

訪大土木工学教室 正員 ○加 藤 清 志
同上 正員 近 江 雅 夫

1. まえがき

著者らはすでにプレーン コンクリートのひびわれ発生機構について数年来研究してきたが、^{たとえば1)}
～4) コンクリート工学の最近の研究の動向としても世界的にコンクリートの破壊機構が注目されてい
る。ごく最近までに解明されたプレーン コンクリートの物性とマイクロクラックとの関連性につい
ての研究⁴⁾の要点は次のようである。

圧縮応力-ひずみ曲線の比例限度に対応するひずみ度・きれつ級数・見掛けのきれつ長さ・ボンド
きれつ・モルタルきれつ・骨材きれつ・動弾性係数・接線係数・対数減衰率等の限界値のうち、たと
えば、きれつ級数ひん度は応力レベルが限界応力比に達するまでの初期加圧によつて急げきに増加し、
以後は低い増加率でほぼ直線的に増大する。殻きれつはモルタルきれつの核ともなり、また、ボンド
・モルタル・骨材等のきれつとともに、非回復性の残留ひずみ発生 of 大きな要因と考えられる。見掛
けのきれつ長ひん度のうち、約97%以上はボンドきれつとモルタルきれつで占め、モルタルきれつは
ボンドきれつの6～7割程度である。見掛け上、体積が膨張し始める臨界応力近傍で、ボンド・モル
タルきれつともさらに急増し、連続きれつが顕著になる。骨材きれつは通常の堅硬な骨材であればき
わめて少なく、プレーン コンクリートの耐力低下 of 大きな原因にはならない。結局、微視的観点か
らは、外力によつて生じる不可逆的なマイクロクラックは内部摩擦を増大させ、巨視的観点からすれ
ば内部摩擦の増大は非弾性的挙動 of 要因となり、さらに耐力低下といった破壊現象につながる。

以上の諸現象を踏まえて、載荷履歴を受けたプレーン コンクリートの物性変化と、その非破壊的
評価法について実験・考察したものである。

2. 実験方法

(1) 試料 使用セメントは普通ポルトランド セメントで比重は3.16で、粗骨材は最大寸法 20
mm、比重 2.65 の川砂利、細骨材は比重 2.56 の川砂である。配合は重量比で 1 : 1 : 2、1 : 1.5
: 3、1 : 2 : 4、1 : 3 : 6 とし、各についてスランブを 3 cm と 15 cm との 2 種ずつとした。28日
間標準養生を施した供試体を シリーズ I、7日間標準養生後 21日間気乾養生した供試体を シ
リーズ IIとした。供試体寸法は 10×10×20.5 cm で、角柱形である。

(2) 装置 加圧にはアムスラー形圧縮試験機を、縦ひずみと横ひずみ計測にはそれぞれ自動平衡
形加算式と手動零位式ひずみ測定器によつた。載荷中の超音波縦波伝ば速度測定にはウルトラソニ
ースコープ(透過振動子の基本周波数は 200 KHz)を圧着装置を作成して使用した。動弾性係数は縦振
動法で、対数減衰率は自由減衰波高法によつた。

(3) 実験の手順 連続単純圧縮載荷によつて終局強度を求め、これを 5～7 分割して応力レベル
を決めた。載荷中はひずみ・超音波伝ば速度を、また、各応力レベルで荷重を解放し、動弾性係数・

対数減衰率をそれぞれ測定した。

3. 実験結果と考察

継続圧縮荷の応力-ひずみ・ポアソン比・超音波伝ば速度線図の一例を図-1に示す。くり返し荷の応力-ひずみ・ポアソン比・超音波伝ば速度・対数減衰率の変化のようすの一例を図-2に示す。くり返し荷の場合のポアソン比は終局荷の応力-ひずみ線図から算出した。また、この程度のくり返し荷では、各の応力-ひずみ線図の重複部分にはあまり大きな挙動の変化がない。比例限度はマイクロクラックの発生開始とか、非弾性挙動の開始点という意味で論議されており、精密には差分法で求めることができるが、ここでは初期接線の曲線からの見掛けの分岐点を比例限度とした。表-1に見掛けの比例限度(σ_0)、臨界点(σ_{CR})、終局点(σ_u)、荷前の縦波速度(V_{L0})、 V_L の変化開始点、終局点での縦波速度(V_{Lu})、ポアソン比(ν)の変化開始点等の供試体4個の平均値を示す。これらは実施コンクリートの物性値の判定基準に役立つものである。シリーズ I の終局強度はシリーズ II に比し、約 10% ほど高い。終局強度を 100 とするとき、各応力レベルの上昇に伴う対数減衰率(δ)・動弾性係数(E_D)・超音波伝ば速度(V_L)・縦ひずみ(ε_o)・体積ひずみ(ε_v)などの変動のようすの一例を、図-3に示す。図-4に特性値の比率の比較を示す。以上から、一般的に次のようなことがわかった。

- 1) 対数減衰率は応力比の増大とともに、1 : 1 : 2 のように富配合コンクリートでは単調に増大する。しかし、骨材量の増大、すなわち貧配合になるにしたがい、比例限度近くまでの応力比の増大とともに対数減衰率は低下し、その点から再び増大開始し、とくに臨界点近くから顕著な増大を示す。
- 2) 動弾性係数は応力比の増大とともに、配合比にかかわらず単調に低下するが、とくに臨界点以上の応力レベルから顕著な低下を示す。
- 3) 見掛けの比例限度は終局強度の 60% 程度であるが、1 : 3 : 6 のように貧配合になると 40~50 % に低下する。
- 4) 臨界値は終局強度の 80~90 % で、1 : 2 : 4 のやわ練りあるいは 1 : 3 : 6 といった貧配合では 70% 程度を示す。
- 5) 超音波縦波伝ば速度の変化開始点は比例限度と臨界点との間にあり、配合により一様でない。
- 6) ポアソン比の変化開始点は、配合比にかかわらず臨界値にほぼ一致する。
- 7) 水中養生コンクリートとこの程度の気乾養生コンクリートとは、力学的挙動に大きな差はない。

4. むすび

コンクリートは一般に荷前の構造欠陥のために、粘弾性体として取り扱われるべきことが主張されているが、本研究では荷によつて生じるマイクロクラックに基づく構造欠陥を定量的に評価するために対数減衰率を求め、さらに、超音波伝ば速度との関連性について実験・考察し、実施コンクリートの荷中の物性を評価するための貴重な基礎資料を求めた。とくに、超音波方法により、実施コンクリートの物性変化を継続的に追跡し、縦波速度の変化点をキャッチすることにより、「構造物の

メンバーが耐久限度に近い」という情報として認識するのに役立つことを明らかにした。

5. あとがき

本実験に終始ご援助をいただいた防大土木工学教室 荻野雪男技官にあつくお礼申し上げます。また、本研究は昭和45年度防衛大学校特別研究費を受けたが、付記して謝意を表する。

参考文献

1) 加藤清志：“プレーン コンクリートのひびわれ発生機構について”、コンクリート・ジャーナル、Vol.6、No.5、435、pp. 11~17

2) 同上：“モルタル中の気泡きれつと増加”、コンクリート・ジャーナル、Vol.7、No.2、442、pp. 8~16

3) 同上：“硬化したニート セメント ベースの減視的きれつ発生機構について”、コンクリート・ジャーナル、Vol.8、No.2、452、pp. 23~34

4) 同上：“プレーン コンクリート中のマイクロクラックと物性”、土木学会論文報告集、第188号、1971.4、pp. 61~72

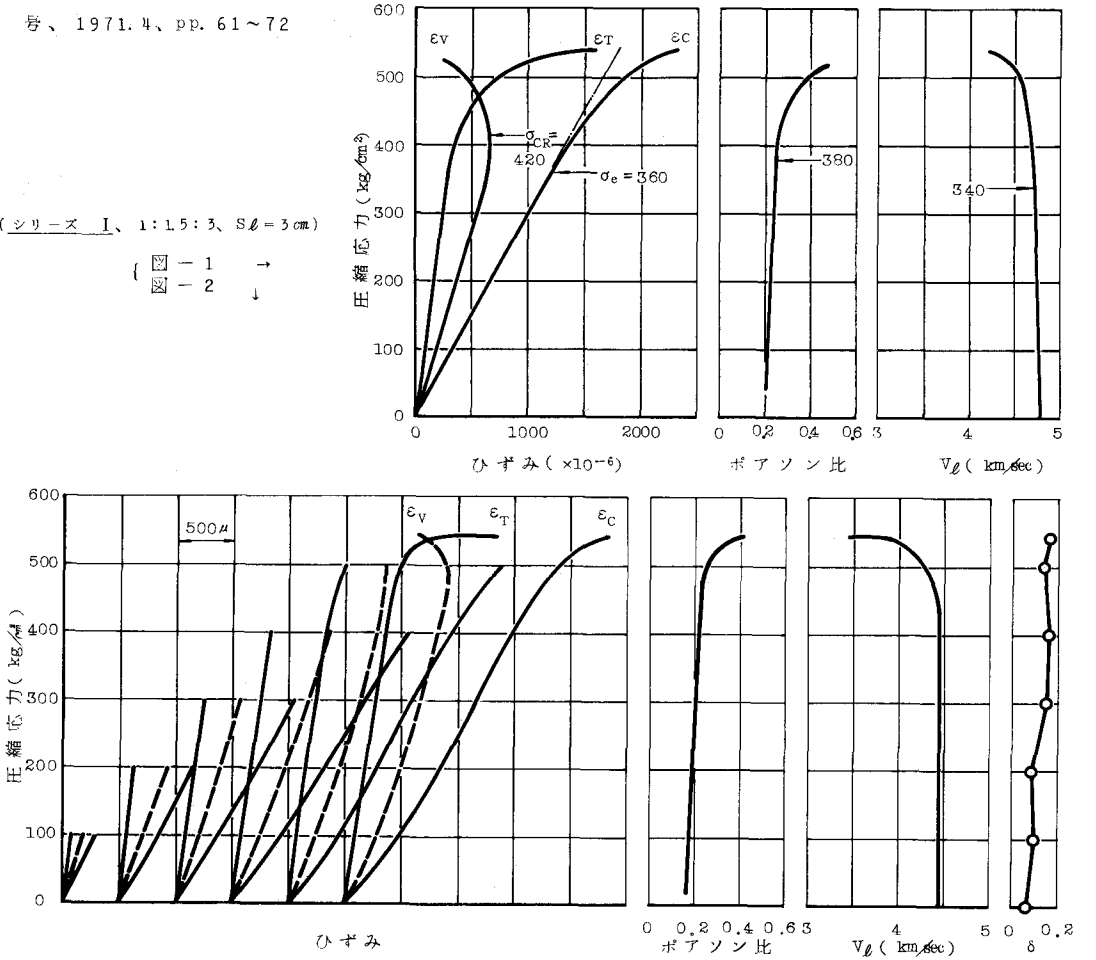


表 - 1

配合比	スラン プ	見掛けの比例限度 (kg/cm ²)	臨界点 (kg/cm ²)	終局点 (kg/cm ²)	$V_{\theta 0}$ (m/sec)	V_{θ} 変化開始点 (kg/cm ²)	終局強度の V_{θ} (m/sec)	ポアソン比変化点 (kg/cm ²)
1 : 1 : 2	3 cm	345	520	580	4527	415	3749	509
	15 cm	353	493	523	4603	430	3805	460
1 : 1.5 : 3	3 cm	318	430	480	4580	410	2937	430
	15 cm	280	295	370	4580	220	4360	340
1 : 2 : 4	3 cm	275	375	511	4607	405	3835	400
	15 cm	275	380	468	4650	360	3846	405
1 : 3 : 6	3 cm	245	300	394	4386	290	3319	295
	15 cm	245	345	399	4241	253	2954	340
1 : 1.5 : 3	3 cm	215	325	365	4362	235	3719	285
	15 cm	190	220	295	4245	200	3262	205
1 : 1.5 : 3	3 cm	158	228	270	4251	265	3521	240
	15 cm	130	220	240	4362	184	3384	206
1 : 1.5 : 3	3 cm	100	180	201	4479	130	3460	150
	15 cm	80	140	180	4351	133	3503	143
1 : 1.5 : 3	3 cm				4221	100	3224	93
	15 cm							

図 - 3

配合比 1 : 1.5 : 3 {

シリーズ I { スラン プ 3 cm ○
15 cm +
シリーズ II { スラン プ 3 cm △
15 cm ●

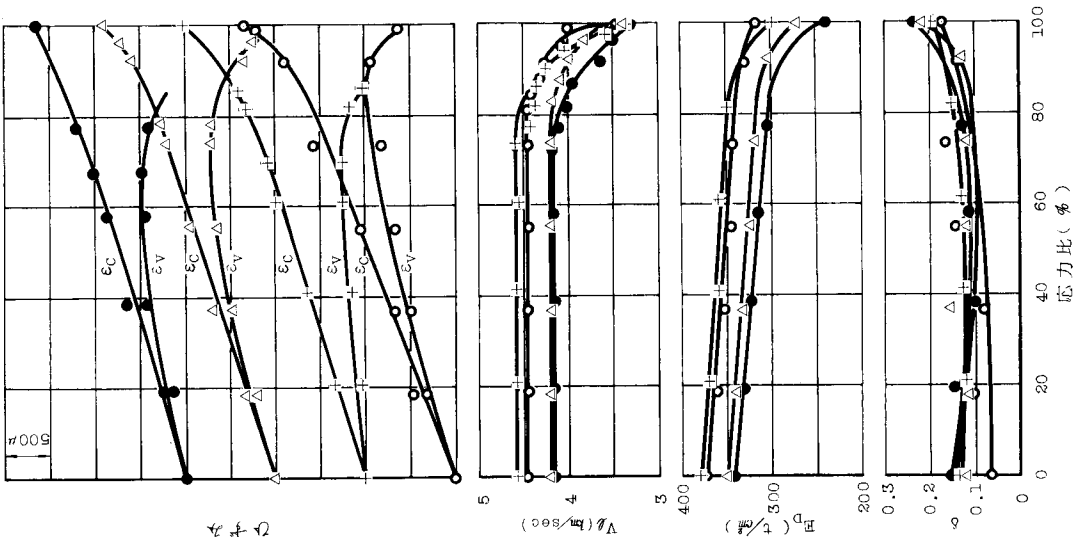


図 - 4																									
項	比例限度	臨界値	V_{θ} 変化開始点	ポアソン比開始点	項	比例限度	臨界値	V_{θ} 変化開始点	ポアソン比開始点	項	比例限度	臨界値	V_{θ} 変化開始点	ポアソン比開始点	項	比例限度	臨界値	V_{θ} 変化開始点	ポアソン比開始点	項	比例限度	臨界値	V_{θ} 変化開始点	ポアソン比開始点	
目																									
スラン	3 cm				15 cm					3 cm					15 cm					3 cm					15 cm
配合比	1 : 1 : 2				1 : 1.5 : 3				1 : 2 : 4				1 : 3 : 6												

備考

シ
リ
ー
ズ
I II