

V-173 官能検査法に基づく抜柱したコンクリート・ボールの健全度診断

東海コンクリート工業㈱ 正会員 縄田初夫
 東京工業大学 正会員 長瀧重義
 日本セメント㈱ 正会員 岡本享久
 東京工業大学 住吉 卓

1. 目的

本研究は現存するコンクリート構造物の健全度評価に際して用いられている「目視」の妥当性について検討するものである。すなわち、コンクリート構造物が劣化すると外観からの情報として、ひびわれ、剝離、損傷箇所、不純物の流失、鉄筋の露出および美観の低下がある。これらの情報は調査する人間の経験度、生活、体質、立場および気質などの影響を受けやすく、客観的な判断を下すことが難しい。そこで本研究では品質管理が良好で、施工によるバラツキの少ない抜柱したコンクリートボールを対象にして、官能検査法¹⁾の系列範疇法により劣化の状況を判断する。続いて、ボールの劣化度、耐荷力について実験による定量的な評価を行い、官能検査法による結果と比較検討して、「目視」による診断法の妥当性と限界について検討するものである。

表1 検査したボールと曲げ破壊試験結果の一覧

P O L E No	PC or RC	長さ mm	末口径 mm	配筋 重量 kgf	破壊 荷重 kgf	Pu Pd	末口 部の 露み mm	単位 長さ 当りの 露み*	製造 年 昭和
1	PC	14	19	500	1360	2.72	317	22.6	49
2	PC	16	19	700	1717	2.45	380	23.8	47
3	RC	16	19	350	1123	3.21	332	20.8	41
4	PC	16	19	700	1855	2.65	436	27.3	47
5	RC	13	19	300	816	2.72	227	17.5	35
6	PC	14	19	500	1337	2.67	211	15.1	49
7	RC	12	19	300	687	2.29	241	17.2	34
8	PC	16	19	700	1923	2.75	385	24.1	47
9	RC	14	19	350	1062	3.03	282	20.1	31
10	PC	14	19	500	1337	2.79	236	16.9	52
11	RC	13	19	300	857	2.86	242	18.6	39
12	PC	14	19	500	1357	2.71	290	20.7	47
13	PC	14	19	700	1672	2.39	326	23.2	49
14	PC	16	19	500	1336	2.67	394	24.6	45
15	PC	14	19	500	1363	2.73	287	20.5	53

* 単位 mm/m

2. 官能検査法および曲げ試験方法の概要

検査対象とした抜柱したコンクリート・ボールは表1に示す昭和30年代から50年前半までに製造された30体であり、RCおよびPCボールの両方が混在している。検査の際に調査した劣化項目は表2に示す15項目であり、劣化項目No.1から13の項目についてはボールの末口部から元口部までを3等分割し、それぞれの部分について官能検査を実施した。なお、劣化項目No.14、15についてはボール全体を見て判断してもらった。回答形式は表3に示す5段階評価であり、標準的な劣化状態(標準的な劣化状態は表4とした)と比べて検査対象するボールの劣化状態がどのような状態であるかこの表3の選択肢の中から選んでもらった。

表2 劣化調査項目

No.	劣化調査項目
1	縦ひびわれの本数
2	円周方向のひびわれの本数
3	円周方向のひびわれの幅
4	円周方向のひびわれの長さ
5	縦横(網目)ひびわれの本数
6	縦横(網目)ひびわれの長さ
7	浮き上がり
8	かぶりの欠落
9	エフロレッセンス
10	錆汁
11	表面の風化
12	汚れ
13	型枠の合わせの目開き
14	曲がり
15	縦ひびわれの長さ

検査員の総数は10名であり、全員男性で各人のコンクリートに関する業務経験年数が表5に示してある。官能検査は6月下旬の晴天日の屋外で午前9時より午後4時までの間に実施した。

官能検査結果の評価のために実施したボールの曲げ破壊試験における測定項目は表6に示す通りである。

3. 結果と考察

表7は官能検査結果の一覧である。全てにおいて主効果が高度に有意であることから、設定したボール群は十分差異のある刺激を検査員に与えており、検査手法を含めて劣化程度に対する感覚および評価の判断を求める検査として不都合はなかったと見なせる。

一方、個人差が生じていることも明確であること「1. 非常に多い(大きい、長い) 2. やや多い(大きい、長い) 3. ほぼ同じ 4. やや少ない(小さい、短い) 5. 非常に少ない(小さい、短い)」の中から一つを選ぶ。

表3 回答方法

検査を行うボールのそれぞれの現象は、標準とする劣化現象に比べて
 「1. 非常に多い(大きい、長い) 2. やや多い(大きい、長い) 3. ほぼ同じ
 4. やや少ない(小さい、短い) 5. 非常に少ない(小さい、短い)」
 の中から一つを選ぶ。

上で、官能検査で求めた基礎データを、尺度構成理論に従って劣化に対する心理的尺度を構成した。以後の考察はこの尺度値に基づいている。

表4 標準とした劣化状態

項目	PCボール	RCボール
きず	長さ50mm、深さ、突出し4mm	同左
ひびわれ	0.01mm	0.05mm
段差	2mm	同左
型枠合わせ目開き	長さ500mm、幅3mm	同左
鉄筋の露出	ないこと	同左
末口部の変位	12mm未満 12mm以上	50mm 100mm
湾曲	12mm未満 12mm以上	50mm 100mm

表6 曲げ載荷試験での測定項目

残留円周方向ひびわれ幅、残留曲げ変形
残留線あるいは斜めひびわれ幅
載荷時のたわみ、ひびわれ幅の進展状況
載荷時の作用荷重—たわみ曲線
最大耐力、中性化深さ、主筋の錆状況

表5 検査員の概略

検査員 No.	コンクリート関係 業務の経験年数	年令 (才)	視力
1	18年	41	0.9*
2	2年	24	1.2
3	14年	39	1.2*
4	なし	41	0.9
5	11年	43	1.5
6	なし	49	1.0
7	17年	41	1.0*
8	27年	46	1.0
9	14年	39	1.0*
10	9年	33	1.5

注：*は矯正視力、なおNo.7の検査員は現在ボールの甲乙判定を行っている。

表8 ベテランとアマチュアの差

	検定	差
1. 縦ひびわれの本数		
2. 円周方向ひびわれの本数		
3. 円周方向ひびわれの長さ		
4. 円周方向ひびわれの幅		
5. 縦横（斜目）ひびわれの本数	**	0.7
6. 縦横（斜目）ひびわれの長さ	**	0.7
7. 浮き上がり	**	0.5
8. かぶりの欠落	*	0.4
9. エプロレッセンス		
10. 錆汁		
11. 表面の風化	**	0.8
12. 汚れ	**	0.5
13. 型枠の合わせ目の開き	*	0.3
14. 曲がり		
15. 縦ひびわれの長さ		

検定：対比較の検定による検定結果

* 危険率5%で有意

** 危険率1%で有意

差：〔‘A’グループ平均値〕—〔‘B’グループ平均値〕

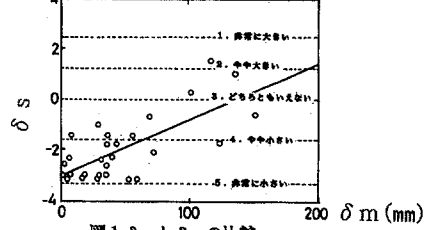


図1 δs と δm の比較

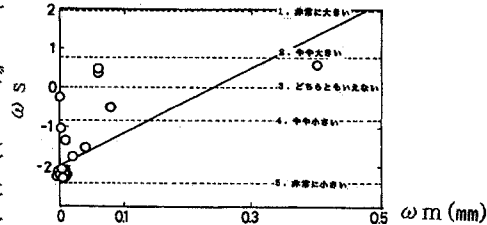


図2 ωs と ωm の比較

官能検査結果と物理量（載荷試験結果を含む）との比較検討を行う。図1はボールの残留曲げ変形量（ δ_m ）と官能検査結果に基づく尺度値（ δ_s ）を示す。曲げ変形について、 δ_m と δ_s の相関係数は大きく、 δ_s は物理量を表現できることがわかった。図2はボールに存在する円周方向のひびわれ幅（ ω_m ）と官能検査結果に基づく尺度値（ ω_s ）の比較を示す。この図より ω_m が0 mmから0.10 mmまでは目視による検査結果にはバラツキがあり、 ω_s は物理量を表すことが難しいようである。載荷試験より得たボールの曲げ破壊耐力は全ボールにおいて表1に示すようにJISで定める設計荷重の2倍以上あり、今回の劣化状態とは無関係であった。

検査員のコンクリート業務に関する経験年数が官能検査結果に及ぼす影響について、表8を用いて検討をした。検討するに当たり、経験年数が多い順から3名（ベテランと略称）と年数の少ない順から3名（アマチュアと略称）を抽出し、各劣化項目に対するそれぞれのグループ3名の結果の平均値とその差を求めた。劣化項目の内、縦横ひびわれ関係、浮き上がり、かぶりの欠落、表面の風化、汚れおよび型枠の合わせ目の開きについて有意差があった。しかもアマチュアの方がベテランより劣化の程度をより大袈裟に評価する傾向があり、評価が厳しくなった。

4. まとめ：本研究は「目視」に基づくコンクリート構造物の劣化診断の妥当性について、官能検査法を適用して検討を加えたものであり、今後さらに詳細な検討を行う予定である。

謝辞：本研究の遂行に当たり、東京工業大学建築学科小野英哲教授から数多くの御助言を頂きました。ここに深謝いたします。〔参考文献〕(1)佐藤 信、官能検査入門、日科技連、1978