ASR によるコンクリート構造物の鉄筋破断メカニズムの検証

金沢大学大学院 学生会員 中島俊和 (株)中研コンサルタント 池富 修 金沢大学工学部 正会員 久保善司 金沢大学工学部 正会員 鳥居和之

1. **はじめに**

アルカリシリカ反応(ASR)により損傷したコンクリート構造物は、内部に鉄筋が適切に配置されている場合、外観的な損傷は顕著であるものの、その耐荷特性に大きな低下はないものとされてきた。しかし、ASR によって過大な膨張が発生した場合には、コンクリートの強度低下、鉄筋とかぶりとの付着力の低下、曲げ加工部での鉄筋破断などの著しく損傷した事例が確認されている¹⁾²⁾。本研究では、鉄筋破断が確認されたフーチングを模擬した試験体により、ASR による鉄筋破断のメカニズムを検証することとした。

2. 実験概要

本研究で作製する試験体のコンクリートの示方配合を表1に示す。フーチングを模擬した試験体の寸法は、 幅0.3m×高さ0.3m×長さ0.9mとした。鉄筋破断が確認されたフーチング建設時の最低鉄筋比0.5%を参考に して、鉄筋比を0.4%、0.5%および0.6%の3種類に設定した。実構造物においては、膨張が卓越する方向が 存在するため、上下2段に配置した鉄筋のうち上段の鉄筋量を変化させ、実構造物での異方性を考慮した。 また、帯筋にはD13の異形鉄筋を配置した。膨張挙動を把握するため、試験体の中央部には埋込み型のひず みゲージ(軸方向)、表面にはコンタクトゲージ用チップを埋設し、鉄筋の裏面には焼き付け処理した特殊ゲ ージを取り付けた。試験体の概要を図1に示す。試験体は打設後、2週間の湿空養生して屋外暴露した。

表 1	コンク	リート	・の示疗	5配合
-----	-----	-----	------	-----

スラン プ	W/C	空気量	s/a	単位(kg/m³)						
(cm)	(%)	(%)	(%)	W	С	S	G _n	Gr	NaOH	
8 ± 2	53	2 ± 1	42	164	308	784	563	563	7.54	
ペシマム混合率を考慮して、川砂利と安山岩砕石の比率を 1:1 とした。										

Gn:非反応性粗骨材(川砂利)、Gr:反応性粗骨材(安山岩砕石)

3.測定および考察

3.1 外観観察



図1 試験体の概要

暴露約 152 日における、鉄筋比 0.4 および 0.6%の試験体のひび割れ発生状況を図 2 および図 3 に示す。0.5% のものは 0.6%のものと、ほぼ同様のひびわれ発生状況を示した。0.6%のものは端部から表面につながる大 きなひび割れが、軸方向筋上に発生していた。これは、軸方向筋により軸方向の ASR 膨張が拘束され、ASR 膨張力が軸直角方向に作用し、軸方向筋に沿ったひび割れが発生したものと考えられる。一方 0.4%のものは、 0.5%,0.6%のものほど大きなひび割れはないが、無筋のものに近い亀甲状のひび割れが多数発生していた。



図 2 鉄筋比 0.4% のひび割れ発生状況



図 3 鉄筋比 0.6% のひび割れ発生状況

キーワード:アルカリシリカ反応、フーチング、鉄筋比、ひずみ、鉄筋破断 金沢大学工学部 金沢市小立野 2-40-20 TEL.076-234-4620 FAX.076-234-4632

3.2 コンクリート表面のひずみ

表面のひずみの経時変化を図4 に示 す。夏季の高温多湿下において ASR が促 進され約2000 µ と大きな膨張を示した 後、秋季以降は気温の低下のために膨張 が停止した。現段階においては膨張量が 小さい段階にあり、鉄筋比による膨張量 の違いは明確に現われなかった。

3.3 **コンクリート内部のひずみ**

内部のひずみの経時変化を図 5 に示す。試験体の内部ひずみは、表面 ひずみと同様な季節的変動を示した。鉄筋比による膨張性状の相違はほ とんど認められなかった。試験体の内部ひずみは、最大でも約 700 µ と 表面のひずみと比べて小さかった。これは、コンクリート表面と比べて コンクリート内部は鉄筋によって拘束されているためであると考えられ る。

3.4 鉄筋ひずみ

鉄筋ひずみの経時変化を図6 に示す。 鉄筋ひずみは表面ひずみと同様に季節 的変動を示した。コンクリートが膨張 するにともない鉄筋の曲げ加工部には 大きな引張ひずみが発生し、鉄筋比に かかわらず比較的早期に降伏ひずみ (SD295A の降伏ひずみの計算値は 1800µ程度)を超える大きなひずみが 発生した。曲げ加工部以外の鉄筋のひ ずみは曲げ加工部に比べて小さくなっ た。一方、軸方向の鉄筋ひずみ(,) は、鉄筋比の大きいものほどひずみは 小さくなった。



表面ひずみ (軸方向)

56 <u>69</u> 84 97 暴露日数(日)

夏季

秋季

128 168

図 4 供試体の表面ひずみ

2500

2000

₽4500

₩1000

™ ⊅500

0

-0-0.4%

—0 6%

40

▲ 0.5%

図 6 供試体の鉄筋ひずみ

4. まとめ

ASR 膨張がコンクリート構造物に与える影響について、フーチングを模擬した試験体の膨張挙動から、試験体の曲げ加工部には ASR 膨張により鉄筋の降伏ひずみを越える大きなひずみの発生を確認できた。現段階では暴露期間は半年程度であり、鉄筋比の相違による明確な影響は現れなかったものの、鉄筋破断が確認された曲げ加工部に大きなひずみが発生しており、ASR 膨張が鉄筋破断の一因であることが検証できた。今後、長期の測定を行うことにより ASR 膨張が鉄筋に与える影響を正確に把握し、鉄筋の曲げ加工部における力学的性質の変化との関係から鉄筋破断のメカニズムを明らかにすることが必要になる。

参考文献

- 大深伸尚、鳥居和之、池富修、川村満紀:鉄筋コンクリート堤体の耐久性調査、コンクリート工学年次 論文集、Vol.22、No.1、pp.43-48、2000.
- 2) 土木学会:コンクリート標準示方書[維持管理編]、アルカリ骨材反応維持管理標準、pp142~156,2001.

-603-

表面ひずみ(垂直方向)

56 69 84 暴露日数(日)

コンクリート内部のひずみ

夏季 | 秋季

42 56 69 84 暴露日数(日)

DOCTOR

104 156

0 4%

-0.5%

—0.6%

000

15

28

0.4%

0.5%

夏季

秋季

128 168

2500

_2000

<u>_</u>1500

た₁₀₀₀ たっ う 500

0

2500

2000

ュ __ 1500

だ か わ

500

0

24 40