

V-156

富津火力発電所水路工事におけるコンクリートコア強度試験及び鉄筋の現場抜き取り試験

東京電力 正員 安保 秀範

東京電力 正員 福田 聡之

1. まえがき

鉄筋コンクリートの設計法の世界的な趨勢は、すでに限界状態設計法に移行している。今年度改訂予定の限界状態設計法に基づいた土木学会「コンクリート標準示方書」は、5個の部分安全係数を導入した部分安全係数設計法を採用し、安全率の概念をより明確にしている。

東京電力(株)富津火力建設所では、復水器冷却用水路設備の取水路開渠について、限界状態設計法の導入を検討しており、実構造物の材料強度を実測し、材料に関する安全性の把握を目的に、コンクリート、鉄筋について、それぞれコア強度試験及び抜き取り試験を実施した。本報告は、これらの実測強度と設計強度との比較を行ない考察を加えるものである。

2. 材料強度の特性値及び材料係数

材料強度の特性値 f_k は、試験値のばらつきを想定した上で、大部分の試験値がその値を下回ることはないことが保証される値である。一般には、次式より求めてよい。

$$f_k = f_m (1 - k \cdot \delta)$$

ここに、 f_m は試験値の平均値、 δ は試験値の変動係数、 k は特性値より小さい試験値が得られる確率と試験値の分布形より定まるもので、分布形を正規分布、特性値を下回る確率を5%とすると1.64となる。設計強度は特性値を材料係数で除して求められる。新示方書(案)におけるコンクリート、鉄筋の特性値と材料係数については、以下のように定義されている。

(a) コンクリート : コンクリート強度の特性値は、原則として材令28日における試験保証値である。レデーミクストコンクリートを用いる場合には、購入者が指定した呼び強度を一般に圧縮強度の特性値としてよい。コンクリートの材料係数は一般に1.3としてよい。

(b) 鉄筋 : 鉄筋の引張降伏強度の特性値は、引張試験による保証値とする。鉄筋の材料係数は一般に1.0としてよい。

3. 材料強度の試験結果

(a) コンクリート : コンクリートは設計基準強度 210kg/cm²相当のレデーミクストコンクリートを用いた。実構造物の材料強度を把握するため、標準養生を行なった材令28日における供試体と、構造物から抜き取ったコア供試体について圧縮強度試験を行なった。図-1に、標準養生供試体とコア供試体の圧縮強度を示す。コア供試体の方が標準養生供試体に比べ、平均値が小さく、ばらつきが大きい。これは、標準養生供試体とコア供試体との施工及び養生条件等の差異が大きいことが考えられる。標準養生供試体の強度は、すべて 210kg/cm²を上回っているが、コア供試体は、3試料が 210kg/cm²を下回り、最小値は 198 kg/cm²であった。

(b) 鉄筋 : 鉄筋はSD30の電炉鉄筋を用いた。鉄筋は現場搬入途中や現場での傷つき、さび等により製造以降の強度低下が考えられるので、現場での抜き取り試験を行なった。図-2にミルシートと抜き取り試験による引張降伏強度を示す。抜き取り試験の方がミルシートに比べ引張降伏強度が大きくなった。したがって、製造から施工まで鉄筋の強度低下はほとんどないものと思われる。最小引張降伏強度は3300kg/cm²であり、試験値は全て保証値3000kg/cm²以上となった。

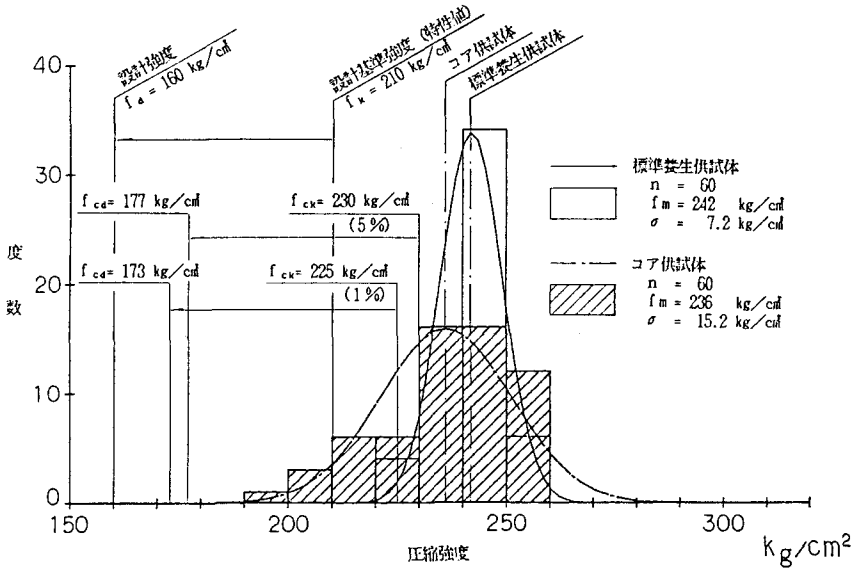
4. 設計強度

(a) コンクリート : 新示方書(案)によれば、特性値は設計基準強度 210kg/cm²であり、設計強度は材料係数 1.3より 160kg/cm²となる。設計強度 160kg/cm²のコア供試体に対する非超過確率は、正規分布と仮定して求めると、 4.8×10^{-7} である。一方、特性値を標準養生供試体における5%、1%の非超過確率の圧縮強度として求めると、230kg/cm²、225kg/cm²となる。材料係数1.3より設計強度を求めるとそれぞれ 177kg/cm²、173kg/cm²である。この設計強度のコア供試体に対する非超過確率を求めると、それぞれ 5.3×10^{-5} 、 1.7×10^{-5} となる。このように、新示方書(案)による設計強度は、1%の非超過確率より求めた設計強度に比べて小さい結果となった。

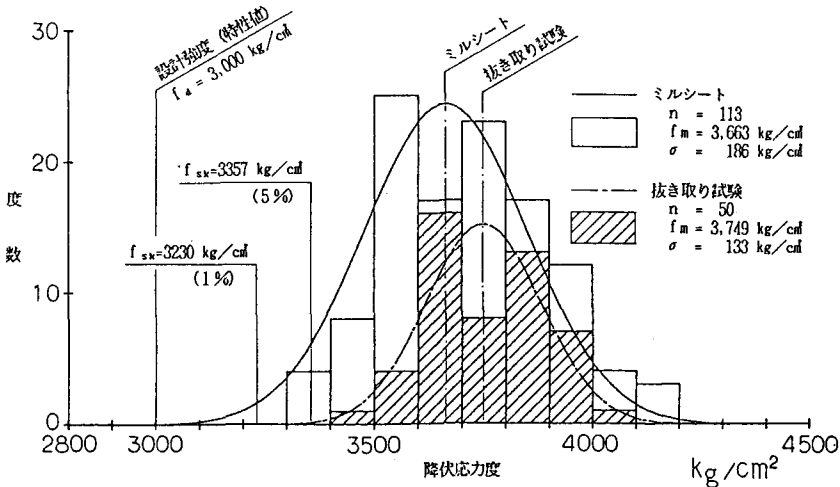
(b) 鉄筋 : 新示方書(案)によれば、材料係数1.0より特性値及び設計強度は共に保証値3000kg/cm²であり、ミルシートに対する非超過確率は、正規分布と仮定して求めると、 1.8×10^{-4} となる。一方、ミルシートから5%、1%の非超過確率における特性値は、それぞれ3357kg/cm²、3230kg/cm²となる。

5. まとめ

富津火力発電所水路工事において材料強度に関する安全性の把握を目的に、コンクリートコア強度試験及び鉄筋の現場抜き取り試験を実施した。コア供試体の試験より、実構造物のコンクリートの強度が、標準養生供試体に比べて小さくなることを把握した。鉄筋については、製造から施工までの鉄筋の強度低下はほとんどないことを確認した。新示方書（案）に基づき保証値から求めたコンクリート、鉄筋の設計強度は、実測結果より求めた1%の非超過確率のそれより安全側になることを確認した。コンクリートの場合には特に強度が施工及び養生条件等に大きく左右されるため、試験値と実強度の差異を補うものでもある材料係数を確率的に決めるのは難しい。また、実構造物の材料強度をある程度把握できたにせよ、適切で合理的な設計強度を決めるには、安全性すなわち非超過確率をいかに取るか等が問題になると思われる。



図－1 コンクリート圧縮強度試験結果



図－2 鉄筋引張強度試験結果