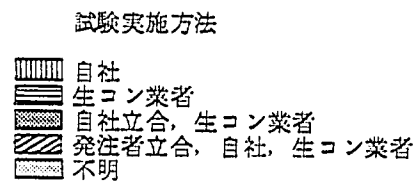
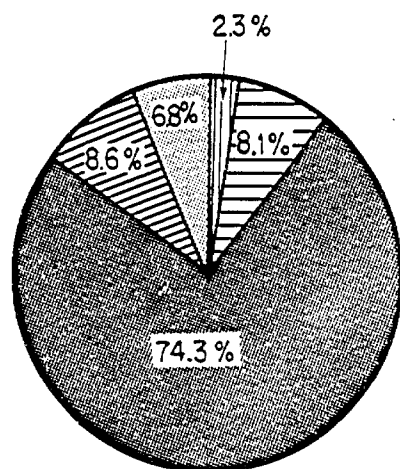
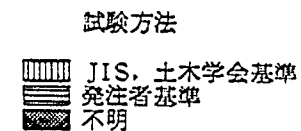
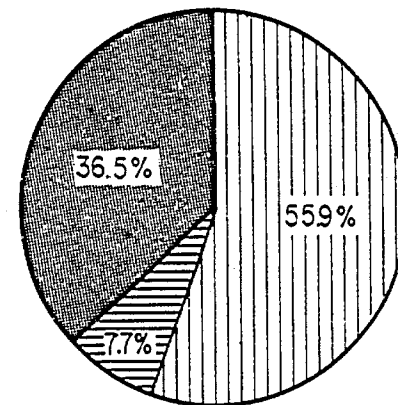
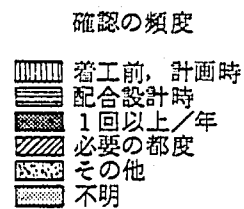
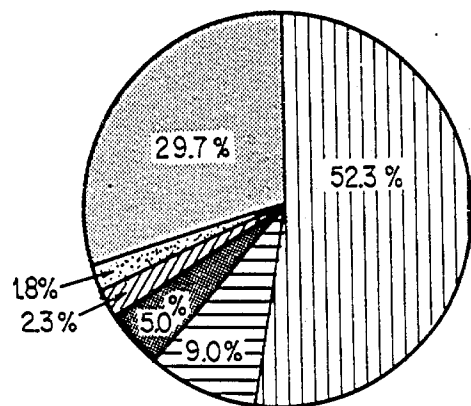


図- 6. 3. 6 配合設計, 試験練り

6.4 型わく・鉄筋検査

型わく・鉄筋検査に関する項目としては、寸法精度、型わく表面の状況、型わく継目の緊密性、型わく内の清掃、支保工、鉄筋位置、定着・継手、最小かぶり、スパーサおよび打継目の処理状態について調べた。

調査結果は、図－5.4.1から図－5.4.4に示すとおりである。

寸法精度の確認は、約98%実施されており、また、確認はほとんど実測により行われている。確認作業は、多くの場合、土木施工管理技士等の資格を有する自社の職員が監督員の立ち会いのもとに実施されている。

型わく表面の状況の確認は、約96%実施されており、実施の割合は寸法精度の確認とほぼ同じである。確認作業は、土木施工管理技士等の資格を有する自社職員が、目視で行っているのが大部分のようである。型わく継目の緊密性の検査の傾向は、型わく表面の状況とほぼ同じである。

型わく内の清掃の確認は、約97%実施されている。確認の方法は、目視がほとんどである。検査は、自社職員が監督員の立ち会いのもとで行う場合と行わない場合が同程度の比率を占めており、両方で91%を占めている。

支保工の確認は、約92%実施されている。確認の方法は、目視が78%、実測が22%である。検査は、土木施工管理技士の資格を有する自社職員が独自に行っている場合が63%を占めている。

鉄筋寸法の確認は、約93%実施されている。確認の方法は、87%が実測であり、また、検査は81%が監督員立ち会いのもとで自社職員が行っている。

鉄筋位置の確認は、約93%実施されている。確認の方法は、87%が実測により行われている。検査は、79%が土木施工管理技士の資格を有する自社職員が、監督員の立ち会いのもとで実施されている。定着・継手の確認、検査の傾向は、鉄筋位置と同じである。

構造物の耐久性に大きい影響をおよぼす最小かぶりの確認は、約94%実施されている。確認方法は、90%が実測であり、また、検査は、80%が土木施工管理技士の資格を有する自社職員が監督員の立ち会いのもとで行われている。

スパーサの確認は、約93%実施されている。確認の方法は、86%が目視である。検査は、土木施工管理技士等の資格を有する自社職員が、監督員の立ち会いのもとで行う場合と独自に行う場合がほぼ同じであり、両方で95%を占めている。

打継目の処理状態の確認は、約91%実施されている。確認の方法は、99%が目視である。検査は、自社職員が監督員の立ち会いのもとで行う場合が53%、また、独自に行う場合が48%を占めている。さらに、検査を行う職員は、多くの者が土木施工管理技士の資格を有しているようである。

	確認の有無	確認方法	検査実施方法	検査実施者	備 考
寸法精度	無 2% 有 98%	目視 9% 実測 91%	III 3% II 24% I 73%	D 2% E 18% B 80%	I : 監督員立会いのもと 自社職員 II : 自社職員 III : 協力業者
型わく表面の状況	無 4% 有 96%	実測 2% 目視 98%	III 6% II 52% I 42%	D 2% E 20% B 78%	A : 技術士 B : 土木施工管理技士 C : コンクリート主任技士 D : コンクリート技士 E : 資格なし
型わく継目の緊密性	無 5% 有 95%	実測 1% 目視 99%	III 6% II 58% I 36%	D 2% E 21% B 77%	

図-6.4.1 型わく・鉄筋検査アンケート集計結果(1)

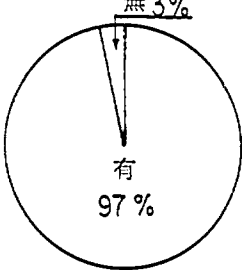
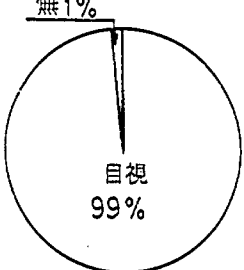
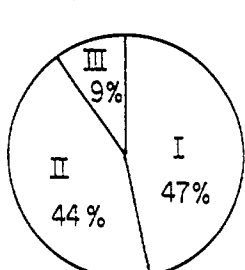
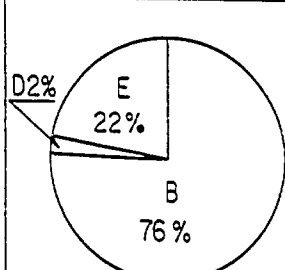
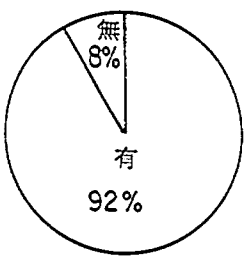
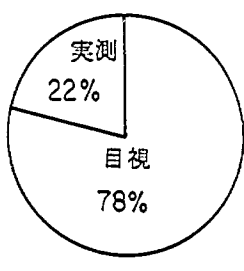
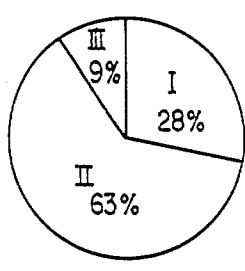
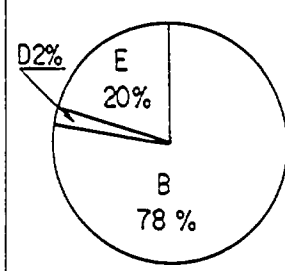
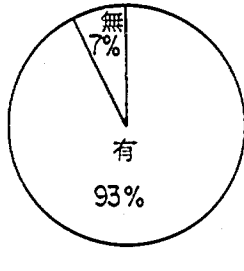
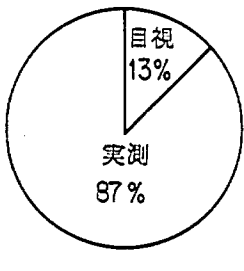
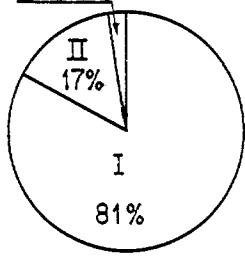
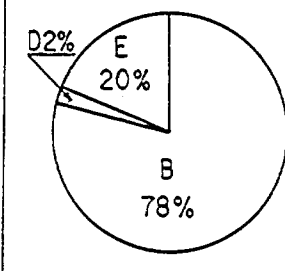
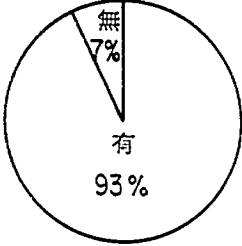
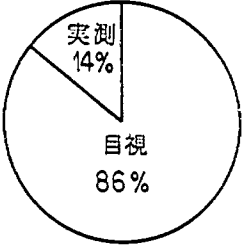
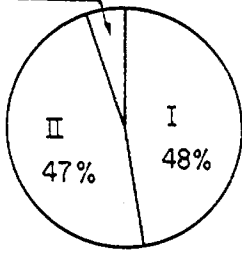
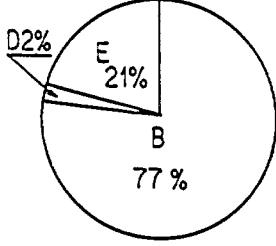
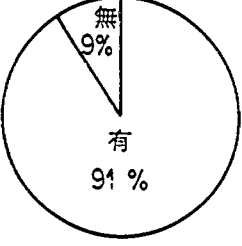
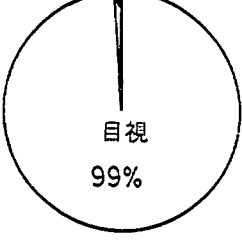
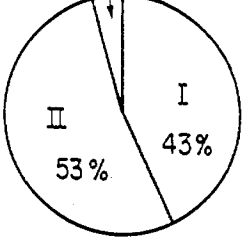
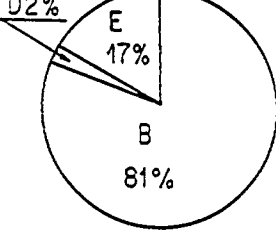
	確認の有無	確認方法	検査実施方法	検査実施者	備 考
型わく内の清掃	 有 97 % 無 3 %	 目視 99 % 無 1 %	 I 47 % II 44 % III 9 %	 B 76 % E 22 % D 2 %	I : 監督員立会いのもと 自社職員 II : 自社職員 III : 協力業者
支保工	 有 92 % 無 8 %	 目視 78 % 実測 22 %	 II 63 % I 28 % III 9 %	 B 78 % E 20 % D 2 %	A : 技術士 B : 土木施工管理技士 C : コンクリート主任技士 D : コンクリート技士 E : 資格なし
鉄筋寸法	 有 93 % 無 7 %	 実測 87 % 目視 13 %	 I 81 % II 17 % III 2 %	 B 78 % E 20 % D 2 %	

図-6.4.2 型わく・鉄筋検査アンケート集計結果(2)

	確認の有無	確認方法	検査実施方法	検査実施者	備 考
鉄筋位置	有 93% 無 7%	実測 88% 目視 12%	I 83% II 15% III 2%	B 79% E 19% D 2%	I : 監督員立会いのもと 自社職員 II : 自社職員 III : 協力業者
定着, 継手	有 93% 無 7%	実測 87% 目視 13%	I 79% II 19% III 2%	B 79% E 19% D 2%	A : 技術士 B : 土木施工管理技士 C : コンクリート主任技士 D : コンクリート技士 E : 資格なし
最小かぶり	有 94% 無 6%	実測 90% 目視 10%	I 80% II 18% III 2%	B 79% E 19% D 2%	

図-6.4.3 型わく・鉄筋検査アンケート集計結果(3)

	確認の有無	確認方法	検査実施方法	検査実施者	備考
スパーサ					I：監督員立会いのもと 自社職員 II：自社職員 III：協力業者
打継目の処理状態					A：技術士 B：土木施工管理技士 C：コンクリート主任技士 D：コンクリート技士 E：資格なし

図－6.4.4 型わく・鉄筋検査アンケート集計結果(4)

6.5 品質管理体制

(1) 組織

コンクリートの品質管理は、ほとんどの工事において程度に差はあるが実施されている。そのような管理を行うための組織としては、現場の運営管理組織の中に、品質管理を担当するパートがある場合とない場合に大きく分けられるようである。

管理の対象は、コンクリートの打込み前、中および後の3段階に分けられる。今回の調査の範囲では、打込み前ではフレッシュコンクリートの性質（スランプ、空気量、等）打込み後では圧縮強度を管理対象にしたものがほとんどであった。このようなことにも起因すると考えられるが、いくつかの場合で、生コン業者に多くを依存した組織もみられた。施工面で耐久性に影響を及ぼすと考えられる打込み、締固め、スパーサ等を、管理対象にしている現場は少ないようである。

数はまだ多くはないが、いくつかの現場では、組織にTQCを導入している。これらの現場では、コンクリートの品質管理を工種に分けて行い、各々の工種について管理点、管理項目、管理者、方法、頻度等5W1Hで品質管理の内容および組織が構成されている。

(2) 品質管理手法

品質管理手法としては、以下にしめすような手法が用いられている。中でも多く用いられているのは、管理図である。

- 1) 管理図（ $\bar{x}-R$ 、 $\bar{x}-R$ 、など）
- 2) 工程能力図
- 3) ヒストグラム
- 4) QC工程表
- 5) チェックリスト（シート）
- 6) 非破壊試験
- 7) 日報
- 8) 事前打ち合わせ、反省会

公団関係の工事で多く使用されている「日常管理試験報告書」およびTQCを導入した現場例の資料を付録6-2に収録した。

6.6 ま と め

材料、製造設備、配合設計、コンクリートの品質管理、型わく・鉄筋検査および品質管理体制について、品質管理の現状を調査した。調査結果の主な点は以下に示すとおりである。

- (1) セメント中のアルカリ含有量は、44%近くの現場で確認されている。
- (2) セメントの品質試験は、ほとんどの場合セメントメーカーまたは生コン業者が実施している。
- (3) 細骨材の一般的品質（産地、粒度、比重、等々）については、80%以上の現場で確認が行われている。構造物の耐久性に密接な関係を有する塩分含有量およびアルカリ骨材については、それぞれ84.1%程度確認されている。
- (4) 粗骨材のアルカリ骨材反応は、約55%の現場で確認されている。
- (5) スペーサの確認は、93%程度の現場で実施されているようである。
- (6) 品質管理体制面で、打込み、締固めおよびスペーサを管理対象にしている現場は少ないようである。まだ数は少ないが、2、3の現場で管理体制にTQCを導入している現場も見られた。

以上、品質管理に関する調査結果をとりまとめたが、これらの調査結果を通して見ると以下のような問題点が指摘できる。

- (1) 昨今、コンクリート構造物の早期劣化原因として指摘されている骨材のアルカリ骨材反応については、未だ十分には確認されていない。
- (2) 施工面で耐久性向上に寄与すると考えられる打込み、締固めおよびスペーサに関する品質管理の思想に統一性がない。
- (3) 品質管理体制＝組織といった考えが、品質管理面に残っているようであり、何のために、何を、どのようにチェックするのかといった基本的な考えが欠けている傾向が認められる。

上記のような問題点を解決するために、今後取り組んで行く方向としては、耐久性を向上させるための品質管理のあり方といった基本的なところから、発注者を含めた論議が必要と思われる。

資料- 6.1 品質管理に関するアンケート集計表 (その1)

備考: 1. アンケート総数 266

2. セメント支給のためセメントに関する確認せず 1

3. 生コン支給のためセメント、細骨材に関する確認せず 6

4. 今のところコンクリート工がないためセメント、細骨材に関する確認せず 5

確認方法 確認項目		確認した	確認の頻度															試験方法					試験実施方法										試験実施者・確認者						
			着工前・計画等	工事中1～2回	試験前1回	2～6回	1回	2回	1回	1回	2回	打設毎	1回 300 ^m	1回 150 ^m	産地変更時	搬入時・入荷時	ロット毎	1回 1000 ^t	不明	JIS・土木学会	ASTM	伝票・証明書	受入れ検査	不明	自社	自社立合い生コン業者	生コン業者	セメントメーカー	企業名	大学	公的機関	民間試験所	不明	A	B	C	D	E	F(不明)
セ メ ン ト	セメントの種類	232	67		16	2	1	66	1	1	2		1	1	1	18	1		54	120		6	1	105	5	21	91	45					74	1	21	57	88	13	107
	セメント製造工場名	218	69		16	2	1	57		1	2		2	1	1	12	1		54					7	17	81	34					82	1	40	43	28	14	110	
	物理試験結果	209	53		12	2		93			2		2	1		1	1	45	154				61	1	11	79	77					47		36	61	28	10	91	
	化学分析結果	187	50		11	1	2	86					1	1		1	2	1	38	141			54	1	10	72	72					40	2	30	56	24	8	83	
	アルカリ含有量	112	34		7	2	2	44					1	1		1			28	84			36	1	7	46	39					27	1	17	35	14	4	56	
	その他																																						
	新鮮度	1														1			1							1										1			
水和熱	1			1															1						1										1				
メーカーの品質管理状況	1				1																	1	1												1				
細 骨 材	産地	234	66	1	13	3	1	69	1	2	2		2	1		8	13		54																				
	粒 度	233	50	1	13	2	1	83	1	6	19		4	1		3	2		52	184	1			53	3	26	172	骨材メーカー					36	1	34	89	65	7	60
	比 重	233	52	1	14	2	1	102	3	1	2		3	1		4	2		50	184	1			53	3	25	177	骨材メーカー					32	1	34	88	66	7	62
	粘土塊量	196	40	2	11	2		97	2			1	1	1		5	1		38	171	1			29		19	156		1	3		22	1	28	80	57	6	48	
	洗い試験で失われるもの	198	39	2	10	2		93	1	9	1		1	1		5	1		37	172	1			29	2	18	158		1	2		21	1	28	82	60	6	46	
	有機不純物含有量	204	43	2	10	5		97	2	1	1		1	1		5	1		40	176	1			32	1	18	164		1	3		22	1	30	84	59	7	49	
	塩分含有量	215	47	3	9	9	2	58	3	14	7		10	1		4	3		51	173	1			47	4	29	153	1		5	1	28	1	30	85	58	6	60	
	アルカリ骨材反応試験	105	42	1	5	8	2	12	1				1	1		5			32	62	17			31	8	10	69	3	1	2	6	5	14	2	18	39	23	4	41
	その他																																						
	単重、実収率	3						3												3					1		1						1	1			2	1	
安定性	4				1	1	1											1	4							1	1			1	1				1	1		2	
比重1.95の液体に浮く量	1						1												2							2										1		1	

— 86 —

[illegible]

資料- 6.1 品質管理に関するアンケート集計表（その3）

確 認 項 目	確 認 の 有 無	確 認 方 法		検 査 実 施 方 法							
		目 視	実 測	自 社 職 員 と 立	自 社 職 員	協 力 業 者	検 査 実 施 者 ・ 確 認 者				
							A	B	C	D	E
寸 法 精 度	260	25	254	206	67	11	0	164	1	4	37
型わく表面の状況	255	247	4	110	135	16	0	156	1	4	40
型わく継目の緊密性	252	243	3	89	144	17	0	150	1	4	40
型わく内の清掃	258	249	2	131	123	25	0	154	1	4	43
支 保 工	245	201	58	75	169	23	0	155	1	4	38
鉄 筋 寸 法	248	34	228	226	47	7	0	159	0	4	40
鉄 筋 位 置	248	32	232	234	41	6	0	160	0	4	39
定 着 ・ 継 手	248	34	230	222	52	6	0	160	0	4	38
最 小 か ぶり	249	26	239	222	50	5	0	161	0	4	39
ス ペ ー サ	246	207	35	125	123	15	0	150	0	4	40
打継目の処理状態	242	230	3	113	140	12	0	155	0	4	32

DATE	FILE	NO	DE
------	------	----	----

記 号	
-----	--

-2 日付 年 月 日		日常管理試験報告書(コンクリートの週報・その2)															主任 助監督		補助 監査員					
局 名		事務所名		工事名		調査人名		プラント名		現 場 代理人		試 験 責任者												
項目 月日 (曜)	打 設 結 果																							
	施 工 条 件				打 設 箇 所		コンクリート		検査対象打		残り混ぜから打		ス ラ ン グ (cm)		空 気 量 (%)		温 度 (℃)		強度試験		強度試験結果			
	天 候	コンクリート打設中の時の気候有無(有)	打設機の種類(ポンプ、振動棒等)	打設機の種類(ポンプ、振動棒等)	コンクリートの種類(コンクリート)	検査対象打の種類(コンクリート)	残り混ぜから打ち終るまでの時間	最大~最小(分)	最初の5台	50mmごとまたは100mmごと	強度試験用供試体作製時	1台目または50mmごとまたは100mmごと	強度試験用供試体作製時	1台目または50mmごとまたは100mmごと	強度試験用供試体作製時	1台目または50mmごとまたは100mmごと	強度試験用供試体作製時	コンクリートの種類(コンクリート)	強度試験用供試体番号	養生方法	材 令	強度 (kg/cm ²)		
																						x1	x2	x3
月 日	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
(月)	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
月 日	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
(火)	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
月 日	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
(水)	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
月 日	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
(木)	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
月 日	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
(金)	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
月 日	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
(土)	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
月 日	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
(日)	最大	暑中																						
	最小	寒中																						
判定(記事)																								

日常管理試験報告書(コンクリートの管理図)															主任補 助技師		補助 技師					
局名			事務所名			日工事事務所			工区名			C工事			請負人名		プラント名		現場代理人		試験責任者	
コンクリートの種別			配合設計時の強度σ _{ck}			Kg/cm ²	監督員が指定した変動係数			Kg/cm ²	%	目標強度σ _r			Kg/cm ²							
配合設計時の3日強度			Kg/cm ²	配合設計時の7日強度			Kg/cm ²	配合設計時の28日強度			Kg/cm ²	28日強度と7日強度との関係 σ _s =7			最低必要強度σ _{min}			Kg/cm ²				
項目 個数 n	打設日 (年月日)	供試体番号	検査打数量(NP)		7日強度 (Kg/cm ²)	28日強度 xi (Kg/cm ²)	最低強度判定				3回の平均値(注1)		総合判定⑤及び⑥の場合に合格の場合は合格		10回以上の標準偏差		30回以上の標準偏差					
			検査対象打数量からの累計	打設開始日の累計			k _i (x _i -σ _{ek}) ②	判 定 ③ 合格	x̄ ₁₋₃ (Σ x _i /3) ④	k ₂ (x̄ ₁₋₃ -σ _{ek}) ④	判 定 ① ≥1.00 合格	総合判定⑤及び⑥の場合に合格の場合は合格	x̄ _i -x̄	(x̄ _i -x̄)²	x̄ _i -x̄	(x̄ _i -x̄)²						
1	.	.																				
2	.	.																				
3	.	.																				
4	.	.																				
5	.	.																				
6	.	.																				
7	.	.																				
8	.	.																				
9	.	.																				
10	.	.																				
11	.	.																				
12	.	.																				
13	.	.																				
14	.	.																				
15	.	.																				
16	.	.																				
17	.	.																				
18	.	.																				
19	.	.																				
20	.	.																				
21	.	.																				
22	.	.																				
23	.	.																				
24	.	.																				
25	.	.																				
26	.	.																				
27	.	.																				
28	.	.																				
29	.	.																				
30	.	.																				
合計		最初の10回 30回ごと										合計 Σ(x̄ _i -x̄)²										
平均値		最初の10回 30回ごと										分散 σ² (kg/cm²) 注2)										
28日強度の最大値(kg/cm²)			28日強度の最小値(kg/cm²)			σ _{ek} より小さい28日強度の回数(回)			標準偏差 σ (kg/cm²) 注3)													
中心線 (kg/cm²)		最初の10回 11~30回または30回ごと	内側限界線 (kg/cm²)		最初の10回 11~30回または30回ごと	外側限界線 (kg/cm²)		最初の10回 11~30回または30回ごと	変動係数 V% 注4)													

7. 調査結果に対する考察

7.1 考 察

(1) コンクリート工事の概要についての考察

- (a) 近年はポンプ施工を行うために、砂率が多く、水の多い低品質のコンクリートが打たれていると言われている。調査の結果得られたコンクリートの平均値が、このようなことを示しているかどうかを知るために、土木学会コンクリート標準示方書に示される参考配合表と比滑してみた。その結果次のようになった。

配合条件（調査値の平均）

ス ラ ン プ	10 cm	良質の減水剤（AE 減水剤）を用いる，碎石を使用する
水 セ メ ン ト 比	54 %	
空 気 量	4 %	
細骨材の粗粒率	2.70	

単位水量 上記の条件から学会方式で参考表から計算した値 $164 \pm 3 \text{ kg}$

調査値の平均 161 kg

S/a（細骨材率） 上記の条件から学会方式で参考表から計算した値 $41.5 \pm 1 \%$

調査値の平均 42%

以上、平均値から見た場合には、スランプ10 cmのコンクリートとしては、砂率も単位水量も学会の標準値とまったく同じであり、最近のコンクリートは品質が低下しているとは言えないことが明らかとなった。ただ碎石を使っているコンクリートが非常に多いので、この影響による単位水量の増加（9～15 kg）が、昔とは変わった点と言え言えるかもしれない。

- (b) 平均スランプ10 cmのコンクリートが大部分の工事で、ポンプ施工で行われている。ただし、運搬距離200 mを越えるものが3.1%，鉛直運搬距離20 m以上のものが9.4 %ある。このような部分にまでもスランプ8 cm程度のコンクリートが送れるものかどうかを検討し、仕様上におけるポンプの限界というものを定める必要がある。
- (c) 主要鉄筋の径が32 mmとするものが多く、55年版の示方書では32 mmが一般的な使用の限界であったことを考えると、現場では許されれば少しでも太い鉄筋を使用したいことを望んでいることがわかる。太い鉄筋が使われれば鉄筋の間隔が大きくなり、コンクリートの充てんが良くなって品質向上に役立つ。新示方書では、32 mmの限界が撤廃されたことも考えて、32 mm以上の太い鉄筋を使うことの検討を行う必要がある。

(2) かぶりの確保についての考察

- (a) かぶりが確保できない理由は、大別して、設計時の配慮不足により最初からかぶりが確保出来ないようになっている場合と、スペーサーが適正使用されないために生ずる施工誤差による場合

の2つに分けられる。

前者は、そのような誤まりを生じた設計者に対してペナルティーを課す、誤りの事例や対策集を作るなどして、設計者の技術力、注意力を高めるしかないであろう。

後者は、現在、スパーサーの適正な使用法（配置、数量、形状）等についての規定が学会の示方書にもなく、したがって、発注仕様書で指示されることもほとんどないということがそのような誤差の生じる最大の原因と考えられる。

したがって、今後の課題は、適正なスパーサーの配置、使い方を示す指針（マニュアル）を作ることであろう。

(3) コンクリートポンプによる施工の実態

- (a) ポンプ施工に対する現場の技術者の考え方が明らかになった。コンクリートを軟かくしてほしいという意見、あるいは、そのために流動化剤等を使用すべきであるという意見は少ない。ただ、コンクリートが入るような鉄筋の配置を考えてほしいという点は、今後の課題となろう。

(4) 振動締固めに関する現状

発注者に対して、バイブレーターの改善、スランプを大きくすることの要望が強いが、締固め不良という実態が、どの程度になっているかが明らかでないので、要求がどの程度切実なものかわからない。締固め不良は果となってコンクリートの表面にあらわれ、補修に苦勞するので、施工者は良く締固めるのに積極的に努力しているのではないかと思われる。

設計者に対しては、バイブレーターの入るような鉄筋間隔を配慮すること、また、施工者に対しては、型わく表面から与える振動等を多くするよう配慮を促すこと等が今後の対策として考えられる。

(5) 品質管理

品質管理の調査の結果、打込み前の型枠・鉄筋寸法、かぶり厚さの点検確認が行われる割合はかなり高い事が明らかになった。しかしながら、型枠・鉄筋の寸法を除いては点検項目等の具体的内容が明確でなく、目視が主体となっている。

これは、かぶりの誤差、スパーサーの配置等に関する規定がないことにも起因すると考えられる。

したがって、今後の課題としては、これらの規定を明確にし、点検が十分に行われるようにすることが大切と考えられる。

7.2 今後の調査、検討事項

1. スランプとポンプの圧送限界を明確にする。
2. 32mm以上の鉄筋の使用法を明確にする。
3. スパーサーの使用規定、誤差の許容値等を明確にする。
4. コンクリートの投入、締固めを考えた配筋規定を検討する。
5. その他、設計・施工上で配慮すべき事項を検討する。

コンクリート施工の改善法
に関する調査報告書
—コンクリート構造物の施工の実態—

ISSN 0386-5878
土研資料第2456号
昭和62年2月(1987)
小林茂敏, 渡辺博志

要 旨

コンクリート構造物の早期劣化の問題を解決するためには、材料・施工両面からの改善を考える必要がある。そのため、(財)日本土木工業協会と共同で、コンクリート工事の施工実態調査を行い問題点の検討を行った。本報はその結果をとりまとめたものである。

キーワード：コンクリート, 施工, かぶり, 打設, 締固め, 品質管理



郵便はがき

四十円切手
をはって
下さい。

305-□□

茨城県筑波郡豊里町大字旭一番地

建設省土木研究所

コンクリート研究室 御中

No. _____

No. _____

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第2456号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名

印