

阪神高速道路公団

正員 幸左 賢二

京都大学

正員 小林 和夫

(財)阪神高速道路管理技術センター

正員 白野 弘明

1. はじめに

昭和57年5月阪神道路公団の管理するT型RC橋脚において最大幅4~5mmのひびわれが発見された。これのひびわれは調査の結果、これまでの収縮性のひびわれとは異なり、膨張性のこれまで日本においてほとんど発生がまれといわれていた反応性骨材によるひびわれの可能性が高いことが明らかになり、(社)日本材料学会に反応性骨材コンクリート調査研究委員会(委員長 岡田清教授)を設置し、その調査研究を進めている。調査研究は現在継続中であるが、本報告は昭和57.58年度に行われた調査と実験の一部を報告するものである。

2. 実橋RC橋脚における調査

ひびわれは主として梁部に多発しており、幅のひろいひびわれは梁軸線に沿ったひびわれであり最大のものは4~5mmに達している。梁部中央で柱主筋の止まる位置における水平ひびわれは、ひびわれをはさんでコンクリート両面が4mm程度すれている特徴が認められ、また残存する型枠線の計測結果から膨張性によるひびわれであることが推定された。(図-1)



図-1 ひびわれ外観状況

3. コア供試体の調査

橋脚よりコア(φ100×150mm)を採取し、ステンレス製バンドにコンタクトゲージポイント(検長10cm)を取付け、基長を測定した。そして、20℃RH100%中において膨張がほぼ収束するまで測定したのち、40℃RH100%の雰囲気中で促進膨張試験を実施した。又、同時にコア供試体を用いて骨材岩種の同定、コア中の骨材の観察調査、生成ゲルの分析を実施した。その結果、コアは採取直後から膨張を開始し約2日後まで急速に膨張した。その水と同時にコア表面の骨材内部より透明なゲルの浸出が起り、膨張量の最大値は1700×10⁻⁶程度になった。分析の結果、岩種は古銅輝石安山岩であり、骨材の中に常温において安定でないメークリストバトライトを常温安定型の石英よりもシリカの形態として多量に含んでいることが判明した。また、透明ゲル状物質は多量のSiO₂と少量のNa₂O, K₂Oを含むアルカリシリケートであることがわかった。なお実橋については応急補修として、ひびわれ面についてエポキシ樹脂注入及び表面コーティングによる防水工事を実施し、コンタクトゲージによるひびわれ幅の進展調査、超音波伝播速度によるコンクリートの劣化調査を4ヶ月に一度実施しているが、現在までのところ新たなクラックの発生はみられていない。しかしながら、海外の文献等によると反応性骨材による膨張は長期的に進むことから、今後さらに追跡調査を行いながら管理してゆく必要があると考えられる。

4. 反応性骨材を用いたRC部材の実験概要

反応性骨材を用いたRC部材の特性を調べるため小型模型供試体を作り3種類の実験を行った。シリーズ1は、ガブリ厚の影響によるひびわれ性状の比較試験、シリーズ2はRCモデル梁による耐力力試験、シリーズ3は鉄筋の拘束度の急変によるひびわれ発生性状の確認試験である。ここでは、シリーズ1とシリーズ2について簡単に概要を述べる。

4-1 シリーズ1供試体実験

製作した供試体(40×40×54cm)は同一条件のものを普通骨材(N)を用いたものと、反応性骨材(A)を用いたものを2体ずつ作成し両者の結果を比較した。供試体作成用のコンクリートの配合を表-1に示す。文献等から等価Na₂O量については、コンクリートに対し6kg%になるようにNaOHを添加した。使用したセメントは普通ポルトランドセメントで等価Na₂O量は0.95%のものを使用した。表-2は標準供試体の試験結果である。材令28日ではNとAの供試体に差は見られず、Aの方がいくぶん圧縮強度が高めであった。しがし5ヶ月経て梁の載荷試験を行う時には強度で約60%、静弾性定数で約1/2に低下していた。図-2,3はガブリ厚さと配筋の状態をがえた供試体のひびわれ発生図である。(材令：促進養生約100日)鉄筋量は両者で同じである。配筋が粗でガブリが厚い場合(図-3)は配筋が密でガブリが薄い場合(図-2)よりクラックの数は少ないが幅は大きくなっている。超音波の伝播速度はN供試体では4.3~4.4km/sであるのに対し、A供試体は3.8~4.1km/sと低下していた。

記号	配合名	G _{max} (mm)	W/C	W/C _{eq} (%)	S/A	単位量(kg/m ³)	混合剤	28日(150×150×300)mm	5ヶ月(150×150×300)mm
		(mm)	(%)	(%)	(%)	W C S a	(kg)	圧縮強度 σ_c (MPa)	静弾性係数 E_c (GPa)
N	普通	20	8.10	4.20	50	176	352	77.8	27.9
A	反応性	20	—	4.20	50	176	352	77.8	27.9

表-1 配合に反応性シリカコンクリートの性質

骨材 種類	材令 28日				材令 150~160日(載荷試験時)			
	養生条件	圧縮強度 σ_c (MPa)	引張強度 σ_t (MPa)	静弾性係数 E_c (GPa)	圧縮強度 σ_c (MPa)	引張強度 σ_t (MPa)	静弾性係数 E_c (GPa)	破壊変位 δ (mm)
普通(N)	水中	33.5	31.4	28.4	40.6	28.1	27.9	10.1
	促進	31.9	22.4	27.9	—	—	—	—
反応性(A)	水中	41.9	27.9	27.6	24.1	14.2	10.1	10.1
	促進	3.85	22.2	29.4	—	—	—	—

表-2 コンクリートの性質

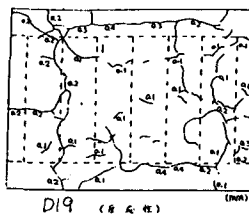


図-2

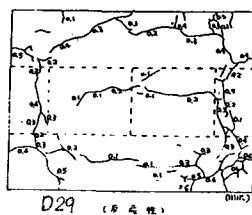


図-3

4-2 シリーズ2供試体実験

鉄筋比、スターラップ比をがえてRCモデル供試体を2体作成した。(20×20×170cm, 図-4) 載荷試験は鉄筋のひずみが定常化したのちに行うものとし促進養生を行った。鉄筋のひずみは3ヶ月を超える頃からほぼ定常化して、5ヶ月後にはスターラップで1100~1800×10⁻⁶、

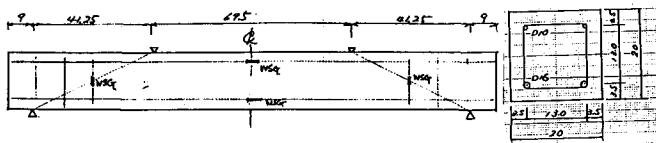


図-4

軸方向で600~900×10⁻⁶のひずみとなった。この時点で静的載荷試験(9kN)を半数の供試体について行った。図-5は静的載荷試験の結果の一例である。破壊荷重は配筋量により異なるが、NとAの同一条件の供試体ではいずれの場合も破壊荷重はほぼ同じ値となった。この実験ではA供試体の方がケミカルプレストレス的な効果が表れて、降伏荷重以下の荷重に対してはN供試体よりたわみ量は少ない目となっている。これまでのRC梁の載荷試験結果、標準供試体の圧縮試験結果と異なり、RC部材ではそれ程曲げ耐力は低下せず、現時点ではほぼ同程度の静的耐力を有していると考えられる結果となっている。実験は現在継続中であり詳細な結果については、全実験を終了後整理し列の機会に報告する予定である。本調査研究は(株)日本材料学会反応性骨材コンクリート調査研究委員会の

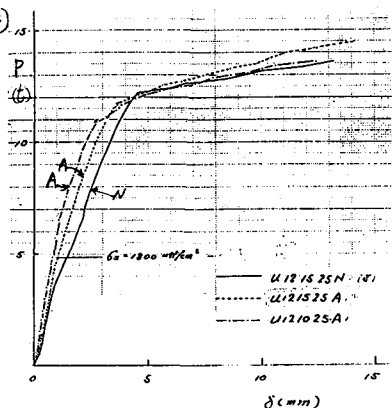


図-5

の方々、また各関係機関の方々の御指導と御協力を得て行われており、関係各位の方々に深く感謝いたします。

(供)の種類	鉄筋径 ϕ (mm)		設計荷重 P_d (kN)	破壊荷重 P_u (kN)			破壊変位 δ_u (mm)	型式
	引張	圧縮		測定値 P_u	計算値 P_u	計算値 P_u		
U12/10 25A	D16	D10	10	4.85	14.50	11.10	10.66	F
U12/15 25N	"	"	15	4.85	13.65	11.04	—	S
U12/15 25A	"	"	15	4.85	14.65	11.10	10.66	F

表-3 RCばりの破壊耐力、型式