

所要のコンシステンシーを得るための鋼繊維補強 コンクリートの配合設計方法

MIX DESIGN OF STEEL FIBER REINFORCED CONCRETE OF DESIRED CONSISTENCY

小林 一 輔*・岡村 雄 樹**

By Kazusuke KOBAYASHI and Yūki OKAMURA

1. 概 要

鋼繊維補強コンクリートもようやく基礎研究の段階から実用化に必要な設計施工上の諸問題の検討を要する段階に入ってきた。鋼繊維補強コンクリートの設計施工上、最も基本的な課題の1つはその配合設計方法の確立であるが、現時点ではその基礎となる資料¹⁾が公表されているのみで、いわゆる配合設計方法として提案されたものは内外を通じて見当たらない。

本論文ではまず鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシーに及ぼす各種要因の影響を明らかにし、次に所要のコンシステンシーを得るための普通コンクリートの配合設計に適用されている最適細骨材率または最適単位粗骨材容積の概念が鋼繊維補強コンクリートの配合設計にも適用できることを確かめた。

以上の結果に基づいて、所要のコンシステンシーの鋼繊維補強コンクリートの配合を求める場合に必要となる参考資料を作製したものである。なお、参考資料は一般構造物を対象とする中練りまたは軟練りコンクリートに適用する場合と、舗装を対象とする硬練りコンクリートに適用する場合について提示した。

2. 鋼繊維補強コンクリートの配合を定める場合の基本的な考え方

鋼繊維補強コンクリートはコンクリートと鋼繊維を素材とする2相複合材料であるから、期待する性能はコンクリート中に鋼繊維が均等に、しかもランダム配向状態で分散しているという条件下においてのみ得られる。

鋼繊維の長さを尺度とした場合、粗骨材の最大寸法が大きくなるほど鋼繊維の分散に偏りを生じ、補強効果は減殺される。また、鋼繊維補強コンクリートの配合いか

んによっては練り混ぜの過程においてファイバーボールを生ずることがある。これはセメントモルタルを結合材として多数の鋼繊維が塊状となる現象で、野球のボール程度のもので約1000本の鋼繊維がからみ合い、これは尋常一様な手段ではとまげずることができない。このため、せっかく鋼繊維を混入しても、結果的には粗骨材を入れた場合と大差のないことになりかねないのである。

したがって、鋼繊維補強コンクリートの配合設計では、鋼繊維がコンクリート中に一様に分散する条件が何にも増して優先することになる。

さらに、鋼繊維補強コンクリートは、図-1に示すような一定配合の普通コンクリートに鋼繊維を混入した場合の実験結果から明らかなように、その表面積効果と“かさばり”効果によってコンシステンシーは著しく低下する。したがって、鋼繊維を十分な補強効果が期待できる量とされている2%程度混入して、多少でもスランプを生ずるような配合とするためには、単位水量や単位セメント量がかなり増大する。普通コンクリートの場合

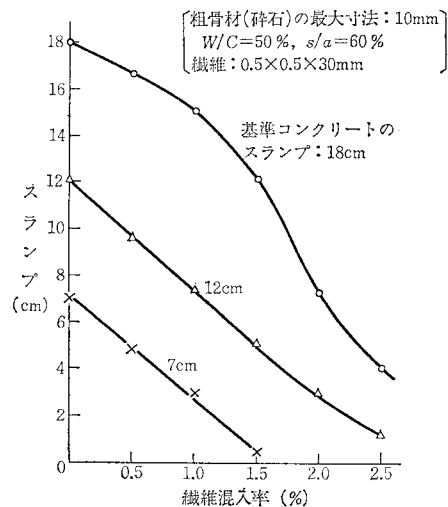


図-1 鋼繊維の混入率とスランプとの関係

* 正会員 工博 東京大学教授 生産技術研究所

** 学生会員 工修 日本大学大学院学生

と同様、鋼繊維補強コンクリートの場合にも、所要のワーカビリティが得られる範囲でできる限りこれらの値を小さくすることが望ましいことは論を待たない。このためには、単位水量の値を最小とするような配合条件を、普通コンクリートと同様なプロセスで求めることができれば好都合である。

本文では以上の点を考慮しつつ所要のコンシステンシーの鋼繊維補強コンクリートの配合を定める方法を示したものである。なお、繊維混入率はすべて容積百分率で表した。

3. 鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシーに及ぼす各種要因の影響

(1) 配合要因の影響

図-2 は鋼繊維補強コンクリートのスランプに及ぼす細骨材率の影響を示したものである。この図から明らかなように、ある一定のスランプのコンクリートに所定量の鋼繊維を混入した場合のスランプの変化は細骨材率によって相当に異なり、細骨材率の値が小さくなるほどその変化は大きくなるのがわかる。これは、コンクリート中で鋼繊維が分散しているのはモルタル部分であるが、細骨材率の値が小さくなると当然モルタル量が少なくなるので、鋼繊維のコンクリート中における移動が拘束される度合が大きくなることによるものと考えられる。

図-3 は、スランプが 12 cm のコンクリートに鋼繊維を混入した場合のスランプの変化と、水セメント比との関係を示したものである。この図より、鋼繊維補強コンクリートでは水セメント比の増大とともにスランプが減

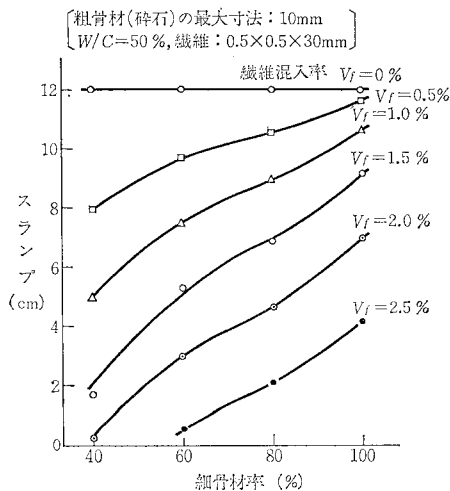


図-2 鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシーに及ぼす細骨材率の影響

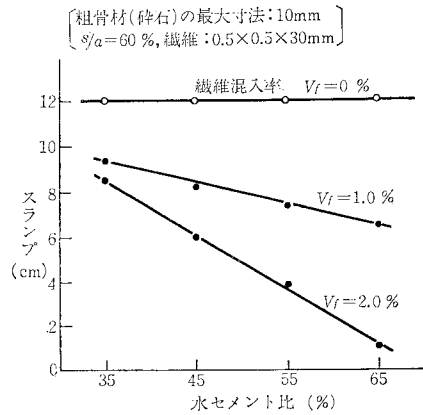


図-3 鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシーに及ぼす水セメント比の影響

少し、普通コンクリートに成立する単位水量一定の法則（水セメント比が変化しても同一スランプを得るための単位水量はほとんど一定である）が成立しないことがわかる。

(2) 鋼繊維の寸法の影響

図-4 は、鋼繊維補強コンクリートのスランプに及ぼす鋼繊維の寸法の影響を鋼繊維の直径が一定である場合について示したものである。この図より明らかなように、ある一定のスランプのコンクリートに断面寸法が一定で長さの異なる鋼繊維を所定量混入した場合のスランプの減少は、鋼繊維の長さが大となるほど著しくなることがわかる。これは、繊維長さが増すに従って一種のかさばり効果があらわれるためと考えられる。鋼繊維の形状寸法がコンシステンシーに及ぼす影響については、

$$\text{スランプ値} \propto \sqrt{V_f} \cdot (l_f/d), z$$

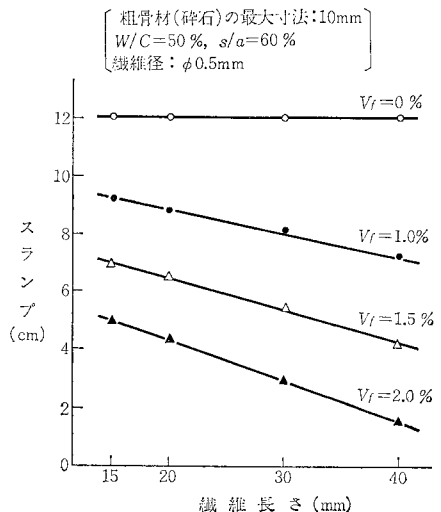


図-4 鋼繊維補強コンクリートのコンシステンシーに及ぼす鋼繊維長さの影響

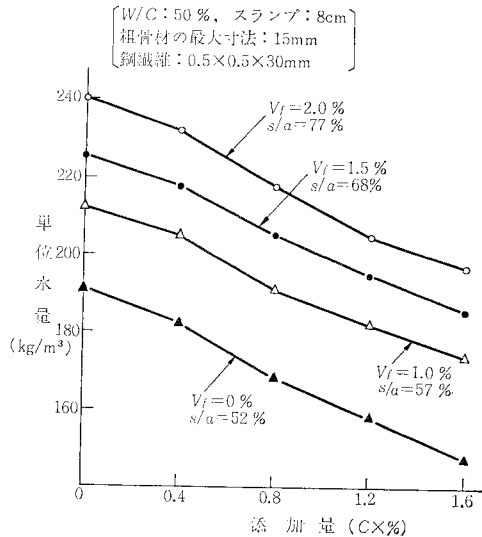


図-5 スランプ 8 cm を得るための高性能減水剤添加量と単位水量との関係

なる関係を得ている研究²⁾もあるが、その鋼繊維の寸法の影響をアスペクト比のみによって表そうとしている点が現実的でない。

(3) 混和材料の影響

鋼繊維補強コンクリートでは一般に単位水量が増大する傾向があり、ある程度スランプを生ずるような鋼繊維補強コンクリートの単位水量は 200 kg/m³ を超えるのが普通である。これを大幅に減ずる有効な手段としては高性能減水剤の利用がある。図-5 は、高性能減水剤の添加により単位水量の減少を図った結果である。この図によれば、普通コンクリートと同様に高性能減水剤の添加量を増すに従って、単位水量はほぼ直線的に減少し、たとえば、高性能減水剤をセメント重量に対して 1.2% 程度用いることにより、所要スランプの鋼繊維補強コンクリートの単位水量を約 15% 程度減ずることが可能であることがわかる。また、細骨材率の値が小さ

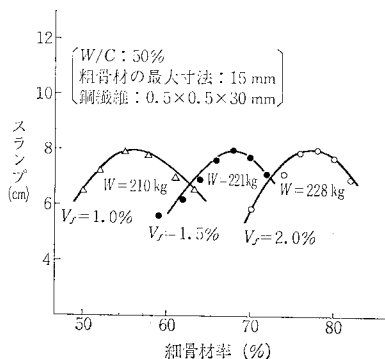


図-6 スランプと細骨材率との関係

いコンクリートに高性能減水剤を用いると材料分離の傾向を示すが、鋼繊維補強コンクリートの配合では細骨材率の値が大きいため、この点高性能減水剤の適用は特に有効である。一方、欧米ではフライアッシュなどの利用が検討されているが²⁾、混和材に比べて効果が少ないうえに強度遅延のデメリットもあるので、わが国では実用の可能性が薄い。

4. 中練りおよび軟練りの鋼繊維補強コンクリートの配合の定め方 —— 一般構造物を対象とする場合 ——

(1) 概要

スランプが 5~16 cm 程度の鋼繊維補強コンクリートの配合を定める方法を示したものである。

一般に所要スランプが得られるような配合を定める場合、鋼繊維補強コンクリートでは水セメント比、鋼繊維量および粗骨材の最大寸法は主として強度から決まってくる。したがって、あとは単位水量の値が最小となるような細骨材率の値を求めればよいことになる。

(2) 最適細骨材率の求め方

図-6 は繊維混入率の異なる鋼繊維補強コンクリートについて、細骨材率とスランプとの関係を求めたものである。この図より明らかなように、単位水量、単位セメント量および繊維混入率を一定とし細骨材率を変化させると、鋼繊維補強コンクリートの場合にもスランプの値が最大となる細骨材率が存在する。この細骨材率ではスランプを一定とした場合単位水量が最も小さくなるので、この値をもってここでは最適細骨材率とした。この値は繊維混入率によって異なり、繊維混入率が増加するに従って大きな値となることが図-6 より明らかである。また繊維混入率が同じ場合、スランプの値いかにかわらなくともこの最適細骨材率は変化せずほぼ一定値をとる (図-7)。

(3) 最適細骨材率に及ぼす各種要因の影響

鋼繊維補強コンクリートの最適細骨材率は、基本的には鋼繊維の混入率と鋼繊維の寸法によって支配されるが、さらに、普通コンクリートと同様に粗骨

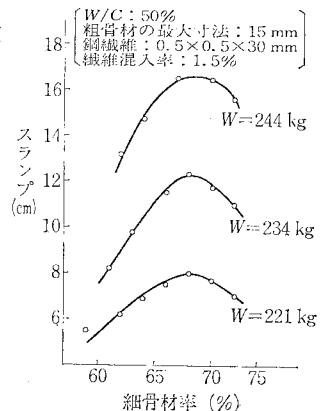


図-7 スランプと最適細骨材率との関係

材の最大寸法，空気量，水セメント比などによっても左右される。

図-8 は，最適細骨材率に及ぼす繊維混入率の影響を粗骨材の最大寸法を変化させた場合について示したものである。これによると，粗骨材の最大寸法のいかに問わず繊維混入率が増加するに従って最適細骨材率もほぼ直線的に増大することがわかる。これは，鋼繊維を混入することにより形状の著しく不良な骨材を使用したのと同様な影響，すなわち，鋼繊維のかさばり効果が生ずるためと考えられる。

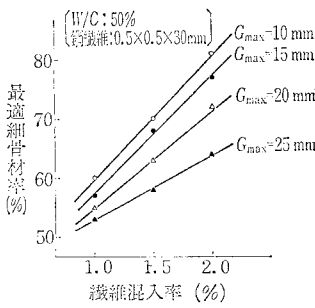


図-8 最適細骨材率に及ぼす繊維混入率の影響

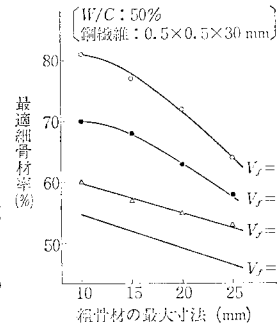


図-9 最適細骨材率に及ぼす粗骨材の最大寸法の影響

図-9 は，最適細骨材率に及ぼす粗骨材の最大寸法の影響を繊維混入率を変化させた場合について示したものである。これによると，普通コンクリートの場合と同様粗骨材の最大寸法が小さくなるほど最適細骨材率の値が大きくなるとともに繊維混入率の影響が顕著となる。

図-10 は，最適細骨材率と鋼繊維の長さとの関係を示したものである。この図より明らかなように，鋼繊維の長さ最適細骨材率との間には直線関係が存在することが認められ，鋼繊維の長さが増すに従って最適細骨材率の値も増大する。この理由も繊維混入率の影響の箇所

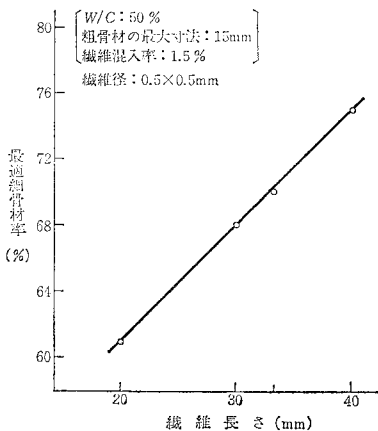


図-10 最適細骨材率に及ぼす鋼繊維長さの影響

で述べたと同様，鋼繊維のかさばり効果によるものと考えてよいであろう。

図-11 は，最適細骨材率と水セメント比との関係を示したものであって，この図より，普通コンクリートと同様に鋼繊維補強コンクリートの場合にも水セメント比と最適細骨材率の間には直線関係が存在し，水セメント比が小さくなるほど最適細骨材率の値も小さくなっている。

図-12 は，最適細骨材率に及ぼす空気量の影響を示したものである。これによると，空気量の増加に伴って鋼繊維補強コンクリートの最適細骨材率はほぼ直線的に減少していることがわかる。また，この傾向は繊維混入率のいかににかかわらず認められる。この結果は，連行された空気が細骨材と置換されると考えれば容易に理解できよう。

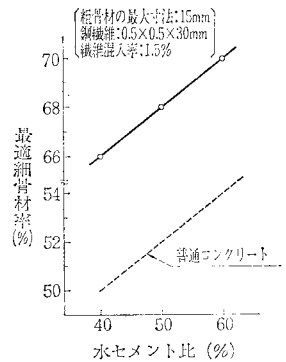


図-11 最適細骨材率に及ぼす水セメント比の影響

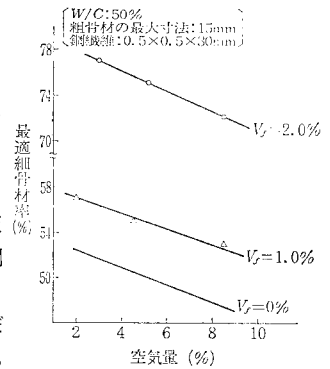


図-12 最適細骨材率に及ぼす空気量の影響

(4) 単位水量に及ぼす各種要因の影響

所要のコンシステンシーの鋼繊維補強コンクリートを得るために要する単位水量は，繊維混入率，粗骨材の最大寸法，水セメント比，空気量および鋼繊維の寸法などの要因によって支配される。

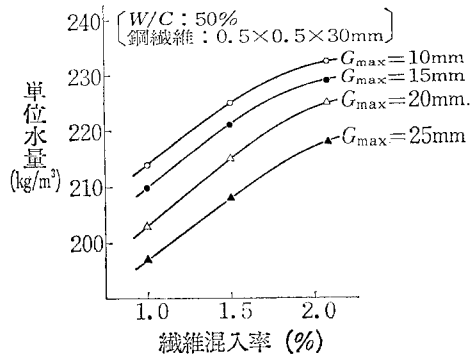


図-13 スランプ 8 cm を得るための単位水量と繊維混入率との関係

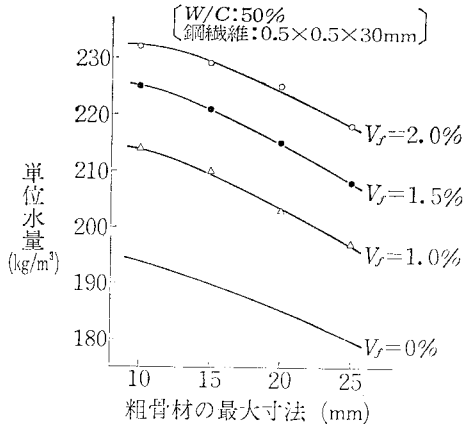


図-14 スランプ 8 cm を得るための単位水量と粗骨材の最大寸法との関係

図-13は、単位水量に及ぼす繊維混入率の影響を示したものである。これによると、ある一定のスランプを得るために要する単位水量の値は、粗骨材の最大寸法のいかんを問わず繊維混入率の増加に伴って顕著に増大する。これは、鋼繊維のかさばり効果と表面効果ならびに繊維混入率の増加に伴う細骨材量の増大によって説明することができる。

図-14は、単位水量に及ぼす粗骨材の最大寸法の影響を示したものである。この図より、ある一定のスランプを得るために要する単位水量の値は、繊維混入率のいかんを問わず粗骨材の最大寸法の増大に伴い、ほぼ直線的に減少するという普通コンクリートと同様な傾向が認められる。

図-15は、単位水量に及ぼす水セメント比の影響を示したものである。これによると、ある一定のスランプを得るために要する単位水量の値は、鋼繊維補強コンクリートの場合には水セメント比の値が増大するに従って、ほぼ直線的に増大し普通コンクリートにおけるいわゆる単位水量一定の法則が認められない。

一方、図-16は単位水量に及ぼす鋼繊維の長さの影響を示したものである。この図より明らかなように、ある一定のスランプを得るために要する単位水量の値と鋼繊維の長さの間にはほぼ直線の関係が存在することが認められ、鋼繊維の長さの増大とともに単位水量の値も大きくなる。こ

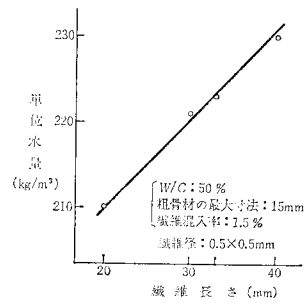


図-16 スランプ 8 cm を得るための単位水量と鋼繊維長さとの関係

の結果は、細骨材量が鋼繊維の長さの増大に伴って増加することを考慮すれば当然のことと思われる。

(5) 単位水量とスランプとの関係

鋼繊維補強コンクリートの単位水量とスランプとの関係を示すと図-17のとおりである。この図より明かなようにスランプの値が4~16cm程度では、単位水量が増加するに従ってスランプの値も直線的に大きくなる。また、その傾斜に相当する値、すなわち、鋼繊維補強コンクリートのスランプを1cm変化させるために必要な単位水量の補正量は、普通コンクリートよりも多くなるが、繊維混入率および粗骨材の最大寸法のいかんによらずほぼ一定であることがわかる。

(6) スランプと空気量との関係

図-18は空気量とスランプとの関係を示したもので、この図より、実用的な範囲では繊維混入率のいかんによらず空気量の増大とともにスランプの値も直線的に大きくなることが認められる。また、この傾斜に相当する値、すなわち空気量1%に対するスランプの変化量は、普通コンクリートの場合と同程度で約2cmとなることがわかる。

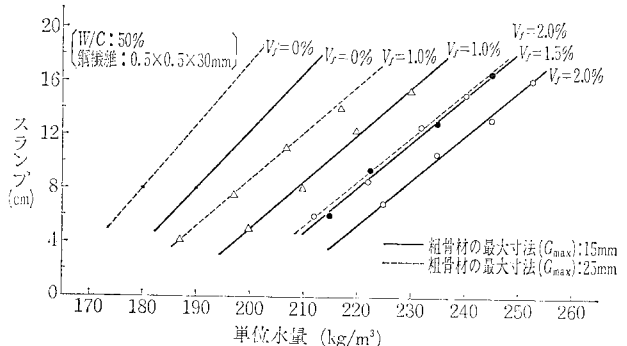
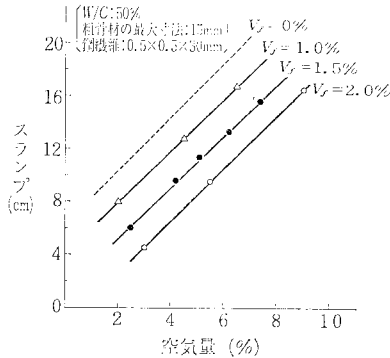
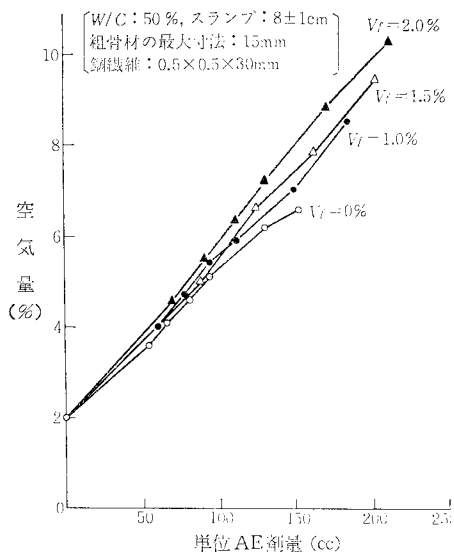


図-17 単位水量とスランプとの関係



図一18 空気量とスランプとの関係



図一19 単位 AE 剤量と空気量との関係

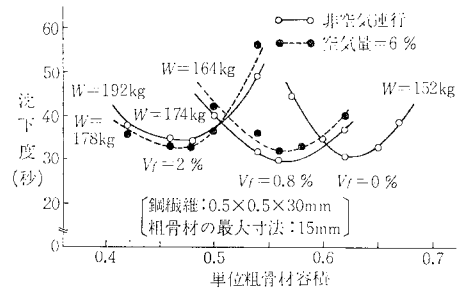
(7) AE 剤添加量と空気量との関係

AE 剤（ピンゾール）添加量と空気量との関係を示すと図一19のとおりである。この図より明らかなように、AE 剤の添加量を増すに伴って鋼繊維補強コンクリートの空気量はほぼ直線的に増大し、しかも実用的な空気量の範囲である6%以下では、所要の空気量を得るための単位 AE 剤量は、繊維混入率のいかんを問わずほぼ一定となる。

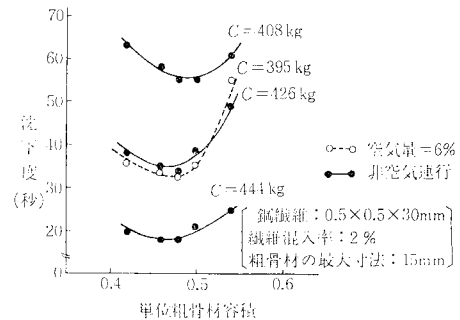
5. 硬練りの鋼繊維補強コンクリートの配合の定め方 —— 舗装版を対象とする場合 ——

(1) 概要

振動式コンシステンシーメーターを用いて、測定する沈下度によってそのコンシステンシーを表すような硬練りの鋼繊維補強コンクリートの配合を定める方法を示したものである。このような硬練りの鋼繊維補強コンクリ



図一20 単位粗骨材容積と沈下度との関係



図一21 最高単位粗骨材容積と単位セメント量との関係

ートの配合を定める場合にも、中練りおよび軟練りの場合と同様に鋼繊維量、水セメント比および粗骨材の最大寸法は主として強度から決まってくるので、あとは単位水量を最小とするような単位粗骨材容積を求めればよいことになる。

(2) 最適単位粗骨材容積の求め方

図一20 に示すように、硬練りの鋼繊維補強コンクリートについて沈下度と単位粗骨材容積との関係を求めると、普通コンクリートの場合と同様に沈下度が最小となる単位粗骨材容積の値が存在し、またこの値は単位セメント量や空気量の値いかんを問わずほぼ一定値をとる(図一21)。鋼繊維補強コンクリートの場合にもこの値を用いれば所要のワーカビリティを確保しつつ、最も単位水量の少ない経済的な配合を得られることになるので、この値をもって最適単位粗骨材容積とした。なお沈下度の測定は土木学会規準 65 に示されている振動台式コンシステンシー試験方法に準じて行った。

(3) 最適単位粗骨材容積に及ぼす各種要因の影響

鋼繊維補強コンクリートの最適単位粗骨材容積に影響を及ぼす一次要因は、図一20 より明らかなように鋼繊維混入率であり、二次要因は粗骨材の最大寸法と鋼繊維の形状寸法である。

図一22 は最適単位粗骨材容積に及ぼす繊維混入率の影響を粗骨材の最大寸法を変化させた場合について示し

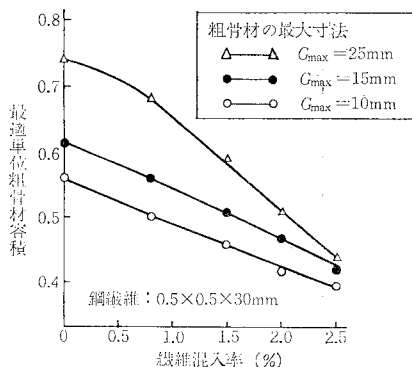


図-22 最適単位粗骨材容積と繊維混入率との関係

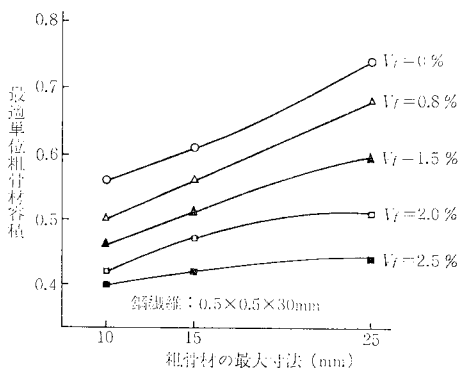


図-23 最適単位粗骨材容積と粗骨材の最大寸法との関係

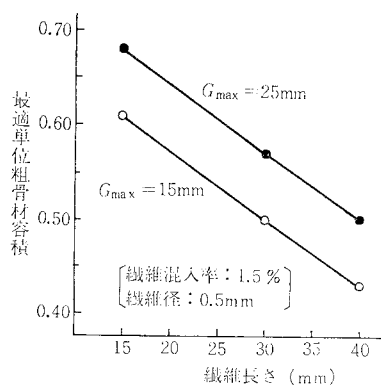


図-24 最適単位粗骨材容積と鋼繊維長さとの関係 (カットワイヤー使用)

たものである。この図より、粗骨材の最大寸法のいかんを問わず最適単位粗骨材容積は繊維混入率の増加に従ってほぼ直線的に減少することがわかる。この理由については、鋼繊維をある一定のかさ容積を有する粗骨材とみなし、この分だけ最適単位粗骨材容積が小さい値を示すと考えればよいであろう。

図-23 は最適単位粗骨材容積に及ぼす粗骨材の最大寸法の影響を繊維混入率を変化させた場合について示したものである。この図をみると鋼繊維の混入率が 1.5%

表-1 鋼繊維の種類と最適単位粗骨材容積ならびに単位水量 (繊維混入率: 1.5%)

鋼繊維の種類と寸法 (mm)	粗骨材の最大寸法 (mm)	最適単位粗骨材容積	単位水量 (kg/m ³)
せん断繊維 0.5×0.5×30	15	0.51	180
	25	0.59	172
せん断異形繊維 0.25×0.5×25	15	0.49	187
	25	0.58	182
カットワイヤー φ0.5×30	15	0.50	184
	25	0.57	176

程度までは粗骨材の最大寸法が大きくなるほど最適単位粗骨材容積も大きい値となるが、鋼繊維の混入率が 2% 以上になると最適単位粗骨材容積に及ぼす粗骨材の最大寸法の影響は小さくなる。

図-24 は、最適単位粗骨材容積に及ぼす鋼繊維の長さの影響を示したものである。この図より明らかなように、使用する鋼繊維の長さが大きくなるに従って最適単位粗骨材容積の値はほぼ直線的に減少し、しかもこの減少率は粗骨材の最大寸法のいかんを問わずほぼ一定であることがわかる。この理由は、鋼繊維の長さが大きくなるほどかさ容積の大きい粗骨材が存在するのと同様な効果を生じ、そのぶんだけ最適単位粗骨材容積が小さくなることによるものと考えられる。

一方、表-1 は鋼繊維の種類と最適単位粗骨材容積との関係を示したものである。この表より、現在実用化されている範囲の鋼繊維を使用する限り、鋼繊維の種類は最適単位粗骨材容積にほとんど影響を与えないことがわかる。さらに、水セメント比も舗装コンクリートに用いられる 40~50% の範囲では、最適単位粗骨材容積の影響要因とならないことが確認された。

(4) 単位水量に及ぼす各種要因の影響

所要のコンシステンシーを有する舗装用鋼繊維補強コ

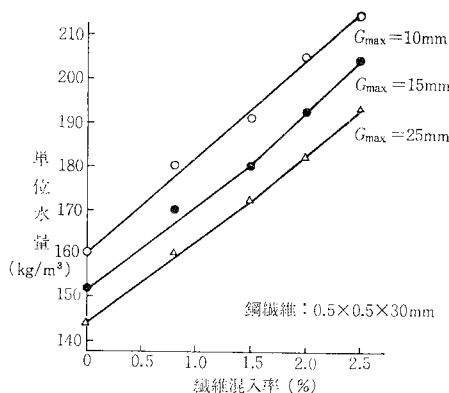


図-25 沈下度 30 秒の鋼繊維補強コンクリートを得るための単位水量と繊維混入率との関係

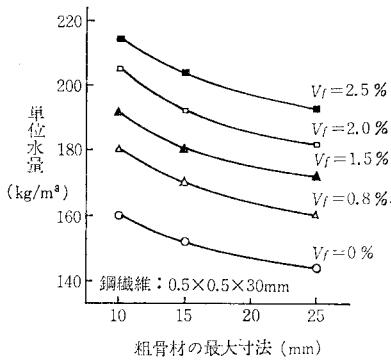


図-26 沈下度 30 秒の鋼繊維補強コンクリートを得るための単位水量と粗骨材の最大寸法との関係

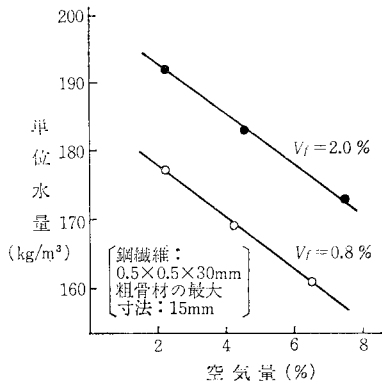


図-27 沈下度 30 秒の鋼繊維補強コンクリートを得るための単位水量と鋼繊維長さとの関係 (カットワイヤー使用)

ンクリートを得るために要する単位水量は、繊維混入率、粗骨材の最大寸法、空気量および鋼繊維の寸法などの要因によって支配される。

図-25 および 図-26 は、それぞれ沈下度が 30 秒の鋼繊維補強コンクリートを得るために必要な単位水量と鋼繊維の混入率および粗骨材の最大寸法との関係を示したものである。この図より上記の単位水量は、1) 鋼繊維量にほぼ比例して増大し、その増加率は粗骨材の最大寸法のいかんを問わずほぼ一定となること、2) 粗骨材の最大寸法の増大とともに急激に減少し、同様な傾向が鋼繊維量のいかんを問わず認められる。

図-27 は、同様にして鋼繊維の長さとして上記の単位水量との関係を示したものであるが、この図より単位水量は鋼繊維の長さにはほぼ比例して増大することがわかる。

一方、図-28 は上記の単位水量に及ぼす空気量の影響を示したもので、この図より所定の沈下度を得るのに必要な単位水量は、空気量の増大とともに直線的に減少し、その割合は鋼繊維量のいかんを問わずほぼ一定となることがわかる。

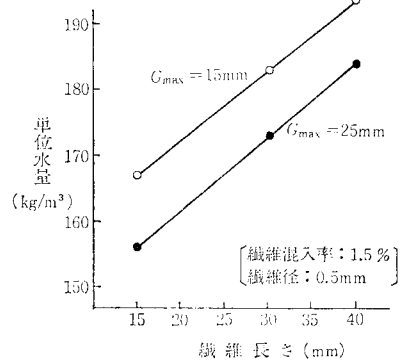


図-28 沈下度 30 秒の鋼繊維補強コンクリートを得るための単位水量と空気量との関係

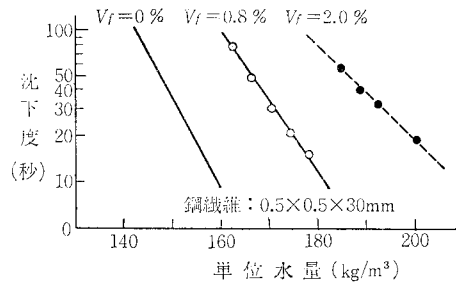


図-29 沈下度と単位水量との関係

なお、水セメント比は、舗装コンクリートに用いられる 40~50% の範囲では単位水量にほとんど影響を与えないことが確認された。

(5) 単位水量と沈下度との関係

鋼繊維補強コンクリートの単位水量と沈下度との関係を示すと 図-29 のとおりである。この図より、鋼繊維補強コンクリートの場合にも単位水量と沈下度との間には (log 沈下度~単位水量) 直線関係が、成立するがその傾きは鋼繊維量に応じて異なることがわかる。したがって、沈下度 30 秒の近くにおいて沈下度 10 秒変化させるのに必要な単位水量の増減量は、普通コンクリートでは約 2.5 kg/m³ であるが、鋼繊維量が 1% 程度の鋼繊維補強コンクリートでは約 3.5 kg/m³、2% 程度の鋼繊維補強コンクリートでは約 5 kg/m³ となる。

(6) スランプと沈下度との関係

普通コンクリートの場合、舗装用コンクリートの沈下度の標準値 30 秒に相当するスランプは約 2.5 cm であるが、鋼繊維補強コンクリートでは、この関係がどのようになっているであろうか。この関係を示したものが 図-30 である。この図から明らかなことは、スランプの値が同一ならば沈下度は鋼繊維補強コンクリートの方が

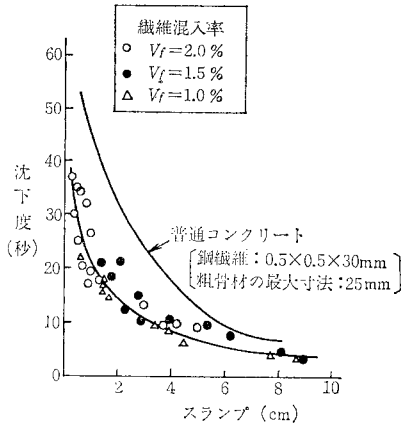


図-30 沈下度とスランプとの関係

表-2 中練りおよび軟練りの鋼繊維補強コンクリートの配合を定める場合の参考表

この表の値は、下記の条件におけるものである。

- 1) 鋼繊維の形状寸法: $0.5 \times 0.5 \times 30 \text{ mm}$ 、2) 繊維混入率: 1.5%、3) 細骨材は粗粒率 3.00 のもの。粗骨材は砕石を使用し、良質の減水剤を用いる、4) 水セメント比: 50%、スランプ: 約 8 cm。

粗骨材の最大寸法 $G_{max}(\text{mm})$	AE剤を用いないコンクリート			AEコンクリート (空気量 5%)	
	エントラップ率 (%)	細骨材率 $S/a(\%)$	単位水量 $W(\text{kg})$	細骨材率 $S/a(\%)$	単位水量 $W(\text{kg})$
10	3.0	70	225	68	214
15	2.8	68	221	65	208
20	2.5	63	215	60	200
25	2.1	58	208	55	191

上記の条件が異なる場合に対する補正

条件の変化	細骨材率 (%)	単位水量
繊維混入率 0.5% の増減に対して	$G_{max}: 10, 15 \text{ mm}$	$\pm 10 \text{ kg}$
	$G_{max}: 20 \text{ mm}$	± 8
	$G_{max}: 25 \text{ mm}$	± 5
水セメント比 0.05 の増減に対して	± 1	$\pm 2.5 \text{ kg}$
細骨材の FM 0.1 の増減に対して	± 0.5	補正しない
スランプ 1 cm の増減に対して	補正しない	$\pm 3 \text{ kg}$
空気量 1% の増減に対して	± 1	$\pm 6 \text{ kg}$
鋼繊維のアスペクト比 10 の増減に対して (注1)	± 3	$\pm 10 \text{ kg}$

注 1) 本表は鋼繊維の断面寸法が $0.3 \sim 0.6 \text{ mm}$ の範囲の場合にのみ適用される。

小さい値となることであって⁵⁾、このことはスランプ値で表した場合、鋼繊維補強コンクリートの方が締め固めに要する仕事量が小さいことを意味する。また、舗装コンクリートにおける沈下度の標準値 30 秒に相当するスランプの値は、鋼繊維補強コンクリートでは約 1 cm となる。このように、鋼繊維補強コンクリートにおいてみかけ上のスランプの値が小さくなる理由は、鋼繊維補強コンクリートにおいては一般に単位セメント量が大きく、しかも細骨材率が高いこと、すなわち富配合のモルタル量が多いことが挙げられる。

表-3 硬練りの舗装用鋼繊維補強コンクリートの配合を定める場合の参考表

この表の値は、下記の条件におけるものである。

- 1) 鋼繊維の形状寸法: $0.5 \times 0.5 \times 30 \text{ mm}$
- 2) 繊維混入率 $V_f=1.5\%$
- 3) 細骨材は F.M.=2.76 のもの、粗骨材は砕石を使用し、良質の減水剤を用いる。
- 4) 沈下度 30 秒

粗骨材の最大寸法 (G_{max})	単位粗骨材容積 (V_G)	単位水量注1)
25 mm	0.59	172(165) kg/m^3
15 mm	0.51	180(174)
10 mm	0.46	191(185)

上記と条件が異なる場合に対する補正

条件の変化	単位粗骨材容積	単位水量
繊維混入率 (V_f) 0.5% の増減に対して	$G_{max}: 10, 15 \text{ mm}$	$\pm 11 \text{ kg/m}^3$
	$G_{max}: 25 \text{ mm}$	$\pm 11 \text{ kg/m}^3$
沈下度 10 秒の増減に対して	補正しない	$V_f=1\% \pm 3.5 \text{ kg/m}^3$ $V_f=2\% \pm 5 \text{ kg/m}^3$
空気量 1% の増減に対して	補正しない	$\pm 3.5 \text{ kg/m}^3$
細骨材の F.M. 0.1 の増減に対して (注2)	$\pm 0.01 V_G$	補正しない
$0.25 \times 0.5 \times 25 \text{ mm}$ のせん断異形繊維	補正しない	$+10 \text{ kg/m}^3$

注 1) () 内の数字は空気量 4% の場合の単位水量を示す。

注 2) 本表は、細骨材の F.M. が 2.50~3.30 の範囲の場合にのみ適用する。

6. 鋼繊維補強コンクリートの配合を定める場合に参考となる諸表

表-2 および表-3 は以上の実験結果に基づいて、鋼繊維補強コンクリートの配合設計を行う場合に必要となる配合参考表を示したものである。

7. あとがき

本文をとりまとめるにあたり、特に沈下度とスランプとの関係については大林道路(株)技術研究所の国分氏より資料を提供していただいた。ここに記して感謝の意を表する次第である。

参考文献

- 1) たとえば、太田 実・小林 保・上野裕康: 鋼繊維補強 AE コンクリートの配合に関する若干の実験, コンクリート工学, 1978 年 10 月。
- 2) Hughes, B.P. and N.I. Fattuni: The workability of steel-fibre-reinforced concrete, Magazine of Concrete Research, Vol. 28, No. 96, pp. 157~161, September 1976.
- 3) たとえば、Swamy, P.N. and H. Stavrides: Some Properties of High Workability Steel Fiber Concrete, RILEM Symposium, pp. 197~208, 1975.
- 4) 伊藤茂富・磯崎正晴・養生田栄一: 舗装用コンクリートの単位水量および単位粗骨材容積について, セメントコンクリート, 1966 年 6 月。
- 5) 小林一輔・国分修一・岡村雄樹: 鋼繊維補強コンクリートの配合設計資料 (I), 生産研究, 1978 年 4 月。