

日本大学生産工学部 5号館解体に伴う学術調査

- その2 非破壊試験による強度推定 -

日大生産工(院) 白石倫巳 日大生産工 湯浅昇
日大生産工 笠井芳夫 日大生産工 松井勇

1. はじめに

構造体コンクリートの強度を試験する場合には、構造物に与える損傷を極力小さくする必要があります。また、現場での強度管理を考えた場合にも同様に迅速かつ損傷の小さい強度試験方法が求められる。このような場合、構造物への損傷が比較的小さい強度試験方法が有効であり、非(微)破壊試験として、各種の試験方法が提案されている(例えば1)~6)。

本報その2では、日本大学生産工学部5号館の解体に伴い、構造体コンクリートに対して、引っかかり試験、リバウンドハンマーによる反発度の測定およびアンカーボルト(以下、アンカーと記す)の引抜き試験を適用し、構造体コンクリートの強度推定に関して検討を行ったものである。

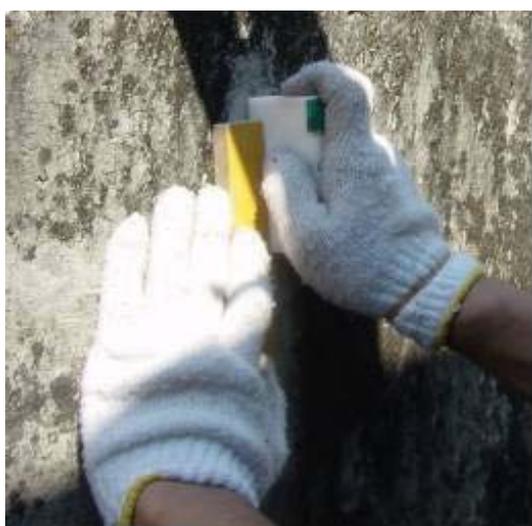


写真-1 引っかかり試験状況

2. 実験概要

2.1 建物概要

今回調査した日本大学生産工学部5号館は、千葉県習志野市泉町1-2-1に位置し、1971年(S46年)竣工、延床面積2968m²、地上4階建ての鉄筋コンクリート構造物である。外壁は打放しコンクリート仕上げで、各所にひび割れやコールドジョイント、ジャンカ、中性化およびかぶり不足による鉄筋腐食などが認められた。

2.2 試験方法

表-1に示す試験箇所において、以下に示す試験を行った。

(1) 引っかかり試験

コンクリートの表面強度を測定するために引っかかり試験を行った(写真-1)。引っかかり試験器を用い、コンクリート表面にスケールをあて、荷重9.8N、2cm/sec程度の速さで10cmほど引っかかり、傷幅及び状態を付属のクラックスケー

表-1 非破壊試験の適用箇所

階数	試験箇所	引っかかり試験	リバウンドハンマー試験	アンカーの引抜き試験
1F	材料実験室内柱			
	材料実験室内柱			
	階段室踊場外壁-北面			
2F	無響室外壁-東面			
	無響室外壁-西面			
	無響室外壁-南面			
	無響室外壁-北面			
3F	階段室踊場外壁-北面			
	階段室踊場外壁-北面			
4F	401室柱			
	402室柱			
	非常階段外壁			

ルおよびフラッシュルーペを用いて測定した。これを3回行い、その平均値を引っかかり傷幅として評価した。なお、求めた引っかかり傷幅は、図-1に対応させ、表面圧縮強度を推定した。

(2) リバウンドハンマーによる反発硬度の測定

NR型リバウンドハンマーを用いて、反発度の測定を行った。測定は、互いに25~50mmの間隔をもった9点(1箇所150mm×150mm程度)について測定し、その平均値を反発度として評価した。また、測定に際して、明らかに異常と認められる値、または、その偏差が平均値の20%以上になる値があれば、その反発度を捨て、これに代わる測定値を補った。なお、求めた反発度は、文献1)に準じて圧縮強度を推定した。

(3) アンカーの引抜き試験方法の提案

本実験では、12mm×有効長さ35mmのアンカーをコンクリート中に埋め込み、簡易型引張り試験器(写真-2)を用いてアンカーを引抜くことにより強度の推定を行った。

まず、アンカーの埋め込み深さによる影響を検討するため、コンクリートドリルを用いて、15、20、25、30、35mmの深さに孔をあけ、アンカーを埋め込み、引抜き試験を行った。アンカーと簡易型引張り試験器は市販のジグを用いて連結した。結果は、埋め込んだアンカーを引抜く際の最大荷重により評価した。



写真-2 簡易型引張り試験器

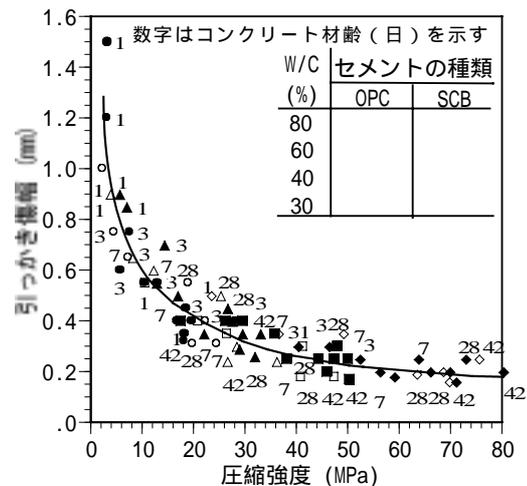


図-1 引っかかり傷幅と圧縮強度の関係⁵⁾

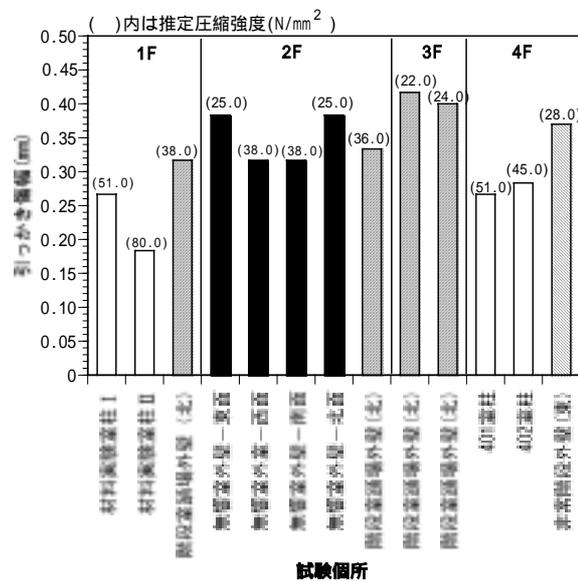


図-2 引っかかり試験結果

3. 結果および考察

3.1 引っかかり傷幅

図-2に引っかかり試験結果を示す。2階無窓室外壁について、方位別による引っかかり傷幅の違いを検討した結果、西面、南面は、ほぼ同程度の値であったが、東面、北面は、若干小さな値を示した。この原因としては、北面は、日照不足により周囲の湿度が高くなる傾向にあり、コンクリート表層部の含水率が大きくなりやすいことから、表面強度が低下したものと考えられる。また、東面に関しては、道路に面していることから、車両から排出される排気ガスなどの外部劣化因子により、コンクリート表層部

が劣化しやすい環境にあったためと考えられる。次に、階段室踊り場外壁(北面)に関して、高さ方向による違いを検討した結果、3階の引っかかり傷幅が若干大きな値を示したが、上層に

なるほど引っかけ傷幅が増加する傾向が認められた。これは、同じ品質のコンクリートであっても、下層ほど圧密による影響を受け、強度が大きくなりやすいことが原因と考えられる。この傾向は、柱に関しても同様であった。

3.2 リバウンドハンマーによる反発度の測定

図-3 にリバウンドハンマーによる反発度の測定結果を示す。2階無響室外壁において、方位別に反発度の違いを検討した結果、南面の反発度が大きくなり、その他の面については、ほとんど差異は認められなかった。南面の反発度が大きくなった理由としては、日当たりが良く、コンクリート表面が常に乾燥しやすい状態にあることが原因と考えられる。また、柱に関しては、4階に比し、1階の反発度が若干大きくなる結果となった。これは、3.1引っかけ試験と同様に、上層からの圧密による影響と考えられる。

今回の実験では、反発度による推定強度は、引っかけ試験の結果と比較して、全体的に値が小さくなる傾向にあった。しかし、図-4 に示すように、引っかけ傷幅と反発度の間には、一定の相関性が認められた。これらの試験は、試験個所の表面状態や乾燥状態による影響を受けやすいこと、また、引っかけ試験に関しては、高強度域(30N/mm²)以上では、引っかけ傷幅に対する強度の変動が大きく、強度の推定精度が低下するといった問題はあるものの、構造体コンクリートの品質を判断する上で十分適用可能であるといえる。

3.3 アンカーの引抜き試験方法の適用

図-5 にアンカーの埋め込み深さと最大荷重の関係を示す。これによると、アンカーの埋め込み深さと最大荷重の間には直線性が認められた。一般にアンカーを使用する際には、その有効長さ全てをコンクリート中に埋め込むため、今回の実験においては、埋め込み深さ 35mm として試験を行った。

図-6 にアンカーの引抜き試験結果を示す。2階無響室外壁では、南面の値が小さかったが、

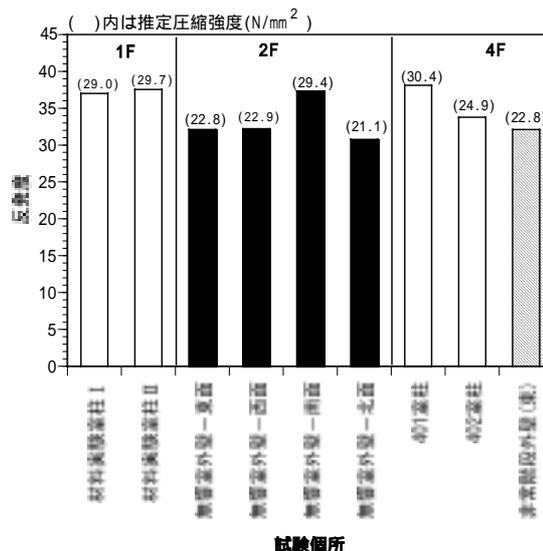


図-3 リバウンドハンマーによる反発度の測定結果

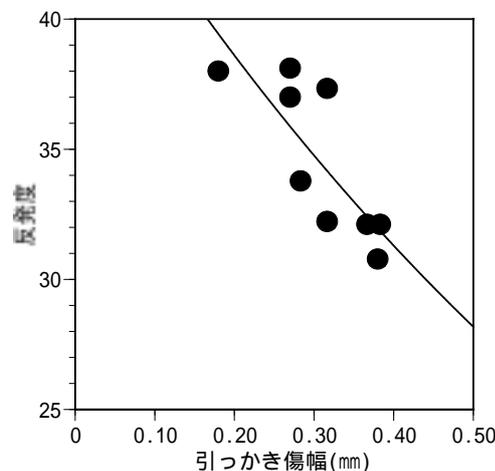


図-4 引っかけ傷幅と反発度の関係

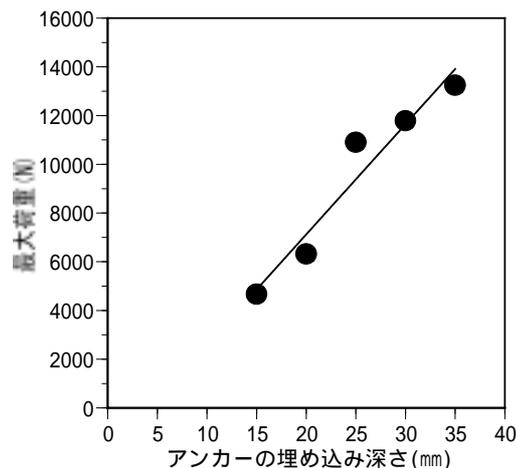


図-5 アンカーの埋め込み深さと最大荷重の関係

その他の面に関しては、引っかけ傷幅および反発度の結果と同様の傾向を示した。また、階段室踊り場外壁(北面)に関しても、その差は小さ

いが、3、4階に比し、1、2階の値が大きくなる結果となった。しかし、図-7に示すように、全体として、最大荷重と引っかけ試験およびリバウンドハンマー試験の結果との間には、相関性はほとんど認められなかった。これは、埋め込まれたアンカーの周囲の骨材分布や、アンカーの埋め込み方法などが影響しているものと考えられるが、今回の実験ではデータが少ないため、今後さらに検討する必要がある。

4.まとめ

本実験で得られた知見を以下に示す。

(1)引っかけ試験の適用に

関しては、高強度域(30N/mm²)以上において、推定精度が低下するが、反発度との間に、一定の相関性が認められることから、構造体コンクリートの強度推定方法として十分適用可能であるといえる。

(2)アンカーの引抜き試験

では、引っかけ試験およびリバウンドハンマー試験の結果とほぼ同様の傾向を示したが、それぞれの試験に対する相関性はほとんど認められなかった。今回の実験では、得られたデータが少ないため、アンカー周辺の骨材分布や埋め込み方法などについて、今後さらに検討する必要がある。

今後は、非破壊試験によって推定した強度と実際に採取したコアから得られた強度との関係を検討し、強度の推定精度の向上を図っていくとともに、各種非破壊試験によって構造体コンクリートの品質を判断する方法を提案していく予定である。

参考文献

1)日本建築学会：コンクリート強度推定のための非破

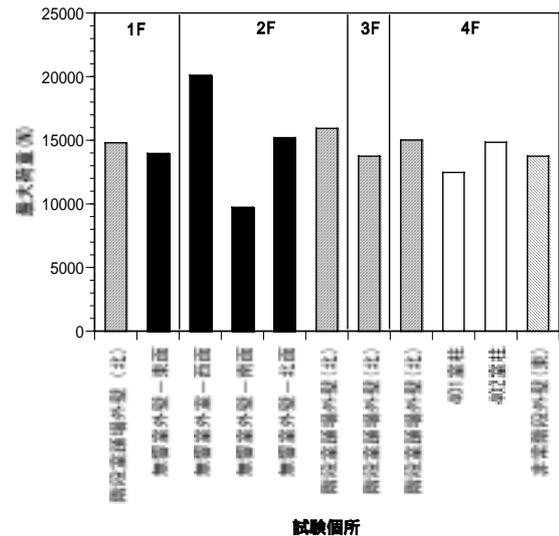


図-6 アンカーの引抜き試験結果

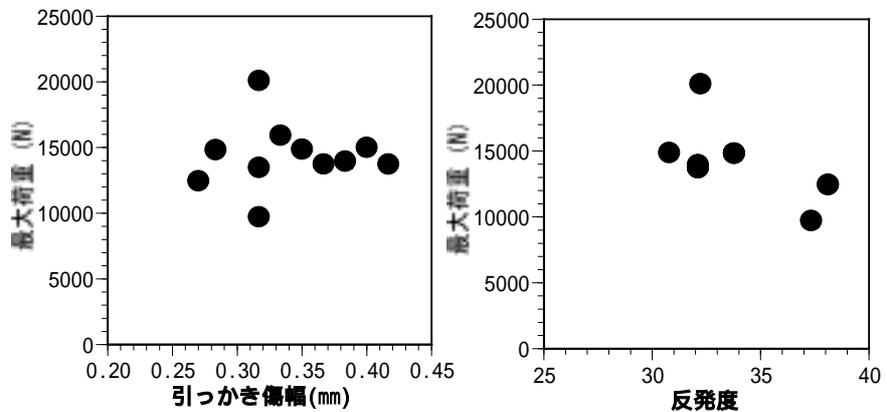


図-7 引っかけ傷幅、反発度と引抜き最大荷重の関係

壊試験方法マニュアル、日本建築学会、pp.10-28、1983.2

- 2)月永洋一、庄谷征美、菅原隆：表層部の緻密化によるコンクリートの品質改善に関する研究、セメント・コンクリート論文集、No.46、pp.570-573、1992.12
- 3)森濱和正、野田一弘、山口哲夫、山口達夫、奥紀仁：超音波法による大型供試体のコンクリート強度、緻密性の推定、日本非破壊検査協会、シンポジウム「コンクリート構造物の非破壊検査への期待」論文集、Vol.1、pp.31-36、2003.7
- 4)湯浅昇、笠井芳夫、松井勇：小径コアによるコンクリートの圧縮強度試験方法の提案、日本非破壊検査協会、シンポジウム「コンクリート構造物の非破壊検査への期待」論文集、Vol.1、pp.75-82、2003.7
- 5)湯浅昇、笠井芳夫、松井勇、篠崎幸代：引っかけ傷によるコンクリートの圧縮強度試験方法の提案、日本非破壊検査協会、シンポジウム「コンクリート構造物の非破壊検査への期待」論文集、Vol.1、pp.115-122、2003.7
- 6)湯浅昇、笠井芳夫、松井勇、吉野進也：有効吸水量に基づく硬化コンクリートの水セメント比、圧縮強度推定方法、第58回セメント技術大会、pp.74-75、2004.5