

大阪工業大学 正員 児玉武三

1. まえがき

碎石をセメントコンクリート用骨材に使用すると砂利を骨材とした場合に比較して練りまぜ難く、また打設し難く、いわゆるワーカビリティが悪い。したがってこれの使用はあまり歓迎されてはいない。

しかし天然川砂利の払底している今日、碎石の使用はもはや已むをえないものとして一般化する傾向にある。この碎石コンクリートは強度的には普通川砂利コンクリートに比べて決して劣るものではないが、ただ前述のようにワーカビリティが悪いことがこのコンクリートの大きな欠点である。しかし碎石の使用がもはや避けられないとすればこれの使用を円滑にするために、また工事の経済性の立場からこのコンクリートのワーカビリティを改善することは大切なことであるといえる。このことについての研究はすでに各所できなり進められてはいるが実用的な研究はそれほど進んでいないように思われる。過去の研究によれば碎石コンクリートのワーカビリティをスランプで表わした場合、郡氏はある配合において配合が同一の場合、碎石コンクリートのスランプは砂利コンクリートに比べて6.8cm程度小さくなり両者同一スランプにするためには碎石使用コンクリートに対して18kgの単位水量の増加が必要である⁽¹⁾といひ、筆者の実験では単位水量によつて差があり、単位水量160~200kgの場合、3.5~7.0^{cm}の差が生じた。そしてこの差を縮めるには10~22kg(6~11%)の単位水量の増加が必要であつた。以上のようにスランプを同一にするためには単位水量の増加すれはよいが強度低下を防ぐためには⁽²⁾W/Cを一定に保つためのセメント量も増さねばならなくなり碎石コンクリートは不経済なものとなる。そこで水量を増さないでスランプの増加を考える必要があり、このことについて筆者は混和材として粒形の良いフライアッシュをセメントの代替として用ひ、スランプ10cm程度のものであれば、単位水量が同一であつても約20%の代替で砂利コンクリートと同一スランプのコンクリートをえることができた。⁽²⁾さらに混和量を増すことにより一層のスランプ増がえられた。

つぎに混和剤の使用も当然碎石コンクリートのスランプを増加できるが、こゝでは混和剤とフライアッシュとの併用の効果および^粗骨材に良好な粒形をもつものの混用に対する効果について報告するものである。

2. 実験の概要. フライアッシュと混和剤(ビンジールレジン)の併用の実験は、砂利コンクリートと碎石コンクリートの両者について行ない、いずれも粗骨材の最大寸法を25mmとし、細骨材は両者とも川砂を用いた。単位水量、単位セメント量および細骨材率をおのおの175kg, 300kg, および47%の一定の基本条件のもとで、フライアッシュをセメントの代替として、0, 10, 20, 30, 40%用ひ、これらに対してビンジールレジンを^{おおよ}おのおのセメント量に対し0, 0.04, 0.08, 0.12添加したものについてワーカビリティの変化をスランプを対象として調べたものであり、また粒形良好な骨材混用の実験は人工軽量骨材として製品化されているライオナイトが造粒型で粒形はほぼ球状をなしているのでこれの粗粒分を粗骨材の代替として混用し、混合率によるスランプの変化を調べたものである。

3. 使用材料および配合, この実験に使用したコンクリート用材料およびその配合はつぎの通りであつた。

(a) セメント: 普通ポルトランドセメント, (b) フライアッシュ: 関電フライアッシュ(大阪工場製)

(c) ビンゾールレジン (山京化学KK製) (d) 骨材: 細骨材は、砂利および碎石コンクリートの両者と川砂を、粗骨材には川砂利および碎石 (石英はん岩、西宮市塩瀬町生瀬産) を、また混用粗骨材としてはライオナイト粗骨材 (20mm以下、大阪セメント社製) を用い、骨材はすべて整形後表-1.の割合で再混合してその粒度を一定に保った。

表-1 骨材のふるい分け区分と再混合率

種類	細骨材			粗骨材		
ふるい目(mm)	0~0.6	0.6~2.5	2.5~5.0	5~10	10~20	20~25
再混合率(%)	30	60	10	20	40	40
粗粒率	3.14			7.05		

(e) コンクリートの配合: 用いたコンクリートの配合を表-2に示した。

表-2 コンクリートの配合

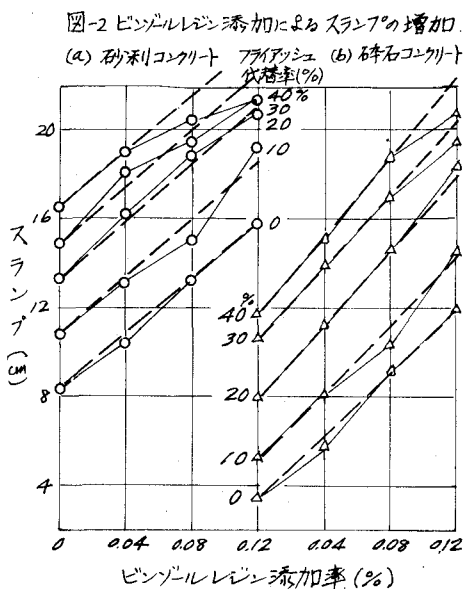
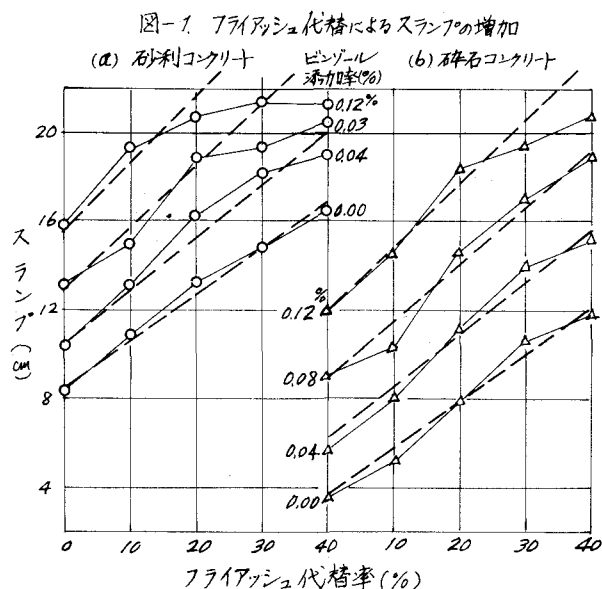
粗骨材 最大寸法 (mm)	セメント 比 (%)	細骨材 率 5/a (%)	フライッシュ 代替率 (%)	ビンゾール 添加率 (%)	水 比	単 位 量 (kg/m^3)					
						セメント C	細骨材 S	粗骨材 G	フライッシュ F	ビンゾール V (%)	ライオナイト 代替率 (%)
25	58.3	47	0~40	0~0.12	175	300 ~ 180	892 ~ 869	1006 ~ 980	0 ~ 120	0 ~ 360	0 ~ 100

4. コンクリートの練り混ぜとスランプの測定 表-2において、骨材は表乾状態の計算であるが、実験においては気乾状態のものをを用いたので、それぞれの骨材について表乾と気乾との差の有効吸水量を測定しその量を所定の水量に加算して混合用水とした。有効吸水量は細骨材は平均0.9%、粗骨材は平均0.6%であった。ただしライオナイトはプレウエッチングを行なったものをを用いた。

練り混ぜ要領は1バッチ12Lの手練りとし、空練り本練りとも均一となるまで十分行ない、スランプ試験は1バッチを2分して別々に行ない、さらに両者を合わせて練り混ぜさらに1回、計3回測定してその平均値を求めた。

5. 試験結果とその考察 以上の各配合のスランプ測定結果を図-1, 2に示し、つぎの各項目について検討した。

(1) フライッシュ代替によるスランプの増大 使用セメントの1部をフライッシュで代替すると、



フライアッシュの良好な粒形によつてスランプが増大することはすでに多くの文献の示すところで、本実験においても、図-1、図-2に示したように砂利コンクリートおよび碎石コンクリートのいずれに対してもかなりの増大がみられ、その増大率は、フライアッシュ代替率に比例し、いずれも代替率10%につき約2.0cmの増大であつた。なお砂利コンクリートの場合と碎石コンクリートの場合を比較すると、同じ配合条件下において後者は前者よりスランプは小さく約5cmの差がみられたが、このことは1.のまえがきで述べたこと、ほぼ一致している。またビンゾールレジン添加したコンクリートに対してはフライアッシュ代替の影響は一層増大するようで、たとえば砂利コンクリートのビンゾールレジン0.08%添加のものを例にとれば、フライアッシュ代替10%に2.5cmずつの増加を示している。

(2) ビンゾールレジン添加によるスランプの増大、ビンゾールレジンの添加はコンクリート中にエントレーンドエアーが発生し、これがワーカビリティーを増大させることは周知のことである、これの影響の程度は図-2に示すごとくで砂利コンクリートに対しては碎石コンクリートに対しては添加量に比例して増大し、添加量0.01%につき約0.7cmのスランプ増を示した。

(3) 両者併用の効果 図-1、図-2からフライアッシュ、ビンゾールレジンの両者を併用するとその効果は一層増大され、しかも両者の効果は直接加算の形であらわれることがわかる。なお各図における実測値は多少凹凸があるがあるがほとんど直線とみなすことができ、図中の破線で示すような直線的増加と考えて差支えないと思われる。ところで各図の上位の測定値が破線で示す直線からかなり外れているのは20cm以上のスランプに対する試験装置自体の欠陥からくるものと思われる。

つぎに上記図-1、図-2から両者併用の効果をあらわすために、縦軸にビンゾールレジンの添加量を、横軸にフライアッシュの代替率をとつて画かくと図-3のようになる。

図-3. フライアッシュとビンゾールレジン併用によるスランプの変化 (単位水量175g)

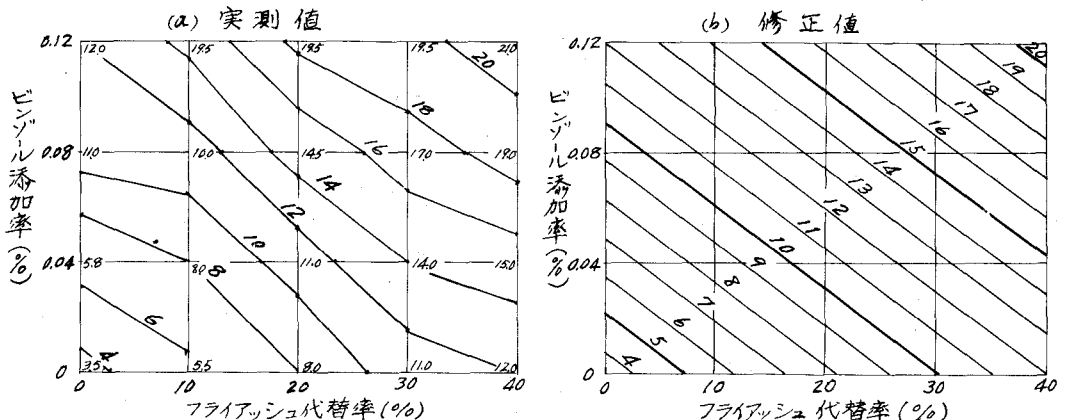
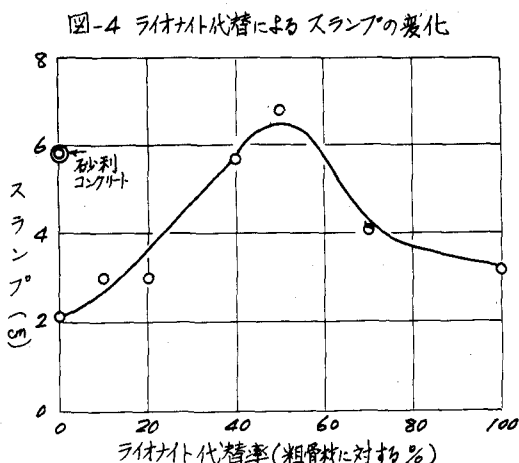


図-3 (a) は実測値をそのままプロットして同一スランプを示す点の軌跡を求めたものであり、図-3 (b) はフライアッシュおよびビンゾールレジンの影響がおのおの直線的であると仮定して (a) 図と同様に画がいたものである。この図によれば所望のスランプを与えるに要する両者の併用割合を図中で求めることができる。すなわち斜線にある点はすべて同一スランプを示し、任意のスランプを与える

には、その英の縦軸の高さは、添加すべきビンゾールレジンの量を、横軸の長さは代替すべきフライアッシュの量を示している。たとえば、碎石コンクリートにおいて12cmのスランプをえるにはフライアッシュ40%の代替のみでもよく、ビンゾールレジンの0.12%添加のみでもよい。フライアッシュ20%代替、ビンゾールレジンの0.06%添加の併用でもよいことになる。ただしこの図は表-2の配合のコンクリートによつて画がかれたものであることを付言する。(砂利コンクリートに対するものについては、こゝでは省略した)

(4) ライオナイト混用の効果 この実験については現在実験継続中であるが、碎石コンクリートのワーカビリティーの不良は、碎石が砂利に比べて角ばつており、さらに表面が粗面であるため骨材間の摩擦の増大が最大の原因と思われるので、この骨材間に球状のライオナイトを混入しローラーの作用を与えようと試みたものである。実験結果の一部を図-4に示す。

この図によれば、ライオナイトの混用もかなりの効果がある。そしてその効果は混用50%程度で最大を示し、そのスランプ増は約4.5cmであり、砂利コンクリートのそれより僅かに大であつた。50%以上の混用は次第に効果が減少し、100%の代替はわずか1cm程度大であつたにすぎず、砂利コンクリートに比して3cm程小さい値である。このことはスランプ試験においてコンクリートがスランプする場合の外力はその自重であることから、比重1.35程度の軽量のライオナイト粒骨材を用いた当然の結果である。もしライオナイトのような良好な粒形をもち、比重が砂利と等しいような骨材があればこれの結果は大いに期待が持てようである。



なお軽量コンクリートのスランプは普通コンクリートのスランプに比べて単位水量が等しいとき3~4cm小になるといわれている。(3) 上記の結果はほぼこれと一致している。

[注] 図-4の碎石のみのコンクリートのスランプ値が図-1のそれと異なるのは、実験の時期、碎石搬入時期の相違によるものでないかと考える。

文献 (1) 郡 道夫外2, 自然砂碎石コンクリートの性質、セメントコンクリート誌、1957-2 P.19~21.

(2) 児玉, 碎石コンクリートのワーカビリティーにおよぼす混和材の影響について、セメント技術年報、昭42、P.302~306.

(3) 村田二郎, 人工軽量骨材コンクリート、セメント協会、コンクリートパンフレット79号、昭42.8 p27.