ボス供試体を活用した建築物構造強度の確認手法の検証と展開

京都営繕事務所　保全指導･品質確保課　調査･保全係長　山本　卓也

1　はじめに

昨今、建築物の構造強度に関しては、耐震性能の偽装問題や施工の不具合問題等の現状があり、品質確保に、より一層取り組む必要がある。国土交通省では、鉄筋コンクリート造の建築物の耐震性や耐久性に大きな影響のあるコンクリートについて、品質確保を一層図るため、「微破壊･非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定試行要領(案)」が取りまとめられた。

本論文の対象施設である京都府警察学校は、現在、本館新築工事を実施中であり、この施設は災害対策基本法に基づく規定に準じ、大地震動後に構造体の大きな補修を行うことなく建築物を使用できることが求められる、耐震分類Ⅱ類の施設である。また当該施設の建設にあたっては、前述の偽装問題等による品質確保に関する厳しい批判の中、工事施工中においてもより一層の品質管理が求められた。

そこで、災害対策拠点として機能する必要がある当該施設の建設にあたって、建築構造体から直接、微破壊試験体を採取する手法を試行し、建築物における構造強度の確認に関する検証及び考察を行ったので、その結果を報告する。

◆工事概要　工事名：京都府警察学校本館建築工事
工事場所：京都市伏見区深草ススハキ町24－1
構造：鉄筋コンクリート造5階建
工期：平成20年3月～平成21年12月
規模：延面積　約4，658㎡

2　ボス供試体強度測定手法（微破壊試験手法）の採用の経緯

コンクリート構造物の強度を直接測定する手法として、国土交通省において施工管理や監督、検査の充実を図ることを目的に試行されているものは、非破壊試験においては、衝撃弾性波あるいは超音波を用いた強度推定であり、微破壊試験においては、ボス供試体あるいは小径コアによる強度測定である。

試行を行うには、まずは当該手法による推定強度や測定強度が、JIS規格である標準養生供試体等の他の一般的に採用されている手法と比較して大きく乖離せず、手法として有効であることを確認する必要があり、したがって通常、強度測定として採用されている現場養生による供試体との比較がしやすいよう、柱･梁等の主要構造体から直接供試体を採取できる、微破壊試験のボス供試体を用いた強度測定を採用し

写真－1　ボス供試体の型枠の取付け状況

た。なお、ボス供試体による強度測定手法の特色として、実際に打設するコンクリートを、打設部位に繋げて供試体に出来ることにあるが、採取の際にコンクリート面が若干荒れることから、今回、ボス供試体の設置箇所としては、コンクリート打放し面が意匠的に仕上げ面となる部分は避けた。ボス供試体の採取前後の状況を写真―1、2に示す。

写真－2　ボス供試体の割取り状況

3　圧縮強度試験について

材齢7日及び28日の供試体について、圧縮強度試験の結果比較を行う。

現場養生の供試体についてはJISA1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」、ボス供試体については国土交通省の微破壊・非破壊試験によるコンクリート構造物の強度測定試行要領（案）に基づき、日本非破壊検査協会規格NDIS3424「ボス供試体の作製方法及び圧縮強度試験方法」に準じて試験を行った。

ボス供試体の試験体については、供試体寸法100mm×100mm×200mmを用いた。

写真―3にボス供試体の圧縮試験の様子を、表―1及び2に現場養生供試体およびボス供試体の圧縮強度試験結果を示す。

表－1　材齢7日の圧縮強度比較

部位	現場養生試験強度	現場養生平均強度	ボス供試体試験強度	ボス供試体平均強度	設計基準強度 Fc	配合強度	コンクリート打設月
基礎基礎梁	26.8	26.0	34.6	30.3	24	27	9
	30.2		31.8				
	27.3		35.8				
	21.5		24.6				
	22.1		26.3				
			28.5				

注）セメントの種類は高炉セメントB種を使用
注）ボス供試体試験強度は材齢10日の強度を示す

写真－3　ボス供試体の圧縮試験

表－2　材齢28日の圧縮強度比較

部位	現場養生試験強度	現場養生平均強度	ボス供試体試験強度	ボス供試体平均強度	設計基準強度 Fc	配合強度	コンクリート打設月
基礎基礎梁	42.7	40.3			24	27	9
	43.9						
	40.9						
	35.9						
	37.9						
1階壁柱2階床梁	49.3	46.3	41.6	41.8	27	36	12
	45.2		38.6				
	45.5		45.3				
	45.0						
2階壁柱3階床梁	45.6	43.7	41.8	44.4	27	36	1
	43.6		47.8				
	41.9		43.7				
	43.6						
3階壁柱4階床梁	41.7	39.5	41.4	43.5	24	33	2
	39.0		43.8				
	39.5		42.4				
	37.8		45.5				
			46.7				
			48.1				
			40.5				
			41.0				
			42.4				
4階壁柱5階床梁	37.0	36.5	42.2	42.7	24	30	3
	37.7		40.0				
	36.7		40.4				
	34.6		41.1				
			43.5				
			45.3				
			41.7				
			46.6				
			43.2				

注）セメントの種類は普通ポルトランドセメントを使用

4　試験結果の考察

4．1　ボス供試体から得られる強度及び施工品質について

基礎部については現場埋戻し時期の関係からボス供試体について材齢28日強度は、採取できておらず材齢10日の結果であり、現場養生供試体の材齢7日との比較は難しいが、強度のみに注目すると特に差異無く、材齢28日の各階強度については1階において現場養生供試体の平均強度に達しないまでも、十分に配合強度を満たしており、その他の階においては現場養

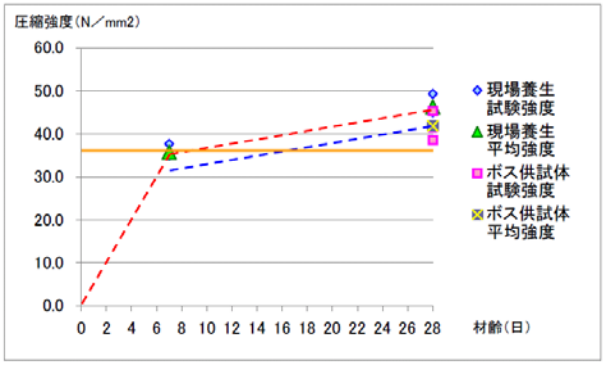
生供試体の平均強度以上の値が確認できた。また各打設部位、時期についても強度に顕著なばらつきは見受けられず、当該手法の本供試体においても有用性が確認された。

有用であるとした上での考察であるが、現場水中養生の様に安定してはいない状況下で、ボス供試体が現場養生供試体と同程度の強度の発現を示したことは、現場施工の品質管理が適切であったことの証左であるといえる。

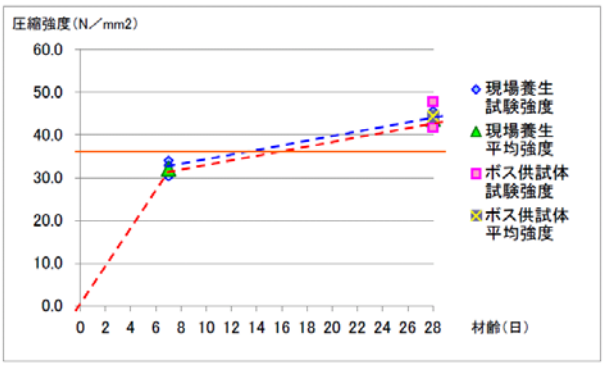
なお、これらの直接構造体から得られたデータは、施設保全時や改修時等において、例えば増改築による構造強度を再計算する場合などに、より現状に即した基礎データとして有効に活用できる。

4．2　工期短縮の検証

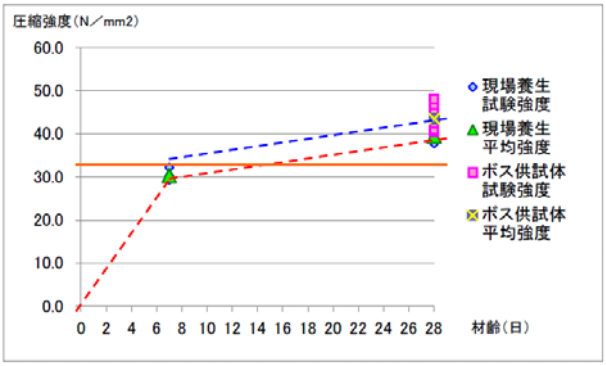
4．1において、ボス供試体による手法が、強度確認手法として有用であると確認したので、ここでボス供試体の更なる活用方法について考察する。ボス供試体の示す構造強度を設計基準強度または配合強度と照合しながら、支柱等存置期間の見直しをおこなう事で、工期短縮の一手法として活用できると考えられる。当該施設の建設工程を例にボス供試体による強度測定手法が、工期短縮の点からどれほど有効なものか試算をおこなった。基礎･基礎梁については材齢10日で埋戻しを行っている事から除外し、各階壁柱･床梁の現場養生の材齢7日及び28日による平均強度から、材齢による強度促進を想定する。支柱等の取り外し時に必要とする強度は温度補正等を加えた配合強度を基準とし、短縮期間を試算する。各階毎の圧縮強度発現想定グラフを図－1～4に示す。



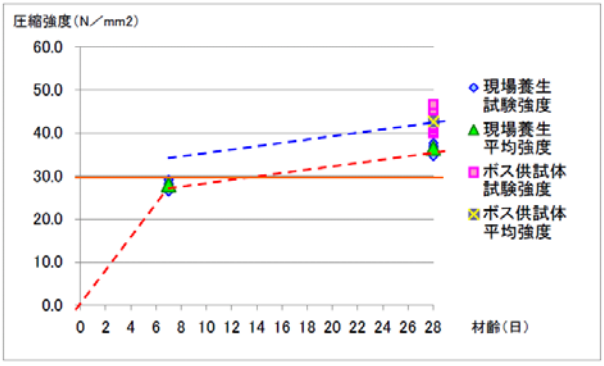
図－1　1階躯体の圧縮強度



図―2　2階躯体の圧縮強度



図―3　3階躯体の圧縮強度



図－4　4階躯体の圧縮強度

各階壁柱･床梁の工事期間を、現場養生で構造体コンクリートの圧縮強度試験を行う28日間と仮定すると、京都府警察学校本館建築工事では強度試験の結果が出ている4階迄で、4階×28日＝112日が構造体に要する工事期間となる。工事期間の短縮の基準としては、公共建築工事標準仕様書（建築工事編）「国土交通省大臣官房官庁営繕部制定、平成19年度版」より、せき板及び支柱の最小存置期間をコンクリートの圧縮強度試験の結果により定め、ボス供試体の試験強度が条件を満たしたとした場合、存置期間は1階で16日、2階で12日、3階･4階がそれぞれ7日、の合計42日間であり、コンクリートの圧縮強度試験を基準とした場合は、この差が工事期間短縮の可能性がある期間となる。

建築工事においては、配筋、型枠等の作業に要する時間や現場の諸条件から、工事期間の短縮が難しい場合もあるが、現場養生供試体からのみ構造体の強度を推定し、支柱等の最小存置期間を定めて現場作業を進めていくよりも、ボス供試体による強度測定手法を活用すれば、より正確に構造体そのものの強度を確認することができ、強度発現前に支柱等を取外したことによる構造体のひび割れ発生を防止できるなどの効果も期待できる。

4．3　大地震動時の活用への展開について

4．1及び4．2に続き、ボス供試体の他の活用方法について考察する。ボス供試体による強度測定手法は、構造体そのものから、構造体を傷つけることなく供試体を採取できるという長所がある。大地震後に構造的に弱点となる箇所、例えば短柱の柱面や、柱梁接合部において、あらかじめボス供試体専用型枠を取り付けておき、大地震動発生後に採取し構造強度を測定すれば、施設使用の可否を判断する材料として活用出来ると思われる。京都府警察学校のように、大地震動後に建物使用を早急に再開するために強度確認を迅速に行うことが求められている防災拠点施設においては大変重要なデータとなりうる。

5　今後の課題

京都府警察学校本館建築工事では、ボス供試体の試験数また採取場所及び材齢が限られたなかであったが、建築工事における品質管理の面からは有効な手法であると考察された。ただし未だ公的試験機関で特殊供試体試験として扱われおり、そのため供試体を成型する手間等については省力できるが、現場養生の供試体作成から試験に対し、コスト的には高い。今後試験手法として普及し、試験数が増えることで、JISA1108「コンクリートの圧縮強度試験方法」と同程度に扱われ、その実施が可能となることが望まれる。

また、取付け方法が合板型枠に限られると思われ、南洋資源の保護に効果があるとされるメッシュ型枠や鋼製型枠等への取り付けが可能となれば、より使用範囲並びに適用部位が広がると思われる。