

京都大学大学院 学生員○小林孝一 村本建設 正会員 久米生泰
金沢大学工学部 正会員 五十嵐心一 京都大学工学部 正会員 宮川豊章
京都大学工学部 正会員 服部篤史 正会員 井上 晋 正会員 藤井 學

1.はじめに：近年高流動コンクリートに関する研究が盛んであるが、その粉体の一部として石灰石微粉末を使用することも多い。しかし、石灰石微粉末はこれまで土木材料としてあまり積極的に使用されることのなかった新しい材料であり、コンクリートに添加した場合の硬化後の性状は不明な点が多い。

また、コンクリートの骨材界面の遷移帯厚さが厚くなるにつれ、強度は直線的に減少するとされているが¹⁾、本研究では高流動コンクリートにおいて、石灰石微粉末の添加が骨材、鉄筋等の界面の緻密化に及ぼす影響について着目し、検討を行なった。

2.実験概要：本研究ではセメントペーストとアクリル棒の付着界面のヴィッカース硬度を測定した。セメントは普通ポルトランドセメント(比重3.16、比表面積3320cm²/g)、石灰石微粉末は比重2.73、比表面積7260cm²/gのものを使用した。セメントペーストの配合を表1に示す。これらのセメントペーストは普通コンクリート(配合名；普通)、高流動コンクリート(50-50、および増粘剤)の骨材を除いた部分に相当する。これらの材料を3分間モルタルミキサで練り混ぜた後、図1に示す供試体をセメントペーストおよびφ16mmのアクリル棒で作成した。

表1.セメントペーストの配合

	W/C (%)	C : Lt	%×(C+Lt)		%×W 増粘剤
			SP剤	AE剤	
50-50	68	50:50	1.7%*1	0.3%	0
普通	54	0:0	1.8%*2	0%	0
増粘剤	57	0:0	5.0%*3	0.4%	0.21

*1は変性リグニン、アルキルスルホン酸系の高性能AE減水剤

*2はポリカルボン酸エーテル系の高性能AE減水剤

*3は高縮合トリアジン系の高性能減水剤

供試体は打設3日後に脱型し、水中養生を行なった。材令28日において供試体中央部分から乾式カッターを用いて厚さ約1.5cm程度取り出し、アクリル棒断面を含む面を研磨して微小硬度測定用試料とした。

微小硬度の測定には微小硬さ試験機を使用し(荷重2gf)、アクリル棒とセメントペースト界面領域のヴィッカース硬さを測定した。なお、測定方向は垂直筋供試体はアクリル棒から任意の方向に、水平筋供試体はアクリル棒から打設上面および打設下面に向かう2方向とした。

3.実験結果および考察：微小硬度測定結果を図2-a,b,cに示す。垂直筋の供試体における界面領域の微小硬度はいずれの配合も同傾向を示しており、実界面から約60μm程度の脆弱な領域が存在し、その外側には各配合ともヴィッカース硬度60～70程度のバルクセメントペーストが存在している(図2-a)。

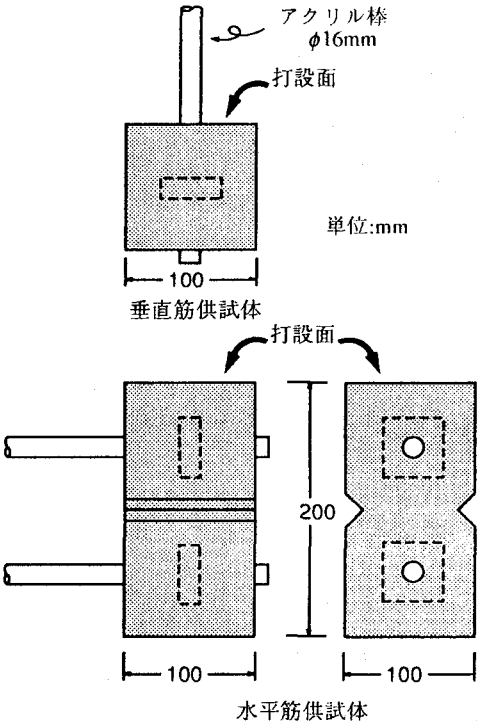


図1.供試体

Koichi KOBOYASHI, Takahiro KUME, Shinichi IGARASHI, Atsusi HATTORI, Susumu INOUE, Toyoaki MIYAGAWA, Manabu FUJII

石灰石微粉末を添加したセメントペースト50-50は、水平筋供試体の上段のアクリル棒の下側における多孔質な領域の幅が垂直筋供試体に比べて広がっているが、その部分の微小硬度は垂直筋供試体の場合とあまり変わらない(図2-b)。水セメント比が高いにも拘わらずこのように界面が密実であるのは、石灰石微粉末を添加することによって、硬化前にその表面に水が拘束されて、ブリーディングが減少するために均質な硬化セメントペーストが得られたためと考えられる。

これに対して、普通セメントペーストと増粘剤混入セメントペーストの場合には、特に上段の供試体においてアクリル棒の下側に、普通セメントペーストで幅320 μ m程度、増粘剤混入セメントペーストの場合にはさらに広範囲で、目視で確認したところ2.5mm程度の脆弱部分が存在し、増粘剤混入セメントペーストは研磨を行なうことができなかった。普通セメントペーストの場合には界面から200 μ m以内の部分はほとんど微小硬度が10以下であり(図2-b)、増粘剤混入セメントペーストの場合も同様であると考えられる。目視によると、この部分には硬化セメントペーストのようなマトリックスではなく、炭酸カルシウムと思われる物質が存在していた。ブリーディングの影響でアクリル棒の下面に水膜ができたために脆弱部が形成されたと考えられる。

また、普通セメントペーストと増粘剤混入セメントペーストの場合には、水平筋下段供試体のアクリル棒上部の界面から30～60 μ mの部分の微小硬度はバルク領域に比べて1.5倍程度大きく(図2-c)、セメント分の沈降、およびアクリル棒上への堆積が起こっていると考えられる。

増粘剤を添加すればフレッシュセメントペーストの分離は生じにくいと考えられるが、このような結果となった理由としては、増粘剤、多量の高性能減水剤の添加による硬化の遅延作用が考えられる。

4.まとめ：以上、セメントペーストにおいて、石灰石微粉末を添加した場合には界面性状が改善されるという結果を得た。したがって石灰石微粉末をセメント量に対して外割りで添加した場合にコンクリートの圧縮強度が改善される理由の1つとして、界面領域の緻密化を挙げることができよう。

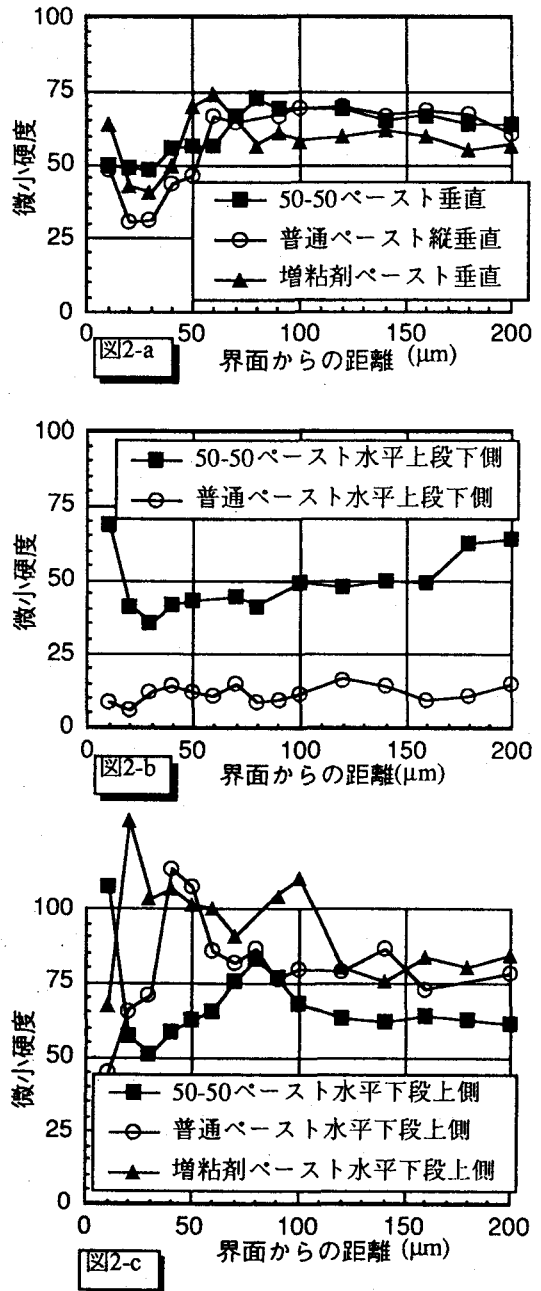


図2.微小硬度測定結果

最後に本研究を進めるに当たり多大な御助力をいただいた東洋建設(株)の松本典人氏に謝意を表します。

参考文献：1) 内川浩他；”硬化モルタル及びコンクリート中の遷移帯厚さの評価並びに遷移帯厚さと強度との関係の検討”、コンクリート工学論文集、第4巻2号、1993