

# AEコンクリートの仮示方配合において、細骨材率 によりコンシステンシーを調整する方法\*

加賀美一二三\*\*・二木 和夫\*\*\*・長谷川 博\*\*

On the Adjustable Method of Consistency by Ratio of Fine Aggregate in the Provisional Designed Proportion of AE Concrete

Hifumi KAGAMI, Kazuo FUTATSUKI and Hiroshi HASEGAWA

## Abstract

It is the necessary conditions that the objects of AE concrete may be satisfied in the case of adjustment of consistency of proportion with obtaining the required workability, much more durability in addition to plain concrete.

The author reported already the results of studies of plain concrete in next papers.

- a. On the adjustable method of consistency by ratio of fine aggregate in provisional designed proportion of concrete ; ~Transaction of JSCE, No.121, 1965
- b. On the adjustable method of consistency by cement water ratio in the provisional designed proportion of concrete ; ~Cement and Concrete, JCI, No.226, 1965

In this research, the method of a was treated again to the proportion of AE concrete, and we proved to enable the application for practical use of concrete according to indicating air limits of the durable index approximate 8—9.

## 1. 緒 言

AEコンクリートの目的は普通コンクリートの諸性質のほか容易に所要のワーカビリティが得られ、一層耐久性を増加させることであるので、仮示方配合のコンシステンシーの調整に当ってこの目的を失わないことが必須の要件となる。一般にAEコンクリートの選定配合でも、臨機補正配合にても、ためし練りを実施して所要の空気量とスランプ値を得よう調整することは手数を要する。

著者の1人は普通コンクリートの場合のコンシステンシー調整法について報告<sup>1)2)</sup>しているのであるが、AEコンクリートの本研究においては仮示方配合後のためし練りにあたり細骨材料を37%の一定とし、空気量補正について水量、AE剤を、スランプ量補正に対しw/cを一定の原則に従い水量とセメント量を補正し、要請される空気量とスランプ値が得られるように基準配合を定め、この場合のセメント量、水量、AE

剤にもとづき混合骨材の絶対容積Vを定め、その後のコンシステンシー調整は、著者の普通コンクリートの細骨材率による調整法<sup>1)</sup>と同様にセメント、水量、AE剤を一定にして、骨材のみ細骨材率により計算して変化させ、玉砂利、砕砂利コンクリートについて実験研究を実施したところ、富配合コンクリート以外はスランプの変化は既報告<sup>1)</sup>と同様によい結果となり、その強度s/aの28~43%にわたりほぼ等しい圧縮強度を示した。空気量は要求量に対しs/a小値の場合は少なく、s/a大値となると多い結果を示して一定値とならないが、ほぼ3~6%の範囲を示し耐久性に対しては望ましい耐久指数<sup>3)</sup>8—9程度であることがわかった。本実験におけるAEコンクリートは同じ目標強度に対する普通コンクリートに対し強度も、弾性係数も小さい結果となり、玉砂利コンクリートは砕砂利コンクリートに対し強度はほとんど同じであるが、弾性係数は富配合コンクリートの場合には後者が大きい値を示した。以上のようにAEコンクリートの臨機的配合調整は細骨材率法により実施しても差支えないことを述

\* 土木学会中四国支部講演会、12月1日、1965にて発表のもの

\*\* 土木工学教室

\*\*\* 宇部興産株式会社

べたものである。

## 2. 実験供試体と測定方法

### 2.1. 実験材料

骨材～細骨材は海岸砂にて、比重2.54, 吸水率1.52%, 粗粒率2.69, 玉砂利は水洗後, 砕砂利はそのままにて直径5—15, 15—25, 25—40の3種に分類し, それぞれ25, 37.5, 37.5%として混合使用し, その比重は2.63, 2.69, 吸水率1.68, 1.22%, 粗粒率7.91, 7.76である。

セメント～某社の普通ポルトランドセメントにて, その比重は3.15である。

### 2.2. 実験用供試体

前項の材料にて配合設計計算によるそれぞれの重量を容量 $0.07\text{m}^3$ , 回転数28rpmのミキサにて3分間練りませ, 鉄板台内にて切返して後空気量を測定後, 材料をほぼ2等分してスランプ試験をなして後練り返して標準モールドに3層につめ, 各層ごとに外部上面バイブレイターを表面に水分が浮びでるまで, 10秒より15秒の範囲に使用し打込最上層は上部バイブレイター使用であるから押しつけ圧入がないよう十分注意したので, コンクリートの密度は均等性の供試体をつくりえたと考える。そして各種, 各配合のそれぞれに対

して3個の供試体をつくり, キヤッピングした後2日目に脱型し実験日まで水中養生した。

### 2.3. 強度試験

供試体の強度試験はそれぞれ3供試体中, 2供試体は規定の試験法により他は供試体側面称位置2個のダイヤルゲージにより, 圧縮ひずみを測定して弾性係数決定の資料とし, また全供試体に対しソニックス法により外部バイブレイター使用コンクリートの影響も吟味することにした。圧縮試験後のコンクリート断面を観察するため圧裂破壊した結果は Photo. 1, 2のごとくである。

### 3. 供試体用コンクリートの配合設計

コンクリートの配合設計は割増係数は考慮せず, A Eコンクリートの目標強度は  $\sigma_r = -155 + 216c/w$  の関係式により仮示方配合を定めることにした。与えられた条件は粗骨材の最大寸法40mm, 骨材その他の関係値は実験材料の項にて述べたもので, 空気量4%, スランプ値の標準は10cm, 目標強度は玉砂利, 砕砂利コンクリートともに120, 180, 240, 300 $\text{kg}/\text{cm}^2$ とした。以上の条件にて仮示方配合計算結果, これを図示するとFig. 1, 2となる。

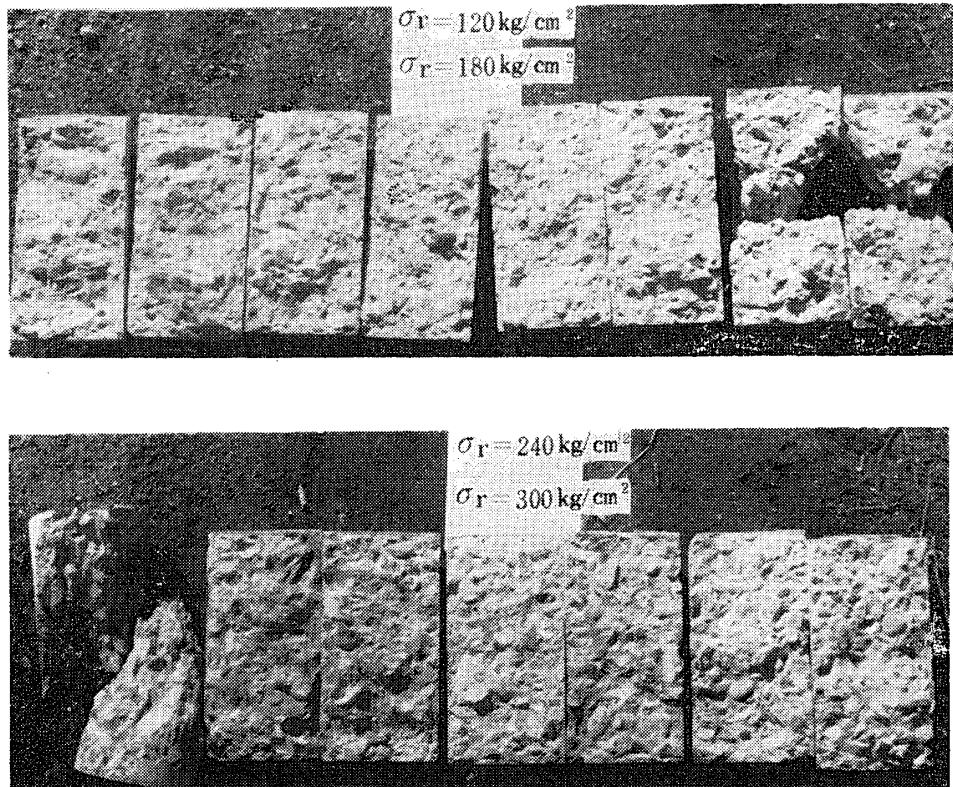


Photo. 1 Sectional surface states of gravel concretes

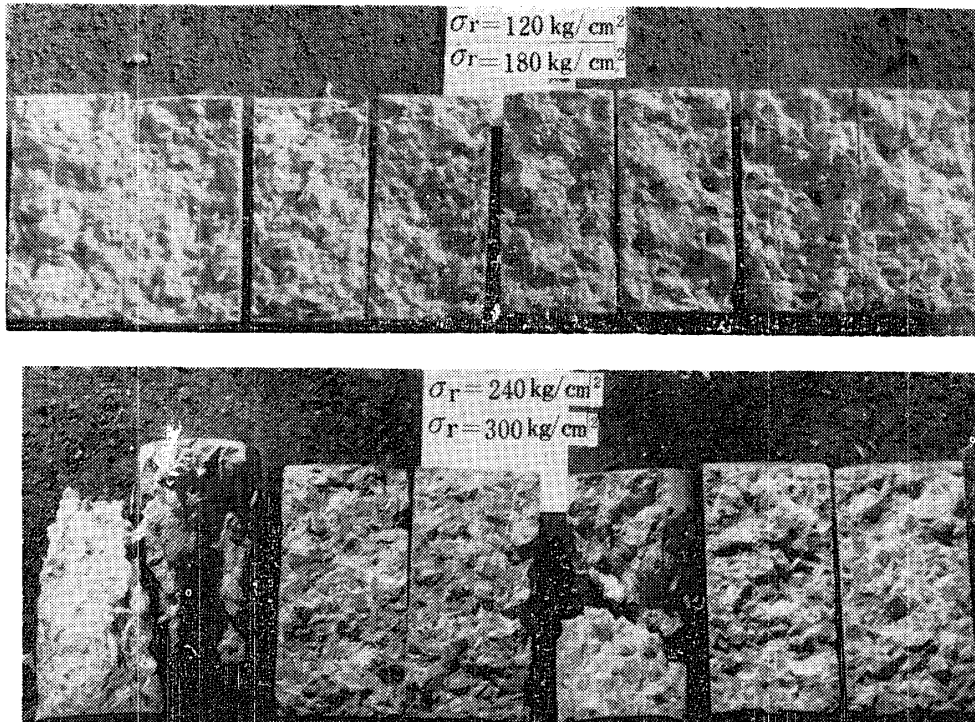


Photo. 2 Sectional states of crushed gravel concretes

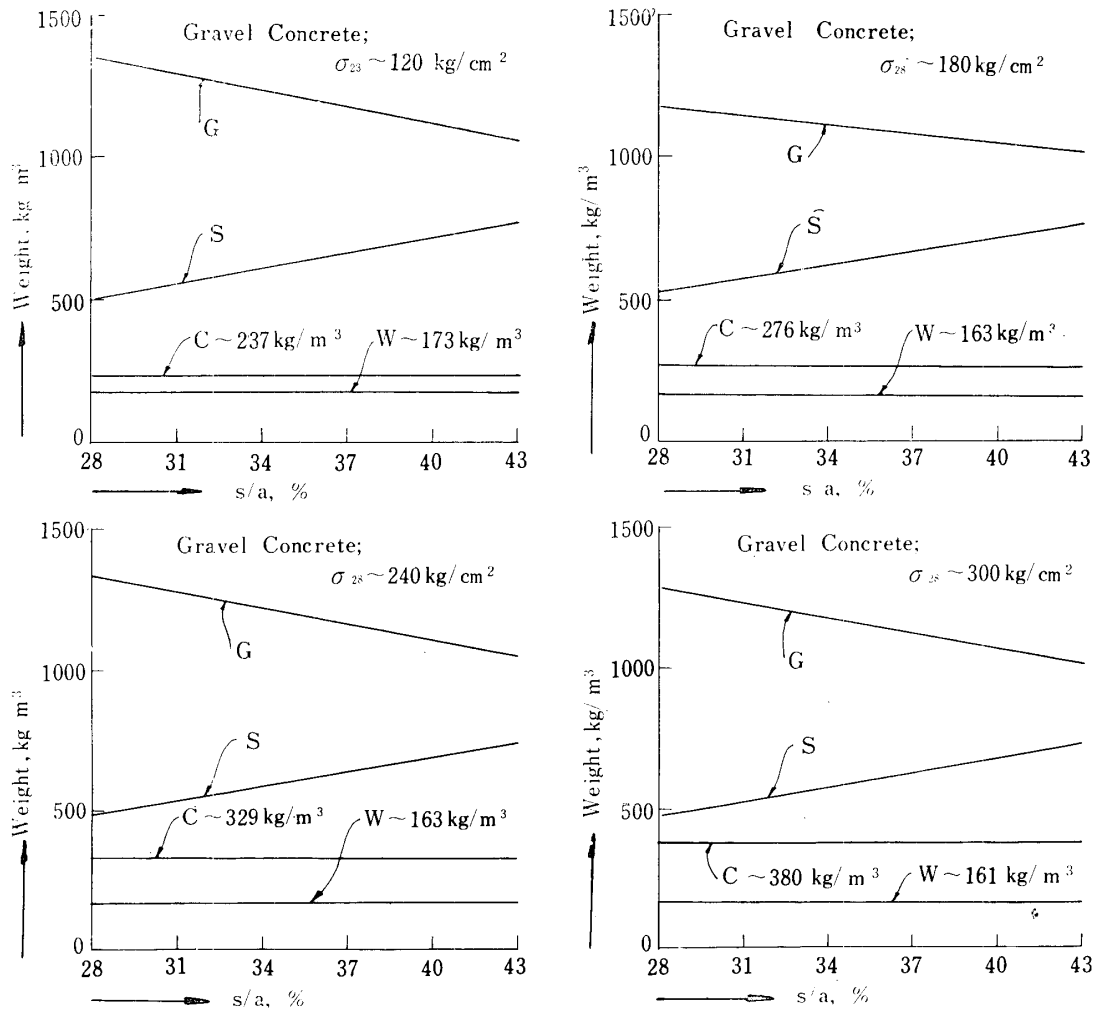


Fig. 1 Designed calculated results of proportion for each  $\sigma_r$  of AE gravel concrete

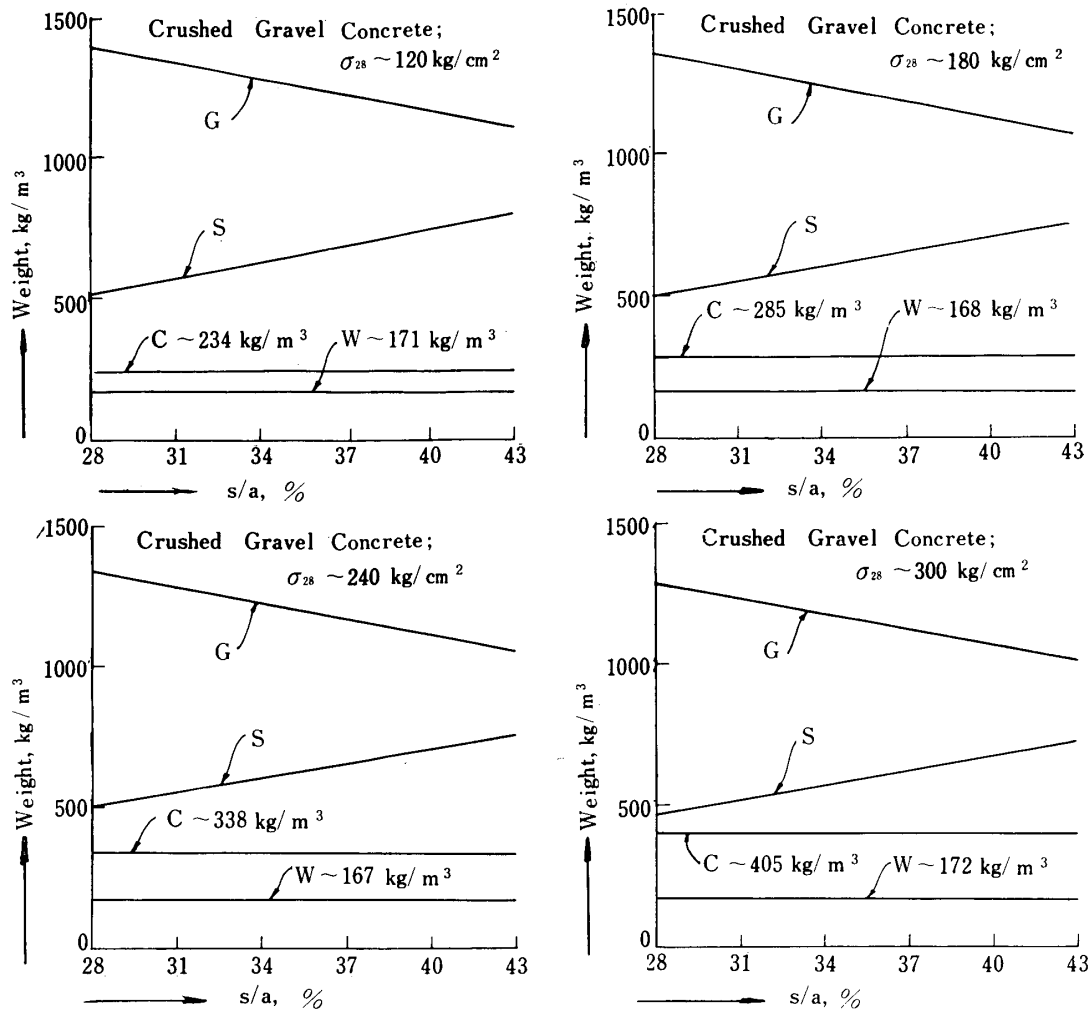


Fig. 2 Designed calculated results of proportion for each  $\sigma_{28}$  of AE crushed gravel concrete

#### 4. 調整計算後の空気量, スランプ量, コンクリート強度, 弾性係数およびソニックス測定結果

##### 4.1. 玉砂利AEコンクリートの場合

各  $\sigma_{28}$  に対する空気量, スランプ量およびコンクリート強度の関係は Fig. 3 となる.

##### 4.2. 砕砂利AEコンクリートの場合

前項と同様の関係は Fig. 4 となる.

##### 4.3. 玉砂利, 砕砂利 AE コンクリートの配合設計強度 $r_r$ と実際強度との関係

両骨材 AE コンクリートの配合設計強度と実際強度との関係は Table 1 となる.

Table の結果を図示すると Fig. 5 のごとくなる.

##### 4.4. 玉砂利, 砕砂利 AE コンクリートの圧縮弾性係数

両骨材 AE コンクリートの圧縮ひずみと圧縮応力との関係より割線弾性係数を計算した結果は Fig. 6 の結果となった.

##### 4.5. 玉砂利, 砕砂利 AE コンクリートの音響学的測定法による結果

両骨材 AE コンクリートの全供試体に対し, 音響学的測定法により第 1 次共振周波数を測定し, 一般の圧縮破壊強度との関係を総括すると, Fig. 7 の結果となった.

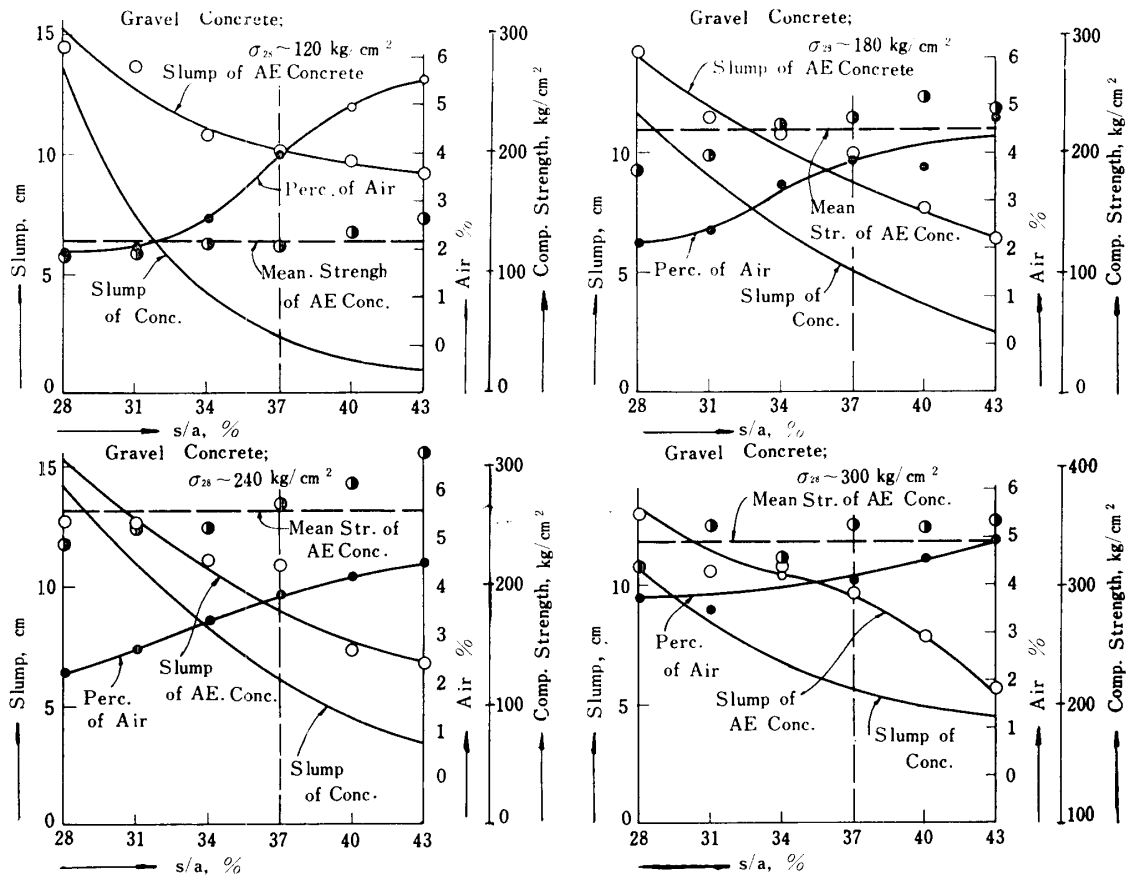


Fig. 3 Air, slump and strength for each  $\sigma_{\tau}$  of AE gravel concrete

Table 1 Comparison of compressive strength between concrete and AE concrete in author's experiments

コンクリートの種類	$\sigma_{\tau}$ , kg/cm <sup>2</sup>	28		31		34		37		40		43		平均値 kg/cm <sup>2</sup>
		普コ	AEコ	普コ	AEコ	普コ	AEコ	普コ	AEコ	普コ	AEコ	普コ	AEコ	
玉砂利コンクリート	$\sigma_{120}$	180	113	181	115	186	125	192	121	193	123	193	144	普コ 188, AEコ 124
	$\sigma_{180}$	201	184	220	195	224	222	245	220	—	214	229	211	224, 209
	$\sigma_{240}$	306	235	327	247	327	247	324	266	331	284	318	283	322, 261
	$\sigma_{300}$	364	312	336	345	379	317	366	349	367	345	346	353	360, 337
砕砂利コンクリート	$\sigma_{120}$	194	110	192	121	197	125	205	130	211	131	201	132	200, 125
	$\sigma_{180}$	259	187	270	204	287	206	286	197	281	211	302	221	281, 204
	$\sigma_{240}$	281	251	300	253	324	264	315	275	324	278	326	281	312, 267
	$\sigma_{300}$	336	302	411	338	400	343	400	376	426	373	431	367	401, 350

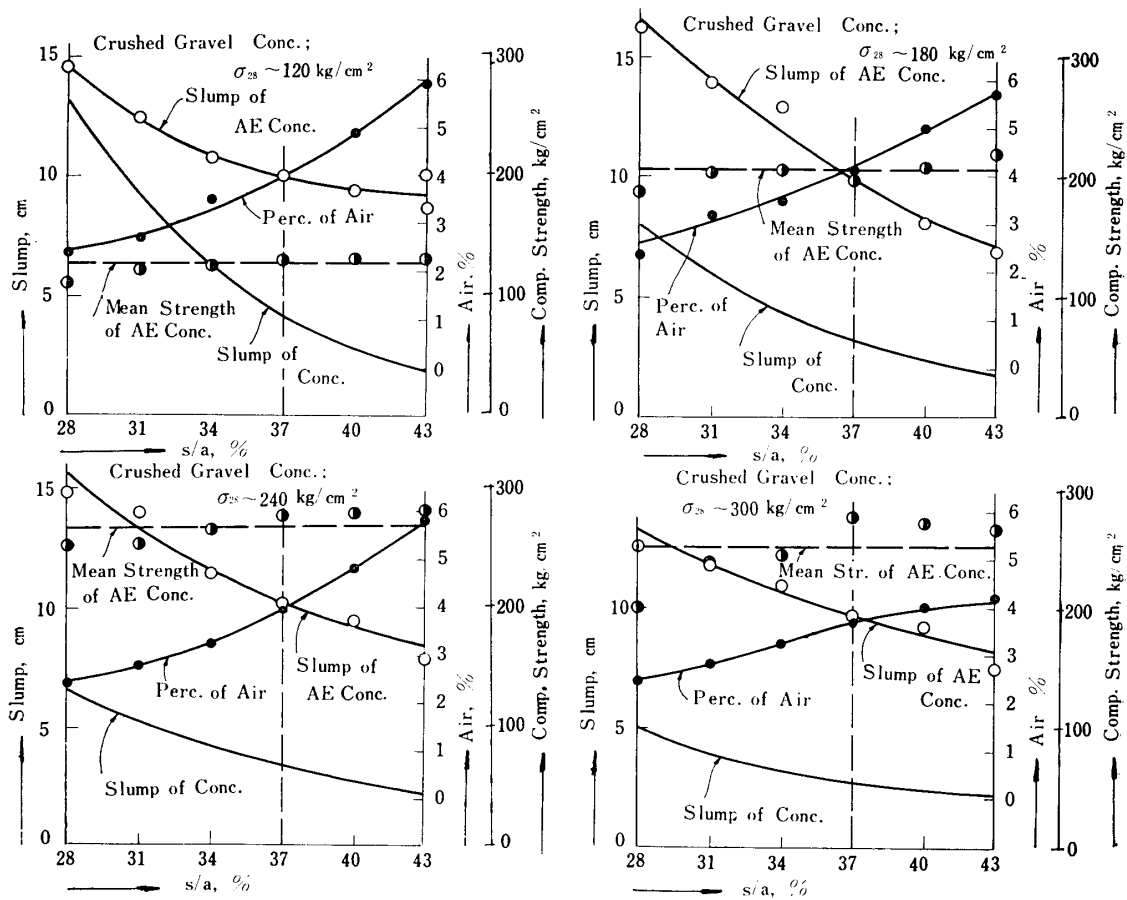


Fig. 4 Air, slump and strength for each  $\sigma_{\tau}$  of AE crushed gravel concrete

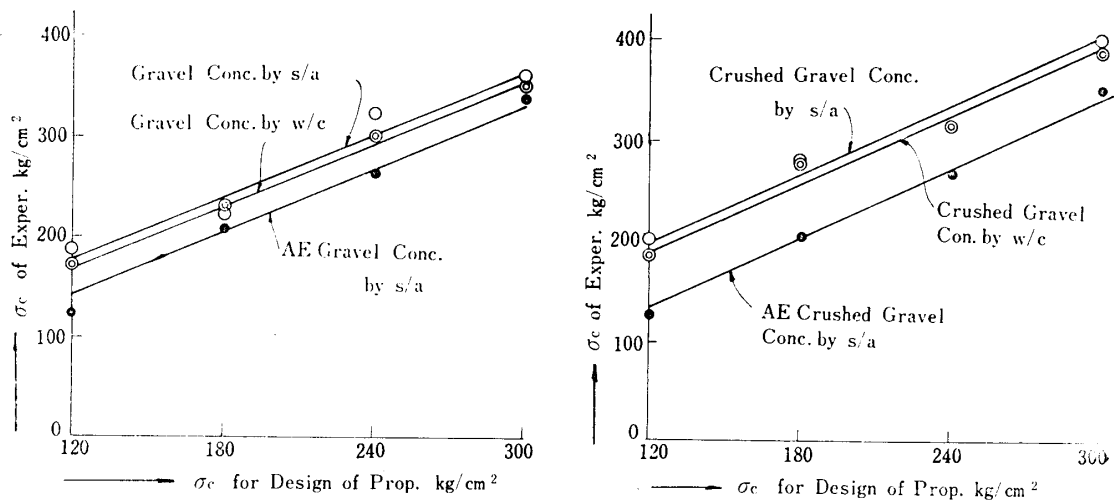


Fig. 5 Relationships between strength  $\sigma_{\gamma}$  of designed proportion and ultimate strength of AE gravel and crushed gravel concrete

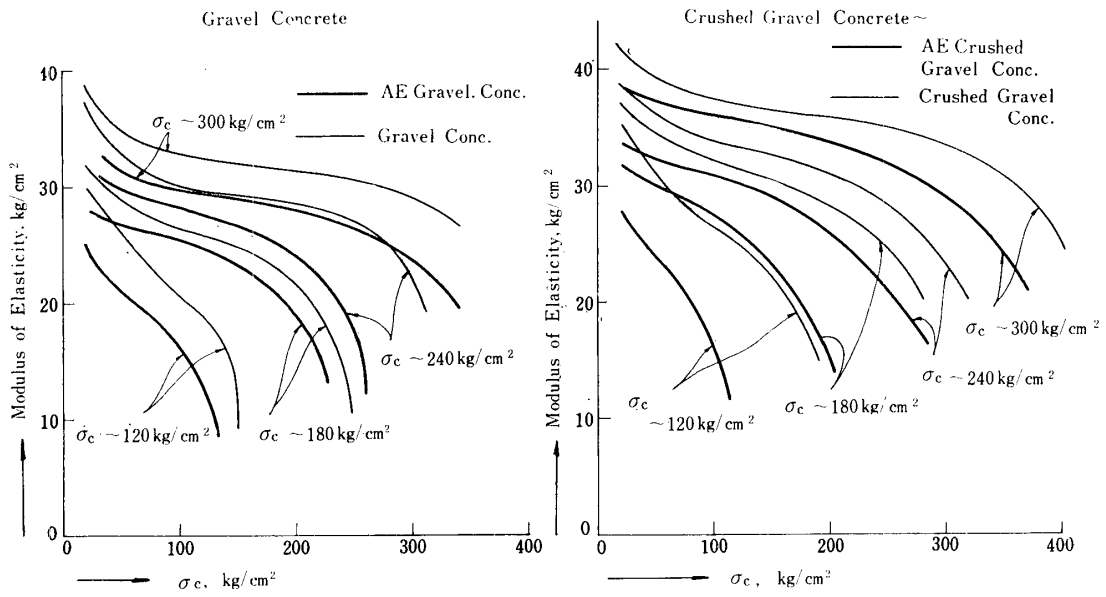


Fig. 6 Relationships between secant modulus of elasticity and stress of AE gravel and crushed gravel concrete

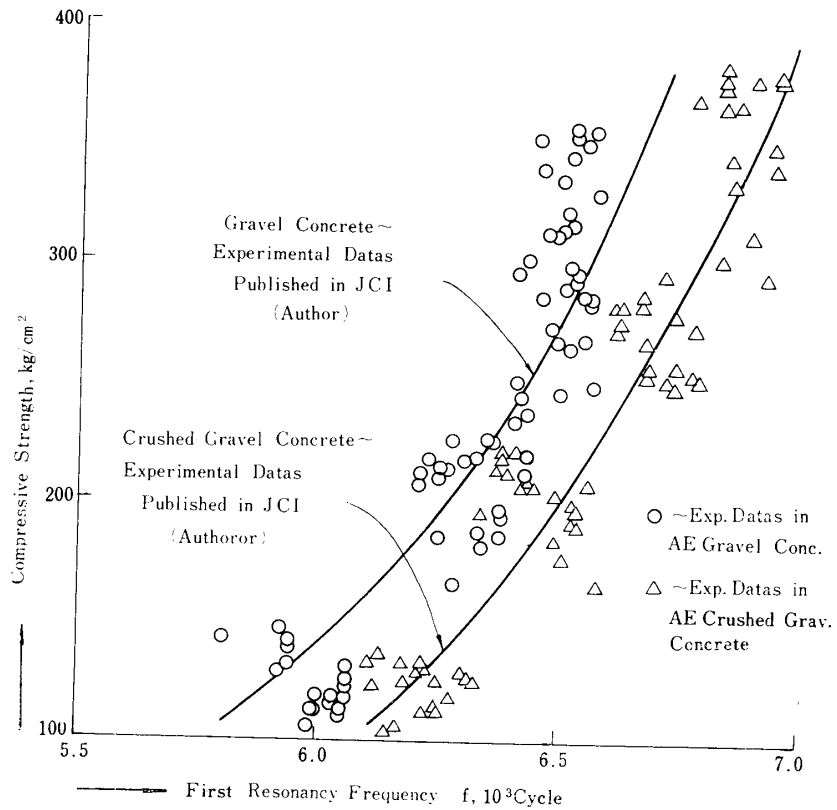


Fig. 7 Relationships between first resonance frequencies and ultimate strengths of AE gravel and crushed gravel concrete

## 5. 考 察

### 5.1. s/a とスランプ値との関係

玉砂利, 砕砂利コンクリートともに s/a が大きくなるに従い空気量は多くなっているが, スランプ値は小さくなる。スランプにおよぼす影響は空気量でなく砂量が多くなるに従い, 骨材表面積に対するセメントペースト量の比に関係することが考えられる。s/a が小さくなると最小砂量<sup>1)</sup>の関係は AE コンクリートでも生じてスランプが崩れる傾向を示し, 粗骨材の過多と分離がみられコンクリートの表面仕上がよくないが,  $\sigma_c$  が 300kg/cm<sup>2</sup> 程度となると以上の欠点はなくなり, 砕砂利コンクリートの場合でも普通コンクリートよりスランプの調整結果がよい。一般に, 砕砂利コンクリートが玉砂利コンクリートよりよい結果を示している。

### 5.2. s/a と空気量と関係

s/a の増加にともない, 玉砂利, 砕砂利コンクリートとも細骨材粒子の多いため空気量は漸次増加しており, 実験の結果は砕砂利コンクリートの方が玉砂利コンクリートより多くなる傾向を示しているが, AE コンクリートの目的である耐久性に対してはほぼ 3~6% の範囲の空気量で, 両骨材 AE コンクリートともその効果が十分であると考えられる。

### 5.3. s/a と強度との関係

s/a の増加にともない, 強度は僅少なながら増加の傾向にあるが細骨材率 28% 前後の分離傾向の供試体の強度を除けば, 全般にほぼ等しい強度といってもよい強度のものである。Fig. 5 にみるように両骨材コンクリートとも AE コンクリートが普通コンクリートより強度が小さいが, AE コンクリートとしては両者ともほぼ等しく, 設計強度に対する実際強度の増加も同傾向にある。

### 5.4. AE コンクリートの弾性係数

本研究の AE コンクリートの割線弾性係数を計算図示したものは Fig. 6 である。各  $\sigma_c$  に対する傾向は玉砂利, 砕砂利コンクリートともほとんど同傾向であるが, 後者の高強度のものは大きい  $E_c$  値を示している。s/a による調整にて普通コンクリートについて求めた  $E_c$ <sup>1)</sup> を Fig. 6 中に比較するために図示してあるが, Fig. 5 の強度と同様に AE コンクリートの  $E_c$  値

は両骨材コンクリートとも, 普通コンクリートと同傾向であるが各  $\sigma_c$  のコンクリートが皆小さい値を示す。

### 5.5. AE コンクリートの音響学的測定結果

本研究においても全供試体に対し音響学的測定を実施した結果を投象した Fig. 7 をみると, 普通コンクリートにて得られた玉砂利, 砕砂利コンクリートの実験曲線にほぼ一致するものと考えられる結果を得た。また, AE コンクリートの場合も圧縮強度が 300kg/cm<sup>2</sup> 以上に対しては使用されないことが望ましいといえる。

## 6. 結 言

玉砂利, 砕砂利 AE コンクリートの示方配合決定にあたり, 細骨材率 37% 程度を基準として一定値となし空気量, スランプ値が要請される値となるよう基準配合を定め, この場合のセメント量, 水量, AE 剤を一定にして, 混合骨材の絶対容積を定め, その後の任意のコンシステンシーの調整は細骨材率の変化による調整法により示方配合を定めて実験研究を実施したところ, 所要のワーカビリティが得られ, 空気量は 3~6% の範囲に変化するがこの限界内の空気量は, 一般に望ましい耐久指数 8~9 程度が得られるので, AE コンクリートの配合設計は容易に実施できる本法によることが望ましいことを提案したい。

終わりに, 本実験にご協力頂いた岡崎秋治 (道路公団), 坂村卓司 (大林組), 米倉 亜州夫 (広大, 大学院), 畑島 貢 (森コンサルタント), 実村寿郎 (東洋建設) の皆さんに感謝の意を表する次第である。

## 参 考 文 献

- 1) 加賀美一二三: 土木学会論文集, 121 (1965)
- 2) 加賀美一二三: セメント, コンクリート, 226 (1965)
- 3) 近藤泰夫訳: コンクリートマニュアル, 6 版 (1963)
- 4) W. H. Price, the others: Recommended Practice for Selecting Proportions for Concrete (ACI 613-54), ACI Standard, (1954)
- 5) H. J. Gilkey: Re-Proportioning of Concrete Mixtures for Air Entrainment, 8, 29 (1958)

(昭和41年4月23日受理)