

アルカリシリカ反応を生じたRC柱の耐力における寸法効果の影響

呉工業高等専門学校
(株)奥村組

正員 竹村 和夫
牧田 孝光

広島大学工学部 正員 米倉亜州夫
広島大学工学部 ○学員 谷村 九

1. まえがき

近年、アルカリ骨材反応、特にアルカリシリカ反応（以下ASRと略記）による構造物の損傷例が報告されているが、ASRを生じた部材に関する研究は主として曲げを受けるはり部材についてであり、軸方向力の卓越する柱部材に関する研究は殆んど行われていない。本研究では、この種のRC柱の耐力算定式確立のための資料を得ることを目的として、自由膨張量1500 $\times 10^{-6}$ 程度のASRを生じたコンクリートの物性に及ぼす寸法効果の影響を、ASRを生じない普通コンクリートの場合と比較検討を行った。また、寸法効果の影響を考慮して、コンクリート強度が異なるRC柱の一軸圧縮耐力について検討を行った。

2. 実験概要

セメントは普通ポルトランドセメント（アルカリ量=0.62%）、粗骨材には反応性のチャート砕石および非反応性の砕石、細骨材には風化花崗岩系山砂および川砂、一部反応性の細骨材（チャート）を用いた。ASRコンクリートには試薬一級のNaOHを添加して、アルカリ量をNa₂O等量で7 kg/m³とした。自由膨張量の測定用には10 $\times$ 10 $\times$ 40cmの直方供試体を用いた。普通コンクリートを用いた供試体は水中（20℃）で養生を行い、ASRコンクリートを用いた供試体は40℃、100%R.H.の雰囲気中で促進養生を行った。寸法効果の影響に関する実験では、普通コンクリートおよびASRコンクリートについて4種類の寸法の異なる円柱供試体（ ϕ 10 $\times$ 20, 15 $\times$ 30, 20 $\times$ 40 および30 $\times$ 60 cm）を作成した。コンクリートの配合は水セメント比をすべての供試体について59%とした。載荷前にひずみゲージを貼

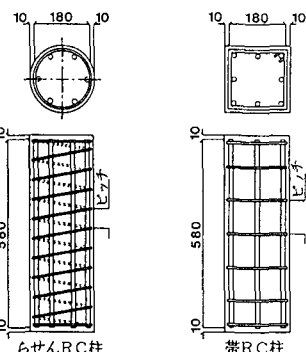


図-1. RC柱の寸法

付し載荷中のコンクリート表面の軸方向（4箇所）および横方向（2箇所）のひずみを測定した。RC柱の一軸圧縮耐力に関する実験では、普通コンクリートおよびASRコンクリートについて、図-1に示すような寸法のらせんRC柱（軸鉄筋：D10mmを6本、らせん鉄筋： ϕ 6mmをピッチ3cm）および帯RC柱（軸鉄筋：D10mmを8本、帯鉄筋： ϕ 6mmをピッチ10cm）を作成した。コンクリートの配合はASRコンクリートの場合水セメント比を4種類（40, 50, 59, および65%）とした。普通コンクリートでは、ASRコンクリートの各配合と同程度の強度となるように水セメント比を定めた。圧縮強度測定用には ϕ 10 $\times$ 20 cmの供試体を用いた。普通コンクリートは材令28日、ASRコンクリートは自由膨張量1500 $\times 10^{-6}$ 程度で載荷試験を行った。

3. 結果と考察

図-2および図-3に、普通コンクリートとASRコンクリートの供試体直径と圧縮強度および静弾性係数の関係を示す。図-2から、普通コンクリート

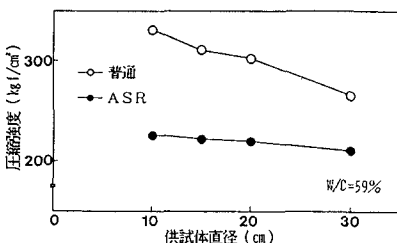


図-2. 供試体寸法と圧縮強度の関係

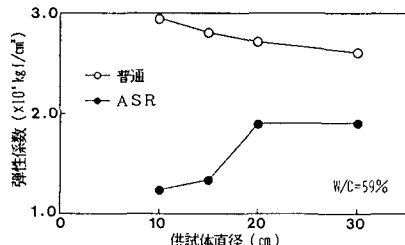


図-3. 供試体寸法と静弾性係数の関係

では、寸法が大きくなると圧縮強度は低下し明らかな寸法効果が見られるが、ASRコンクリートでは普通コンクリートに比べ低下が僅かである。図-3から、寸法が大きくなるとASRコンクリートでは普通コンクリートとは逆に静弾性係数は高くなり、供試体直径が20cm以上では一定となっている。自由膨張量が1500

1/100程度のASRコンクリートの場合は、供試体寸法に関係なくコンクリート表面から一定深さ（約1 cm）内にひびわれ損傷が見られ、その内部のコンクリートは、マイクロクラックが発生している可能性はあるが多大な損傷は生じていないと考えられる。つまり、ASRコンクリートでは、マクロなひびわれが生じている表層部の影響は寸法が小さい場合に卓越し、寸法が大きくなるとASRによる損傷の影響が少なくなり、図-2および3のような結果になったと思われる。このことから、この程度のASRを生じた実構造物中のコンクリートの内部は表層部程には劣化していないことが予想される。

図-4に $\phi 10 \times 20$ cmを基準にした場合の供試体容積比と強度比の関係を示す。ASRコンクリートでは普通コンクリートと比べ寸法効果が顕著でないため、均一性係数は普通コンクリートの約3倍となる。しかし、ASRコンクリートでは上記のように材料が不均一になっているものと思われ、この値に関しては検討が必要である。

図-5はセメント水比と $\phi 10 \times 20$ cm円柱供試体の圧縮強度との関係を示している。自由膨張量1500 μ 程度のASRを生じたコンクリートの圧縮強度は普通コンクリートより低下し、セメント水比の高いものほど低下量が大きくなるが、セメント水比法則を適用して求めた回帰直線より算出したASRコンクリートと普通コンクリートの強度比は、セメント水比にかかわらず約0.6の値となる。

次に、らせんRC柱および帯RC柱の $\phi 10 \times 20$ cm供試体によるコンクリートの圧縮強度と一軸圧縮耐力の関係を図-6に示す。計算値は土木学会標準方書に示されている算定式に従い、部材係数を1.0として算出した。横軸に寸法効果によるコンクリート強度の補正値を用いたものが図-7であり、普通コンクリートとASRコンクリートの関係が接近してくる。らせんRC柱では、同一鉄筋量同一圧縮強度であればASRコンクリートの場合が一軸圧縮耐力は大きくなる。帯RC柱では、寸法効果の影響を考慮した場合には普通コンクリートとASRコンクリートの差がなくなり、同一鉄筋量同一圧縮強度であれば一軸圧縮耐力はほぼ等しくなる。しかし、ASRコンクリートの場合は、横方向鉄筋で囲まれた核コ

ンクリートが養生中に三軸的拘束を受けていると考えられることや、角柱コンクリートの圧縮強度に及ぼす寸法効果の影響を調べていないため、寸法効果の影響をRC柱内部のコンクリートに適用した上記の検討はあくまでも概算である。以上、自由膨張量が1500 μ 程度のASRを生じたコンクリートおよびRC柱について検討を行ったが、反応がさらに進行した場合の検討が必要である。

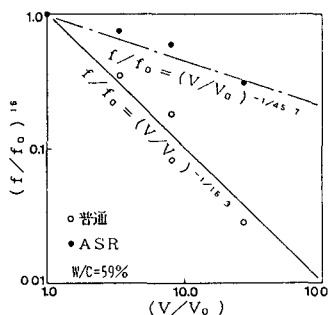


図-4 供試体容積比と圧縮強度比の関係

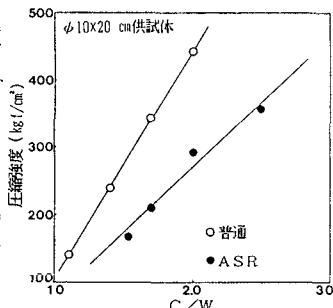


図-5 セメント水比と圧縮強度の関係

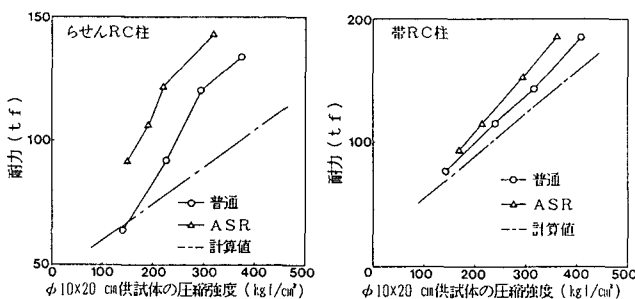


図-6 コンクリート強度と耐力の関係

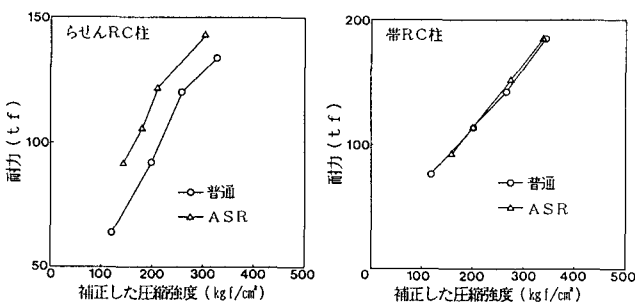


図-7 寸法効果によるコンクリート強度の補正値と耐力の関係