

地盤物性値のばらつきの影響確認のための
地震応答解析に用いるコンクリートの材料定数について

地盤物性値のばらつきに係る影響確認用床応答スペクトルの作成にあたっては、地震応答解析に用いるコンクリートの材料定数について、以下を使用する。

設計基準強度 Fc (N/mm ²)	ヤング係数 E (N/mm ²)	ポアソン比 ν
22.1	2.21×10 ⁴	0.20
↓	↓	
1.4×22.1	1.12*1×2.21×10 ⁴	

*1 : (1.4Fc/60)^{1/3} と (Fc/60)^{1/3} の比

→ コンクリートのヤング係数は、 $3.35 \times 10^4 \times (\nu/24)^2 \times (Fc/60)^{1/3}$ で算出される（鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説）。νはコンクリートの気乾単位体積重量、Fcはコンクリートの設計基準強度である。

高速実験炉原子炉施設（「常陽」）の原子炉建物及び原子炉附属建物、主冷却機建物の地震応答解析モデルの諸定数のうち、コンクリートのヤング係数は、鉄筋コンクリート構造計算基準・同解説の第5条の材料の定数に示されている以下の式より算出している。

$$\text{ヤング係数 (N/mm}^2\text{)} = 3.35 \times 10^4 \times (\nu/24)^2 \times (Fc/60)^{1/3}$$

ν : コンクリートの気乾単位体積重量 (kN/m³) で、特に調査しない場合は24から1.0を減じたものとするができる。

Fc : コンクリートの設計基準強度 (N/mm²)

一般に、コンクリート強度は、打ち込みから14日程度まで大きく強度が上昇する。また、材齢28日から91日までについて、コンクリート強度の上昇が継続し、更に、材齢1年以上の長期において緩やかに上昇する傾向がある^{(1), (2), (3), (4), (5)}。

高速実験炉「常陽」の建築工事では、日本建築学会「建築工事標準仕様書・同解説 JASS5 鉄筋コンクリート工事」（以下「JASS5」という。）に基づき品質管理を行っており、コンクリート打設の際にフレッシュコンクリートから採取したコア供試体の材齢28

日における圧縮強度（以下「4週強度」という。）について、JASS5 で定められた方法及び頻度により試験を実施している。建設時のコンクリート強度管理は、4週強度が設計基準強度（原子炉建物及び原子炉附属建物：225kg/cm²、主冷却機建物：210kg/cm²）以上としている。

原子炉建物及び原子炉附属建物、主冷却機建物の建設時におけるコンクリート強度管理データを下表に示す。コンクリート強度の平均値は、コンクリートの設計基準強度 F_c の1.4倍を上回る。なお、前述したように、コンクリート強度は、材齢28日以降も上昇が継続する。現時点におけるコンクリート強度は、設計基準強度 F_c の1.4倍を、さらに上回るものと推定できる。

建物打設場所	平均値 (kg/cm ²)	標準偏差 (kg/cm ²)	最大値 (kg/cm ²)	最小値 (kg/cm ²)	データ数	設計基準強度 (kg/cm ²)	平均値 強度比	試験実施日
原子炉建物	320.1	31.6	395.0	252.0	159	225	1.42	S46.11.10~S48.5.25
原子炉建物 (重コンクリート部)	337.1	18.6	363.0	311.0	18	225	1.49	S47.6.26~S48.5.24
原子炉附属建物	334.7	31.4	428.0	258.0	753	225	1.48	S45.10.2~S48.8.21
原子炉附属建物 (重コンクリート部)	331.0	16.3	369.0	296.0	66	225	1.47	S47.6.10~S47.12.25
主冷却機建物	300.1	27.9	358.0	243.0	306	210	1.42	S47.3.30~S48.7.16

また、「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2015」⁽⁶⁾では、コンクリート実強度の標準的なデータベースとしてコンクリート実強度の平均値は設計基準強度の1.4倍であり、統計値としてこの値を用いてもよいとしている。

以上より、地盤物性値のばらつきに係る影響確認用床応答スペクトルの作成において地震応答解析に用いるコンクリートの材料定数として、建物のコンクリート強度について、建設時のコンクリート強度管理データの4週強度の平均値を用いることは妥当であり、地盤物性値のばらつきによる影響確認においては、コンクリート強度を、設計基準強度 F_c の1.4倍とし、ヤング係数を設定するものとした。

参考文献

- (1) 「コンクリート専門委員会：委員会報告ダイジェスト版」、社団法人セメント協会、2011年
- (2) 岡野智久他、「10年曝露したFAⅢ種コンクリートのコア供試体の強度特性及び中性化性状」、コンクリート工学年次論文集、Vol. 31、No. 1、公益社団法人日本コンクリート工学会、2009年
- (3) 安田正雪他、「10年屋外曝露したフライアッシュを使用したコンクリートの性状」、コンクリート工学年次論文集、Vol. 29、No. 1、公益社団法人日本コンクリート工学会、2007年
- (4) 尾崎昌彦他、「コンクリートの長期物性モニタリング試験」、日本建築学会技術報告集、第13号、9-14、2001年
- (5) 榊田佳寛、「良好な鉄筋コンクリート造建築物を作るために-構造体コンクリートの研究-」、(株)セメントジャーナル社、2013年
- (6) 日本原子力学会標準「原子力発電所に対する地震を起因とした確率論的リスク評価に関する実施基準：2015」、一般社団法人日本原子力学会、2015年、p623～p625

以 上