

東京大学

学生員 小沢一雅

東京大学

学生員 大西精治

日曹マスタービルダーズ(株)

山崎 実

1. まえがき

従来、沈下ひびわれについては、タンピングを行うことにより解決されることとしてあまり重要視されていなかった。しかし、沈下ひびわれは、コンクリート、特にコンクリートスラブ等の耐久性に対して大きな影響を及ぼす要因の一つであると同時に、ひびわれがコンクリート表面に発生していなくてもひびわれが発生する危険性のある部分には、潜在的欠陥の存在する可能性が十分にある。そこで本研究では、沈下ひびわれに影響を及ぼす要因について曲げ強度試験により定量化することを目的とした。

2. 実験の概要

2-1 使用材料及び配合

セメントは、普通ポルトランドセメントを使用し、細骨材は、比重2.62、粗粒率2.87の川砂、粗骨材は、比重2.65、粗粒率6.22、最大寸法15mmの川砂利を使用した。混和剤は、標準形AE減水剤を使用し、その使用量は、 $250 \text{ cc/C} = 100 \text{ kg}$ である。鉄筋は、D19の横ふし異形鉄筋を使用した。またコンクリートの配合は表-1に示す。

表-1 コンクリートの配合

No	Slump (cm)	Air (%)	W/C (%)	s/a (%)	単 位 量 (kg/m ³)				
					W	C	S	G	Ad
1.	5±1	5±1	65	50	159	245	921	932	0.612
2.	15±1	5±1	65	50	180	277	880	890	0.692
3.	8±1	5±1	45	45	167	371	785	971	0.928
4.	8±1	5±1	55	48	167	304	851	929	0.760
5.	8±1	5±1	65	50	167	257	913	916	0.642

2-2 実験方法

まず鉄筋を設置した10×20×40cmの型枠に、コンクリートを打ち供試体に沈下ひびわれを発生させた。これを一週間水中養生した後、図-1に示すように供試体の打ち込み面が曲げ引っ張り側にくるようにして、対称2点载荷による曲げ強度試験を行った。得られた曲げ強度値は、沈下ひびわれを発生させない供試体の曲げ強度値との比（曲げ強度比）をとり、これを用いて沈下ひびわれの評価を行った。なお沈下ひびわれへの影響因子としては、鉄筋のかぶり厚及びコンクリートの配合を取り挙げ、さらにタンピングの効果についても検討を行った。

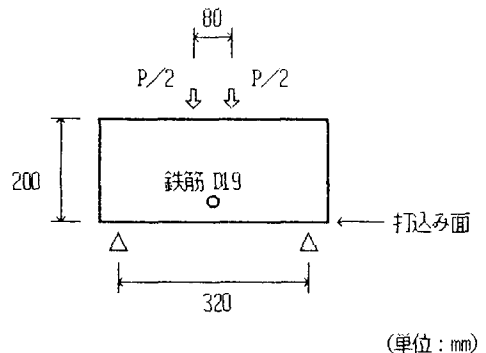


図-1 曲げ強度試験の载荷方法

3. 実験結果及び考察

一般に、沈下ひびわれは、鉄筋のかぶり厚が小さいほど、またブリージングや沈下量が大きいほど発生しやすいと考えられている。図-2の鉄筋のかぶり厚と曲げ強度比の関係を示すグラフをみると、鉄筋のかぶり厚の増加に伴い曲げ強度比は増加しており、その程度は、鉄筋のかぶり厚1cmにつき曲げ強度比で約7%の増加である。これは、コンクリートの沈下に対する鉄筋の拘束の違いによる、鉄筋上部とその両側のコンクリートの相対沈下量の影響であると思われる。さらに、ひびわれがコンクリート表面に確認されない場合でも約1割の曲げ強度の低下がみられたが、これはひびわれが発生しなくてもコンクリートの沈下によりコンクリート内部に生じた引っ張り応力が硬化後も存在しているためと考えられる。

図-3の単位水量と曲げ強度比の関係を示したグラフをみると、単位水量の増加に伴い曲げ強度比は減少

し、その程度は単位水量 $10\text{kg}/\text{m}^3$ につき曲げ強度比で約 4 %の減少である。これは、コンクリートのブリージングすなわち沈下量の影響が大きいと思われる。

図-4の水セメント比と曲げ強度比の関係を示すグラフをみると水セメント比の増加に伴い曲げ強度比は増加し、その程度は水セメント比10%につき曲げ強度比で約 8%の増加である。水セメント比の増加に伴いコンクリート表面の沈下量は大きくなるため沈下ひびわれは発生しやすくなるはずであるが、これは実験結果と矛盾する。

そこで、実際の沈下ひびわれの断面形状を拡大鏡で観察してみると、水セメント比45%の方が水セメント比65%の場合よりもひびわれ深さが大きくなっていることが確認された。つまり、水セメント比が増すとブリージングが増大し沈下量は大きくなるが、ひびわれ深さは小さくなるということである。これは沈下ひびわれは沈下量によって一義的に決定されるのではなく、沈下に対するコンクリートの粘性及び流動性等のいわゆる変形性の影響も大きいことを示していると思われる。この場合変形性とは、鉄筋の両側のコンクリートが沈下した時に、鉄筋上部のコンクリートがいかにスムーズに鉄筋の両側に流れることができるかをいう。変形性が大きければ、鉄筋上部のコンクリートが鉄筋の両側に流れやすくなるために鉄筋の拘束の影響は小さくなり、沈下ひびわれは発生しにくくなるということである。

さらに、タンピングの効果についてみると、沈下ひびわれが発生した場合は、タンピングによりひびわれはほぼ完全に修復され、沈下ひびわれが表面に確認できない場合でも、タンピングによりコンクリート内部の残留引張応力が解消されることを確認した。このことにより現場におけるタンピングの重要性が確かめられた。

4. まとめ

本研究により、曲げ強度試験により沈下ひびわれの程度を数値化し評価することが可能であり、定量化の手法としては曲げ強度比を用いて評価を行うのが適当であることが明らかになった。さらに、沈下ひびわれの発生はコンクリート表面の沈下ばかりでなく、これに対するコンクリートの変形性の影響も大きいことが確かめられた。つまり沈下ひびわれは、その時点での鉄筋上部とその両側のコンクリートの相対沈下量とコンクリートの変形性の相互関係によって決定されるということである。したがって沈下ひびわれの低減には、コンクリート表面の沈下を制御する膨張剤等の混和剤が有効であるばかりでなくひびわれが発生する時期の変形性を高める流動化剤、フライアッシュ及び凝結遅延剤等の混和材料の使用が有効であると思われる。

今後は、コンクリートの変形性の評価についての研究を進め、経時的に変化するコンクリートの変形性と沈下の相互関係を明らかにしたうえで、沈下ひびわれへの影響を検討していくことが望まれる。

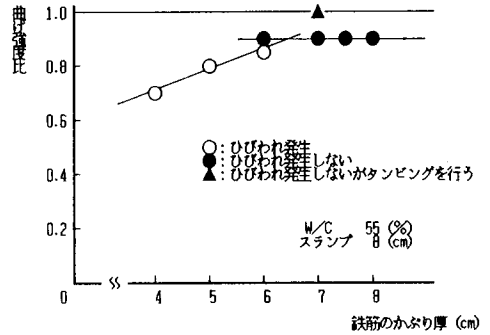


図-2 鉄筋のかぶり厚と曲げ強度比の関係

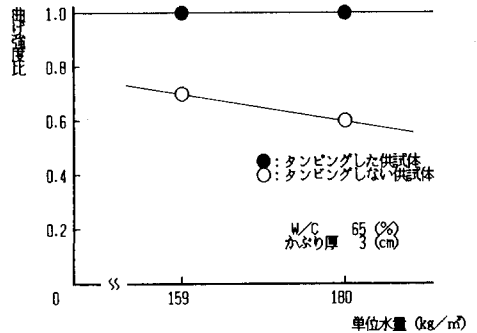


図-3 単位水量と曲げ強度比の関係

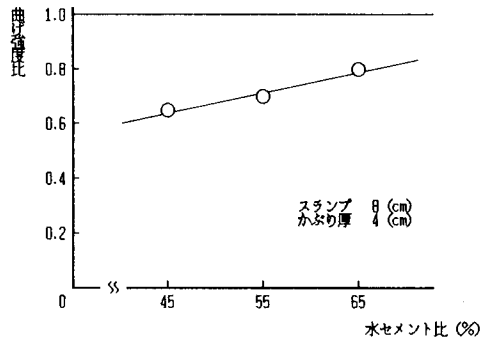


図-4 水セメント比と曲げ強度比の関係